

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R SM.1448-1**  
(2019/10)

تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية  
تعمل في نطاقات الترددات الواقعة  
بين 100 MHz و 105 GHz

السلسلة **SM**  
إدارة الطيف

## 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 الكهترتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

### سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
<b>إدارة الطيف</b>	<b>SM</b>
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

**ملاحظة:** تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة 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).

التوصية ITU-R SM.1448-1،\*\*

## تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية تعمل في نطاقات الترددات الواقعة بين 100 MHz و 105 GHz

(2019-2000)

### مجال التطبيق

تتطرق هذه التوصية إلى تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية للإرسال أو للاستقبال تتقاسم نطاقات التردد المحصورة بين 100 MHz و 105 GHz مع خدمات الاتصال الراديوي للأرض، أو المنطقة المحيطة بمحطات أرضية للإرسال التي تتقاسم نفس نطاق التردد الموزع على اتجاهي الإرسال مع المحطات الأرضية للاستقبال. وتتيح هذه التوصية المزيد من المعلومات والأمثلة لتكملة التذييل 7 من لوائح الراديو.

### مصطلحات أساسية

منطقة التنسيق، كفاف التنسيق، مسافة التنسيق، المحطة الأرضية، المدار المستقر بالنسبة للأرض، المدار غير المستقر بالنسبة للأرض.

### قائمة المختصرات/المصطلحات

GSO المدار المستقر بالنسبة للأرض (Geostationary orbit)

NGSO المدار غير المستقر بالنسبة للأرض (Non-geostationary orbit)

TIG الكسب غير المتغير مع الزمن (Time-invariant gain)

TVG الكسب المتغير مع الزمن (Time-variant gain)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن هناك إمكانية للتداخل على/أو من محطة أرضية تشترك في نطاقات الترددات ذاتها مع محطات للأرض أو مع محطات أرضية أخرى عاملة في الاتجاه المعاكس للإرسال على أساس أولي وبتساوي الحقوق؛

ب) أن من المستحسن، لتجنب مثل هذا التداخل، أن يتم تنسيق المحطات الأرضية المرسله أو المستقبله مع المحطات للأرض أو مع المحطات الأرضية الأخرى العاملة في الاتجاه المعاكس للإرسال؛

ج) أن هذا التنسيق سيتعين أن يتم داخل منطقة التنسيق المحيطة بمحطة أرضية عند التشارك مع الخدمات للأرض، أو المحيطة بمحطة إرسال أرضية عند التشارك مع محطات استقبال أرضية في نطاقات موزعة في اتجاهي الإرسال، وأن يمتد إلى مسافات لا يتجاوز، ضمنها المستوى المسموح به من التداخل، نسبة مئوية محددة من الزمن؛

د) أن هذه المنطقة قد تمتد إلى الأراضي الخاضعة لولاية دولة عضو أخرى، وبالتالي تتطلب التنسيق بين الإدارات؛

هـ) أن من المستحسن، قبل إجراء دراسة مفصلة، وضع طرائق لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية منسقة على أساس افتراضات عامة؛

\* ينبغي توجيه عناية لجان الدراسات 3 و 4 و 5 و 6 و 7 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية إلى هذه التوصية.

\*\* تمثل التوصية ITU-R P.620-4، بصيغتها المعدلة لاحقاً لإدماجها في هذه التوصية، المصدر الرئيسي لمعلومات الانتشار المضمنة في الوثيقة. وتحتوي التوصية ITU-R P.620-4 على نسخة نصية واحدة لمعلومات الانتشار دون الرجوع إلى التوصيات الخارجية.

و) أن مثل هذا التداخل يتوقف على عدة عوامل، بما في ذلك قدرات الإرسال، ونوع من التشكيل، وكسب الهوائي في اتجاه مسير التداخل، واختلاف كسب الهوائي بمرور الزمن في حالة المحطات الأرضية العاملة مع المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، وقدرة التداخل المسموح به في المستقبل، وآليات انتشار الموجات الراديوية، والمناطق الراديوية للأرصاد الجوية، وتنقلية المحطة الأرضية، والمسافة من المحطة الأرضية؛

ز) أن من المستحسن وضع توصية مناسبة لقطاع الاتصالات الراديوية وتعهدها بالرعاية لتكون بمثابة النص المصدري لتحديث التذييل 7 للوائح الراديو (انظر الحاشيتين 1 و2)،

وإذ تدرك

أ) أن أحكام لوائح الراديو تحدد الطرائق التي يمكن استخدامها لتحديد مناطق/مسافات التنسيق بما في ذلك مسافات التنسيق المحددة سلفاً؛

ب) دراسات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة؛

ج) أن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية الأخرى توفر طرائق خاصة لتحديد مناطق/مسافات التنسيق في تطبيقات معينة،  
توصي

1) بأن تستخدم الطرائق ومعلومات النظام المذكورة في المرفقين 1 و2 ومرفقاتهما لتحديد مناطق التنسيق للمحطات الأرضية المرسل والمستقبل؛

2) أن الملاحظتين التاليتين 2 و3 تعتبران جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية.

**الملاحظة 1** - ينبغي تحديث هذه التوصية على أساس التغييرات الطارئة على لوائح الراديو جراء مقررات المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية (WRC).  
**الملاحظة 2** - تأتي معلومات الانتشار الواردة في هذه التوصية من عدد من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية - السلسلة P والتي سبق الإشارة إليها في التوصية ITU-R P.620. وقد وضعت هذه التوصيات المصدرية لمجموعة متنوعة من الأغراض. بيد أن الصيانة المستقبلية لمعلومات الانتشار تتطلب إيلاء اهتمام خاص للعواقب المحتملة للتوافق مع الأهداف والإجراءات المختلفة لهذه التوصية المتكاملة.

**الملاحظة 3** - تختلف طرائق تحديد منطقة التنسيق في هذه التوصية عن تلك الواردة في التذييل 30A للوائح الراديو.

**الملاحظة 4** - يرد تاريخ المراجعات التي أُجريت على التوصية ITU-R SM.1448 في المرفق بشأن الحفاظ على التوصية ITU-R SM.1448 (انظر الوثيقة 1/200).

## جدول المحتويات

## الصفحة

6	الملحق 1 - طرائق تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية.....	
6	مقدمة	1
6	لمحة عامة.....	1.1
7	هيكل التوصية.....	2.1
7	مفاهيم أساسية.....	3.1
14	سيناريوهات التشارك.....	4.1
16	مفاهيم أسلوب الانتشار.....	5.1
19	كفافة التنسيق: مفاهيمه ورسمه.....	6.1
26	تحديد منطقة التنسيق لمحطة أرضية حيال محطات للأرض.....	2
26	محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض.....	1.2
27	محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.....	2.2
30	تحديد منطقة التنسيق بين محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.....	3
31	المحطة الأرضية التي تجري التنسيق والمحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض.....	1.3
31	المحطة الأرضية التي تجري التنسيق أو المحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.....	2.3
33	اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1).....	4
34	معلومات عن المناطق المناخية الراديوية.....	1.4
35	مسافة التنسيق الدنيا في أسلوب الانتشار (1) و(2).....	2.4
35	مسافة التنسيق القصوى في أسلوب الانتشار (1).....	3.4
36	توجيهات تتعلق بتطبيق الإجراءات في أسلوب الانتشار (1).....	4.4
37	اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2).....	5
38	المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2).....	1.5
38	المرفق 1 للملحق 1 - تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1).....	
38	تصحیحات زاوية ارتفاع الأفق والمسافة المتعلقين بالمحطة الأرضية.....	1
40	الترددات المحصورة بين 100 MHz و 790 MHz.....	2
41	الترددات المحصورة بين 790 MHz و 60 GHz.....	3
46	الترددات المحصورة بين 60 GHz و 105 GHz.....	4
48	المرفق 2 للملحق 1 - تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2).....	
48	لمحة شاملة.....	1

الصفحة

48	..... مسافة الحساب القصوى	2
48	..... حساب الكفاف في أسلوب الانتشار (2)	3
54	..... 1.3 الحسابات التكرارية	
55	..... رسم الكفاف في أسلوب الانتشار (2)	4
56	المرفق 3 للملحق 1 - كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض ..	
56	..... عموميات	1
58	..... تعيين التباعد الزاوي $\varphi(\alpha)$	2
61	..... تعيين كسب الهوائي	3
62	المرفق 4 للملحق 1 - كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطة أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
62	..... تعيين كسب الهوائي في اتجاه الأفق باستخدام طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)	1
62	..... 1.1 تعيين الحدود لقابلية رؤية السوائل	
65	..... 2.1 تعيين الكسبين الأدنى والأقصى في اتجاه الأفق من جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المرئية	
66	..... 3.1 مثال عن حساب كسب الهوائي باتجاه الأفق باستخدام طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) ..	
68	..... تحديد توزيع الكسب في اتجاه الأفق للهوائي وفقاً لطريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)	2
69	..... 3 معادلات تُستخدم لتحديد مواقع السوائل في المدار	3
72	المرفق 5 للملحق 1 - تحديد منطقة مسافة التنسيق باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)	
72	..... تحديد المسافة اللازمة باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)	1
73	..... 2 مثال على حساب الكفاف الإضافي بطريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)	2
75	المرفق 6 للملحق 1 - تحديد منطقة التنسيق لمحطة إرسال أرضية حيال محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال	
75	..... المدخل	1
76	..... تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) عندما تكون نطاقات الترددات موزعة على اتجاهي الإرسال .	2
76	..... 1.2 حساب الكسب في اتجاه الأفق لمحطات الاستقبال الأرضية المجهولة العاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
77	..... 2.2 مثال على حساب كفاف التنسيق لكلتا المحطتين الأرضيتين العاملتين مع محطات أرضية مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
79	..... 3.2 مثال على حساب كفاف التنسيق لمحطة إرسال أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطة استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وتستخدم طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)	
83	..... تحديد الكفاف في حالة الانتشار بالمطر عندما تكون نطاقات الترددات موزعة على اتجاهي الإرسال	3

## الصفحة

86	المرفق 7 للملحق 1 - تحديد الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) .....	
86	1 تحديد الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) .....	
87	2 الخوارزمية التدرجية، خطوة خطوة.....	
88	3 مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات أنظمة المرحلات الراديوية في خط البصر .....	
90	المرفق 8 للملحق 1 - المعلمات .....	
94	الملحق 2 - معلمات النظام ومسافات التنسيق المحددة سلفاً لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية .....	
94	1 المدخل.....	
94	2 حساب قدرة التداخل المسموح بها لإرسال مسبب للتداخل .....	
95	1.2 حساب درجة حرارة الضوضاء لنظام استقبال .....	
96	2.2 تعيين العامل $N_L$ .....	
96	3.2 تعيين العامل $M_S$ .....	
96	4.2 تعيين العامل $W$ .....	
96	3 الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة استقبال أرضية حيال محطة إرسال أرضية .....	

## الملحق 1

### طرائق تحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية

#### 1 مقدمة

يتطرق هذا الملحق إلى تحديد منطقة التنسيق (انظر الرقم 171.1 من لوائح الراديو) حول محطة أرضية مرسله أو مستقبله تتشارك في نطاقات الترددات المحصورة بين 100 MHz و 105 GHz مع خدمات الاتصال الراديوي للأرض أو مع محطات أرضية تعمل في الاتجاه المعاكس للإرسال.

وتمثل منطقة التنسيق المنطقة التي تحيط بمحطة أرضية تتشارك في نطاق الترددات نفسه مع محطات للأرض، أو تمثل المنطقة التي تحيط بمحطة إرسال أرضية تتشارك مع محطات استقبال أرضية في نطاق ترددات موزع في اتجاهي الإرسال، ويمكن داخل هذه المنطقة تجاوز سوية التداخل المسموح بها، ولذلك فهناك ضرورة للتنسيق. وتحدد هذه المنطقة انطلاقاً من خصائص معروفة للمحطة الأرضية التي تُجري التنسيق، ومن افتراضات حريضة متحفظة تتعلق بمسار الانتشار وبمعلومات النظام الخاص بمحطات الأرض المجهولة (انظر الجدولين 14 و 15)، أو بمحطات الاستقبال الأرضية المجهولة (انظر الجدول 16) التي تتشارك في نطاق الترددات نفسه.

#### 1.1 لمحة عامة

ترد في المرفقين 1 و 2 الإجراءات ومعلومات النظام اللازمة لحساب منطقة التنسيق لمحطة أرضية، وهي تُستخدم حينما لا تُحدد لوائح الراديو طرائق أخرى، وتشمل المسافات المعينة مسبقاً.

تسمح هذه الإجراءات بأن تُحدد مسافات وفق جميع السموت حول محطة أرضية مرسله أو مستقبله يمكن فيما بعدها للخسارة المتوقعة على المسير أن تتجاوز قيمة محددة كل الوقت، إلا في نسبة مئوية معينة من الوقت. وتسمى هذه المسافة مسافة التنسيق (انظر الرقم 173.1 من لوائح الراديو). وعندما تتعين هذه المسافات وفق جميع السموت حول المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق، فإنها تُحدد كفاً للمسافات يدعى كفاف التنسيق (انظر الرقم 172.1 من لوائح الراديو) الذي يحدّ منطقة التنسيق.

ومما تجدر ملاحظته أن منطقة التنسيق، على الرغم من أنها تستند إلى معايير تقنية، إلا أنها تمثل مفهوماً تنظيمياً. فهي ترمي إلى تعرّف هوية المنطقة التي يجب أن تجري داخلها تقييمات مفصلة لاحتمالات حدوث تداخل، لكي يتحدد ما إذا كانت المحطة الأرضية التي تجري التنسيق، أو أي محطة من محطات الأرض، أو أيضاً أي محطة من محطات الاستقبال الأرضية التي تتشارك في نطاق الترددات في حالة التوزيع على اتجاهي الإرسال، سوف تتعرض إلى سويات تداخل غير مقبولة. فمنطقة التنسيق ليست إذاً منطقة استبعاد، يجرّم فيها التشارك في الترددات بين محطة أرضية ومحطات للأرض أو محطات أرضية أخرى، ولكنها بالأحرى منطقة يجب أن تجري داخلها حسابات أكثر تفصيلاً. وفي أغلب الأحيان يظهر التحليل المعمق أن التشارك داخل منطقة التنسيق هو أمر ممكن، وذلك لأن طريقة تحديد هذه المنطقة تستند إلى افتراضات غير مؤاتية بشأن احتمالات حدوث التداخل.

وعند تحديد منطقة التنسيق، يتعين التعرض لحالتين منفصلتين:

- حالة محطة إرسال أرضية، وهي بالتالي قد تسبب تداخلاً على محطات استقبال للأرض أو أرضية؛
- حالة محطة استقبال أرضية، وهي بالتالي قد تتعرض إلى تداخل من محطات إرسال للأرض.

وتجري حسابات منفصلة لآليات الانتشار على الدائرة العظمى (أسلوب الانتشار (1))، ولانتشار بالماء الجوي (المطر) (أسلوب الانتشار (2))، إن كان سيناريو التشارك يقتضي هذا الأخير (انظر الفقرة 4.1). ويتحدد عندئذ كفاف التنسيق بأخذ كبرى المسافتين المتوقعتين بحسابات أسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2)، لكل سمت حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق. وكل سيناريو



تشارك تقابله أكمة تنسيق متميزة. وتجد في الفقرة 6.1 توجيهات وأمثلة تساعد على رسم أكمة التنسيق والأكمة المكونة لأسلوب الانتشار (1) و(2).

ولكي تسهل المناقشات الثنائية قد يكون من المفيد حساب أكمة إضافية تحدد مناطق تنسيق أصغر، تستند إلى افتراضات أقل حرصاً وتحفظاً من الافتراضات المستعملة لحساب كفاف التنسيق.

## 2.1 هيكل التوصية

ترد الإجراءات ومعلومات النظام في مرفقين. فترد الإجراءات في الملحق 1 ومعلومات النظام في الملحق 2. وتُفصل في هذا الملحق 1 المبادئ العامة عن النص المفصل المعني بالطرائق. فالمبادئ العامة تشكل جزءاً من متن نص المرفق 1، والطرائق مدرجة في سلسلة من المرفقات للملحق 1. ويمكن هذا الهيكل تركيز كل قسم ومرفق من الملحق 1 على جانب محدد من حسابات منطقة التنسيق. ويتيح للمستعمل أن يختار فقط الأقسام التي تخص سيناريو تشارك معين.

وقد أعدّ الشكل 1 والجدول 1 لكي يساعد المستعمل على التحول في الملحقات وفي المرفقات، ويوضح الجدول 1 الأقسام التي يتعين الرجوع إليها لتفحصها بشأن حالة تنسيق خاصة.

## 3.1 مفاهيم أساسية

يقوم تحديد منطقة التنسيق على قدرة التداخل المسموح بها عند طرفي الهوائي في محطة الأرض المستقبلية أو المحطة الأرضية المستقبلية. وعليه فالتهيؤ اللازم للحد من مستوى التداخل بين محطة إرسال أرضية أو للأرض وبين محطة استقبال أرضية أو للأرض عند قيمة لقدرة التداخل مسموح بها أثناء  $p\%$  من الوقت، تمثله "الخسارة اللازمة الدنيا" التي هي الخسارة التي يجب أن يساويها أو يتجاوزها التوهين على المسير طوال الوقت، ما عدا أثناء  $p\%$  من الوقت.<sup>1</sup>

تطبق المعادلة التالية، في حالة أسلوب الانتشار (1):

$$(1) \quad L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad \text{dB}$$

حيث:

$p$ : النسبة المئوية القصوى من الوقت التي يمكن خلالها تجاوز قدرة التداخل المسموح بها

$L_b(p)$ : الخسارة اللازمة الدنيا (dB) في أسلوب الانتشار (1) أثناء  $p\%$  من الوقت، وهذه القيمة يجب أن تتجاوزها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) طوال الوقت، ما عدا أثناء  $p\%$  من الوقت

$P_t$ : السوية القصوى لقدرة الإرسال المتيسرة (dBW) في عرض النطاق المرجعي، على طرفي هوائي محطة إرسال أرضية أو للأرض

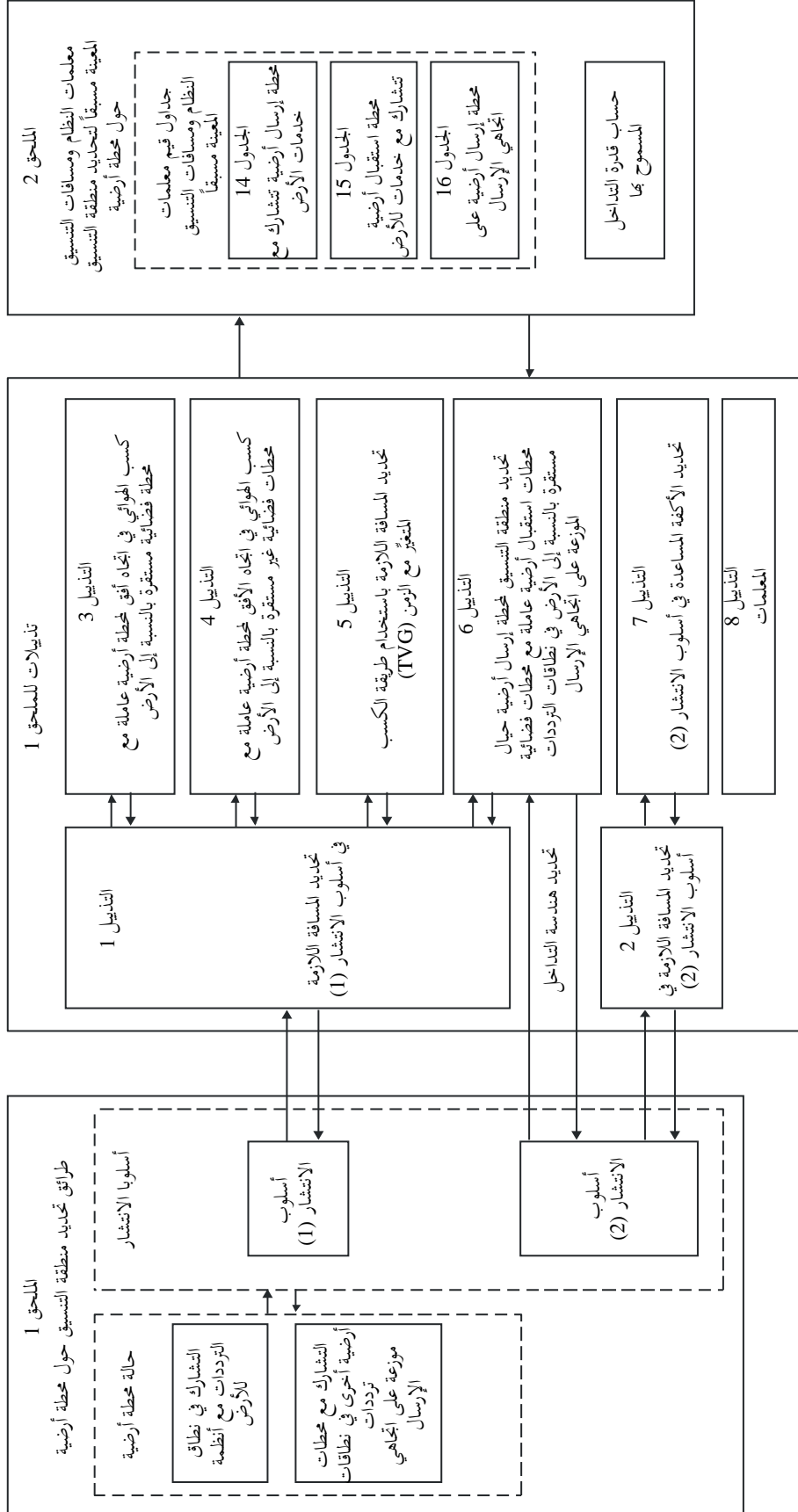
$P_r(p)$ : قدرة التداخل المسموح بها لإرسال مسبب للتداخل (dBW) في عرض النطاق المرجعي التي لا يمكن تجاوزها خلال أكثر من  $p\%$  من الوقت، على طرفي مخرج هوائي محطة استقبال أرضية أو للأرض قد تكون معرضة للتداخل، عندما يكون مصدر التداخل وحيداً

$G_t$ : كسب هوائي (مقدراً بالوحدات dB بالنسبة إلى الكسب المتناحي) محطة إرسال أرضية أو للأرض. وعندما يتعلق الأمر بمحطة إرسال أرضية، فهو الكسب الأفقي (في اتجاه الأفق الطبيعي) للهوائي وفق السمات المعبر، وأما بالنسبة إلى محطة إرسال للأرض فهو الكسب الأقصى للهوائي على محور الخزمة الرئيسية

<sup>1</sup> عندما تمثل  $p$  نسبة مئوية صغيرة من الوقت محصورة بين 0,001% و 1,0% يسمى التداخل "قصير الأمد"، وعندما تكون  $p \leq 20\%$  يسمى التداخل "طويل الأمد" (انظر الفقرة 3.5.1).

$G_r$ : الكسب (مقدراً بالوحدات dB بالنسبة إلى الكسب المتناحي) لهوائي محطة استقبال أرضية أو للأرض معرّضة للتداخل. وعندما يتعلق الأمر بمحطة استقبال أرضية، فهو كسب الهوائي في اتجاه الأفق الطبيعي وفق السمت المعتبر، وأما إذا تعلق الأمر بمحطة استقبال للأرض، فهو الكسب الأقصى للهوائي على محور الحزمة الرئيسية.

الشكل 1  
تمثل الهيكل



الجدول 1

التقابل بين سيناريوهات التشارك وطرائق الحساب

سيناريوهات التشارك في الفقرة 4.1 من الملحق 1										
الفقرة 9.4.1 محطات أرضية ثابتة عاملة في مواقع غير محددة ضمن منطقة خدمة معينة	الفقرة 8.4.1 محطات أرضية قابلة للنقل	الفقرة 7.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة للطيران	الفقرة 6.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة (ما عدا المتنقلة للطيران)	الفقرة 5.4.1 محطات أرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية	الفقرة 4.4.1 محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال	الفقرة 3.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة وغير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على السواء	الفقرة 2.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض	الفقرة 1.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض	الأقسام والمرفقات المنطبقة على الملحق 1 والملحق 2	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	الفقرة 3.1 مفاهيم أساسية	
انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	X	X	X	X	الفقرة 5.1 مفاهيم أسلوب الانتشار	
					X	X	X	X	الفقرة 6.1 كفاف التنسيق: مفاهيمه ورسمه	
						X		X	الفقرة 1.2 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
						X	X		الفقرة 2.2 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
					X				الفقرة 3 تحديد منطقة التنسيق بين محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال	
					X	X	X	X	الفقرة 4 اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)	
						X		X	الفقرة 5 اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)	
					X	X	X	X	المرفق 1 تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)	

## الجدول 1 (تتمة)

سيناريوهات التشارك في الفقرة 4.1 من المرفق 1									
الفقرة 9.4.1 محطات أرضية ثابتة عاملة في مواقع غير محددة ضمن منطقة خدمة معينة	الفقرة 8.4.1 محطات أرضية قابلة للنقل	الفقرة 7.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة للطيران	الفقرة 6.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة (ما عدا المتنقلة للطيران)	الفقرة 5.4.1 محطات أرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية	الفقرة 4.4.1 محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال	الفقرة 3.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة وغير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على السواء	الفقرة 2.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض <sup>1</sup>	الفقرة 1.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض	الأقسام والمرفقات المنطبقة على المرفق 1 والمرفق 2
						X		X	المرفق 2 تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)
						X		X	المرفق 3 كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض
					X	X	X		المرفق 4 كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض
انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 أو 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 أو 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 أو 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 أو 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	انظر الفقرة 1.4.1 أو 2.4.1 أو 3.4.1 أو 4.4.1 حسب الحالة والفقرة 6.1	X	X	X		المرفق 5 تحديد مسافة التنسيق باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)
					X				المرفق 6 تحديد منطقة التنسيق لمحطة إرسال أرضية حيال محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال
						X		X	المرفق 7 تحديد الأكمة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)
					X	X	X	X	المرفق 8 المعلمات
					X	X	X	X	المرفق 2 معلمات النظام ومسافات التنسيق المحددة سلفاً لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية

(1) يستعمل إجراء الفقرة 1.2 في حالة محطة أرضية تستعمل هوائياً غير متبع. وتستعمل إجراءات الفقرة 1.1.2 في حالة محطة أرضية تستعمل هوائياً لا اتجاهياً.

وأما في حالة أسلوب الانتشار (2)، فهناك عملية انتشار حتمي يجب أخذها بالاعتبار، ولذلك يلزم عندئذ تعديل الطريقة المشروحة أعلاه. فعندما تتقاطع حزمة هوائي المحطة الأرضية التي تجري التنسيق مع خلية مطرية، قد يتشكل حجم مشترك مع حزمة محطة الأرض أو مع حزمة المحطة الأرضية (العاملة في الاتجاه المعاكس للإرسال في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال). ففي حالة محطة للأرض، يفترض أن فتحة الحزمة لهذه المحطة تكون كبيرة بالنسبة إلى فتحة الحزمة للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق (ترد قيم الكسب لمحطة الأرض في الجدولين 14 و15)، وأن محطة الأرض تقع على مسافة ما من الحجم المشترك. ولذلك يفترض أن حزمة محطة الأرض تضيء الخلية المطرية بكاملها، التي تتمثل بأسطوانة رأسية تحتوي الماء الجوي الذي يتسبب في انتشار الإشارات على نحو متناح. وقد تكون عملية الانتشار هي سبب الاقتران العارض عبر الحجم المشترك بين المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وبين محطات أخرى أرضية أو للأرض عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

توجد بين كسب هوائي المحطة الأرضية وفتحة الحزمة علاقة تبعية تبادلية. فقيمة الحجم المشترك وعدد الإشارات التي تعاني من الانتشار داخل هذا الحجم يزدادان، عندما ينقص كسب هوائي المحطة الأرضية التي ترسل أو تستقبل هذه الإشارات، فأحد الأثرين يعدل الآخر. وتعطي المعادلة (83) حداً يوفر تقريباً جيداً للتكامل اللازم لإجرائه لتقدير عملية الانتشار الحتمي التي تحدث داخل حزمة الهوائي للمحطة الأرضية، وعليه يمكن الاعتماد على الافتراض التبسيطي القائل بأن الخسارة على المسير مستقلة عن كسب هوائي المحطة الأرضية، وذلك من أجل تقدير التداخل الذي قد ينتج عن آليات أسلوب الانتشار (2)<sup>2</sup>.

وعليه فإن المعادلة (1) تؤول في أسلوب الانتشار (2) إلى المعادلة:

$$(2) \quad L_x(p) = P_t + G_x - P_r(p) \quad \text{dB}$$

حيث:

$L_x(p)$ : الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (2)

$G_x$ : الكسب الأقصى المفترض (dBi) لهوائي محطة الأرض. ويعطي الجدولان 14 و15 قيم الكسب  $G_x$  في نطاقات الترددات المختلفة.

وفي سبيل تسهيل حساب الأكمة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) (انظر الفقرة 2.2.6.1)، يعدل الحساب أيضاً بوضع كسب هوائي شبكة الأرض  $G_x$  داخل العروة التكرارية المستعملة في حساب الخسارة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)<sup>3</sup>.

وبالتالي تؤول المعادلة (2) إلى:

$$(3) \quad L(p) = P_t - P_r(p) \quad \text{dB}$$

حيث:

$L(p)$ : الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (2) أثناء  $p\%$  من الوقت، وهذه القيمة يجب أن تتجاوزها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (2) طوال الوقت، ماعدا أثناء  $p\%$  من الوقت.

ويعرف الحدان  $P_t$  و  $P_r(p)$  في أسلوب الانتشار من أجل عرض النطاق نفسه للترددات الراديوية (عرض النطاق المرجعي). وتعرف الحدود  $L_b(p)$  و  $L(p)$  و  $P_r(p)$  من أجل النسبة المئوية الصغيرة نفسها من الوقت، وتحدد هذه القيم تبعاً لمعايير جودة تشغيل محطة الاستقبال الأرضية أو للأرض المحتمل لها أن تتعرض للتداخل.

<sup>2</sup> إذا كان هوائي المحطة الأرضية يحتوي على فتحة حزمة واسعة، فلا يزال من الممكن استخدام هذه الطريقة لتحديد كفاف أسلوب الانتشار (2). ومع ذلك، فحقيقة أن حزمة الهوائي قد تكون أوسع من الخلية المطرية، وبالتالي عدم احتوائها بالكامل على الماء الجوي، قد يعني أن احتمال حدوث التداخل قد يكون مبالغاً فيه قليلاً.

<sup>3</sup> انظر المعادلة (83).

والتعديل 3 للملحق 1 بشأن محطة أرضية تعمل مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يعطي طريقة رقمية تتيح تحديد الزاوية الدنيا التي يشكلها محور الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية مع الأفق الطبيعي بدلالة السمات، ومعها كسب الهوائي الموافق لها. وفي حالة محطة فضائية موجودة في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض مائل قليلاً، فإن زاوية الارتفاع الدنيا والكسب الموافق لها في اتجاه الأفق يتوقفان على زاوية الميل القصوى المطلوب تنسيقها.

وفي حالة محطة أرضية تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يتغير مع الزمن كسب الهوائي المحطة الأرضية في اتجاه الأفق، ويعطي المرفق 4 للملحق 1 الطرائق الرقمية التي تسمح بحساب هذا الكسب.

وأما في حالة محطة أرضية تعمل في نطاق ترددات موزع على اتجاهي الإرسال، فيحسب كسب الهوائي الواجب استعماله لتحديد الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1) وفقاً للطرائق المبينة في المرفق 3 أو المرفق 4 للملحق 1 حسب الحالة.

ويتطلب تحديد منطقة التنسيق أن تحسب الخسارة المتوقعة على المسير وأن تقارن بالخسارة اللازمة الدنيا وفق كل سمت حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق، حيث:

- تتوقف الخسارة المتوقعة على المسير على عدة عوامل، وخاصة طول المسير المسبب للتداخل وشكله الهندسي (تسديد الهوائي وزاوية ارتفاع الأفق مثلاً) واتجاهية الهوائي والظروف المناخية الراديوية والنسبة المئوية من الوقت التي تبقى أثناءها الخسارة المتوقعة على المسير أصغر من الخسارة اللازمة الدنيا؛
- والخسارة اللازمة الدنيا مبنية على اعتبارات تتوقف على النظام وعلى نموذج التداخل.

ومسافة التنسيق اللازمة هي المسافة التي تعتبر عندها هاتان الخسارتان متساويتين أثناء النسبة المئوية المعينة من الوقت.

وعند تحديد منطقة التنسيق، تكون معلمات المحطة الأرضية التي تجري التنسيق معلومة، ولكن القليل فقط معروف عن محطات الأرض أو المحطات الأرضية الأخرى التي تشارك في نفس المدى من الترددات. إذاً لا بد من الانطلاق من معلمات افتراضية للنظام الخاص بمحطات الأرض أو بمحطات استقبال أرضية مجهولة. وفوق ذلك، فإن العديد من العناصر المتعلقة بمسير التداخل بين المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وبين محطات الأرض أو المحطات الأرضية الأخرى (الشكل الهندسي للهوائي واتجاهيته مثلاً) تكون مجهولة.

ويستند تحديد منطقة التنسيق إلى افتراضات غير مؤاتية بشأن قيم معلمات النظام والشكل الهندسي لمسير التداخل. غير أنه ليس واقعياً أن يفترض، في بعض الظروف، أن جميع القيم الموافقة لأسوأ الحالات تجتمع في آن واحد، مما يؤدي إلى قيم مبالغ كثيراً في ارتفاعها للخسارة اللازمة الدنيا، الأمر الذي يقود إلى مناطق تنسيق مبالغ كثيراً في اتساعها هي الأخرى. وفي أسلوب الانتشار (1)، دلت التحليلات المفصلة التي يدعمها عدد كبير من معطيات التجربة التشغيلية أن المتطلب المتعلق بالخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1) يمكن تليينه وتخفيفه لأن الاحتمال ضئيل جداً في أن تجتمع في آن واحد أسوأ القيم لمعلمات النظام وللشكل الهندسي لمسير التداخل. لذلك يطبق تصحيح على حساب الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) في سيناريو التشارك الملائم، لكي يستفاد من هذه الآثار التصحيحية. وتطبيق هذا العامل التصحيحي مشروح بمزيد من التفصيل في الفقرة 4.4.

وينطبق هذا التصحيح على حالات التنسيق مع الخدمة الثابتة. وهو يتوقف على التردد والمسافة والمسير، ولا ينطبق في حالة تنسيق محطة أرضية مع محطات متنقلة ولا مع محطات أرضية أخرى عاملة في الاتجاه المعاكس للإرسال، ولا في حالة الانتشار بالانتشار بالماء الجوي (أسلوب الانتشار (2)).

ويستخدم عدد من نماذج الانتشار لتغطية آليات الانتشار التي تشاهد في مدى طيف الترددات بكامله. وتمثل الخسارة على المسير في هذه النماذج دالة مسافة متزايدة برتبة. وتحدد مسافات التنسيق بحساب تكراري للخسارة مع المسير من أجل قيم متزايدة للمسافة، إلى أن يتم الوصول إلى الخسارة اللازمة الدنيا أو إلى القيمة القصوى في حساب المسافة (انظر الفقرة 3.5.1).

وتنطلق الطريقة التكرارية دوماً من قيمة محددة للمسافة الدنيا  $d_{min}$  (km)، ثم يجري التكرار بخطوات ثابتة قدرها  $s$  (km) لقيم المسافات المتزايدة. ويوصى بأن تكون الخطوة مساوية 1 km.

#### 4.1 سيناريوهات التشارك

تشرح الفقرات الفرعية التالية الفرضيات الأساسية لمختلف سيناريوهات التشارك بين المحطات الأرضية، ويجب قراءتها بالتوازي مع المعلومات الواردة في الجدول 1 وفي الفقرة 6.1 التي تقدم بعض التوجيهات بشأن رسم كفاف التنسيق. ويفترض أن المحطات الأرضية التي تحددت حولها مناطق التنسيق، إلا فيما يتعلق بالحالات المشار إليها في الفقرات من 5.4.1 إلى 9.4.1، هي محطات أرضية ثابتة مرخص لها أن تعمل في موقع واحد ثابت دائم.

##### 1.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

بالنسبة إلى محطة أرضية تعمل مع محطة فضائية في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض، تبدو المحطة الفضائية ساكنة بالنسبة إلى الأرض. ومع ذلك فإن التغيرات في قوى الثقالة التي تؤثر في المحطة الفضائية وصعوبات الحفاظ على الموقع تدل على أن الملاحظات المدارية للمحطة الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض ليست ثابتة. وانتقال المحطة الفضائية عن موقعها المداري الاسمي في الاتجاه شرق/غرب (التفاوت المسموح في خط الطول) تحدده لوائح الراديو (انظر الأرقام من 6.22 إلى 18.22)، ولكن لا توجد أي قيمة تحدد انتقال المحطة في الاتجاه شمال/جنوب (انزياح زاوية الميل).

إن تخفيف الحفاظ على الموقع في الاتجاه شمال/جنوب لمحطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض يسمح لمدارها أن يميل، وأن يتزايد ميله تدريجياً مع الزمن. وعليه يتعين أن يؤخذ في الاعتبار مدى تحرك هوائي المحطة الأرضية، عند تحديد منطقة التنسيق. وإذا ما كانت المحطة الأرضية تعمل مع محطات فضائية متعددة في مدارات مائلة قليلاً، يتعين النظر في جميع اتجاهات تسديد محور الحزمة الرئيسية للهوائي، واستخدام زاوية الارتفاع الدنيا لكل سمت. ثم إن اتجاه تسديد الهوائي للمحطة الأرضية، وإن كان يتغير مع الزمن من الناحية العملية، إلا أن هذا الهوائي يمكنه أن يسدد في نفس الاتجاه الواحد لفترة زمنية طويلة. لذلك يفترض أن كسب هوائي المحطة الأرضية في اتجاه الأفق هو ثابت. وفي حالة محطات أرضية تعمل مع محطة فضائية واقعة في مدار مثل المدار الموصوف أعلاه، يمكن للانطلاق من افتراض الكسب ثابتاً في اتجاه الأفق، بينما تزداد زاوية الميل، أن يؤدي إلى تقدير حريص متحفظ لمنطقة التنسيق، ويتزايد هذا التقدير تحفظاً مع تزايد زاوية الميل.

ويتم تحديد منطقة التنسيق لمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 1.2.

##### 2.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

تستطيع المحطات الأرضية التي تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض أن تستخدم هوائياً اتجاهياً أو لا اتجاهياً. وفوق ذلك فإن المحطات الأرضية التي تستخدم هوائياً اتجاهياً تستطيع تتبع مسير محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في مدارها.

يفترض أن كسب الهوائي في اتجاه الأفق (الأفقي) يكون ثابتاً، في حالة محطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، ولكن هذا الكسب يتغير مع الزمن، عندما يتتبع هوائي المحطة الأرضية مسير محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في مدارها. وعليه يلزم أن يقدر التغير مع الزمن الذي يصيب الكسب الأفقي للهوائي وفق كل سمت حتى يمكن تحديد منطقة التنسيق. وهذا الإجراء مشروح في الفقرة 2.2.

وفيما يتعلق بمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تؤدي حركة هوائي التتبع الذي كسبه مرتفع نسبياً إلى خفض احتمال حدوث تداخل ناجم عن آليات أسلوب الانتشار (2)، وبالتالي تكون المسافات اللازمة في هذا الأسلوب أقل نسبياً. وستوفر مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  (انظر الفقرة 3.5.1) الحماية الكافية في هذه الحالات. وبالتالي يُعتبر الكفاف في أسلوب الانتشار (2) مطابقاً لدائرة يساوي نصف قطرها مسافة التنسيق الدنيا. ولا تكون الحسابات الخاصة بأسلوب الانتشار (2) مطلوبة في هذه الظروف وتتحدد منطقة التنسيق فقط باستخدام إجراء أسلوب الانتشار (1) الوارد في الفقرة 2.2 فقط.

وتكون الحالة هي نفسها بشأن محطات أرضية عاملة مع محطة فضائية غير مستقرة وتستخدم هوائياً لا اتجاهياً، أي تكون المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (2)، وبسبب كسب الهوائي الضعيف، أقل من مسافة التنسيق الدنيا. وعليه يكون كفاف التنسيق



في أسلوب الانتشار (2) وفي حالة هوائي لا اتجاهي منطبقاً هنا أيضاً على دائرة يساوي نصف قطرها المسافة الدنيا  $d_{min}$ ، وتتحدد مسافة التنسيق فقط باستخدام إجراء أسلوب الانتشار (1) الوارد في الفقرة 1.1.2 فقط.

وفيما يتعلق بمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وتستخدم هوائياً اتجاهياً غير متتبع، تكون احتمالات حدوث تداخل ناجم عن أسلوب الانتشار (2) هي نفس الاحتمالات لحدوثه في حالة محطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وعليه تتحدد منطقة التنسيق في حالة هوائي اتجاهي غير متتبع، باستخدام إجراءات أسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2) الواردة في الفقرة 1.2.

#### 3.4.1 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة وغير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على السواء

فيما يتعلق بمحطات أرضية مهيأة لكي تعمل أحياناً مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وأحياناً أخرى مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تحدد مناطق تنسيق منفصلة لكل نمط من التشغيل: فتحدد منطقة التنسيق لمخطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 1.2، بينما تحدد منطقة التنسيق لمخطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 2.2. ويشار في كل مرة إلى النسبة المئوية من الوقت  $p$  التي تمثل كامل المدة التي يفترض في محطة الاستقبال الأرضية أن تتركسها لاستقبال الإشارات القادمة من محطات فضائية مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، حسب الحالة.

#### 4.4.1 محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال

فيما يتعلق بمحطات أرضية عاملة في بعض نطاقات الترددات، فقد توجد بعض التوزيعات مع تساوي الحقوق على خدمات فضائية تعمل في الاتجاه أرض-فضاء وأخرى في الاتجاه فضاء-أرض. وفي مثل هذه الحالة، عندما توجد محطتان أرضيتان تعملان في اتجاهي الإرسال المتعاكسين، يكفي تحديد منطقة التنسيق لمخطة الإرسال الأرضية لأن محطات الاستقبال الأرضية سوف تؤخذ بالحسبان تلقائياً. وعليه، يتعين على محطة استقبال أرضية عاملة في نطاق ترددات موزع على اتجاهي الإرسال ألا تجري التنسيق مع محطة إرسال أرضية إلا إذا كانت تقع داخل حدود منطقة التنسيق لمخطة إرسال أرضية.

وفيما يتعلق بمحطة إرسال أرضية عاملة مع سواتل مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، في نطاق ترددات موزع على اتجاهي الإرسال، تتحدد منطقة التنسيق وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 3.

#### 5.4.1 محطات أرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية

فيما يتعلق بمحطات أرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية تعمل في النطاقات غير المخطط لها، تحدد منطقة التنسيق بتوسيع حدود منطقة الخدمة المعينة لكي تعمل المحطات الأرضية داخلها، بقدر مسافة تساوي مسافة التنسيق المحسوبة على أساس محطة أرضية نموذجية في الخدمة الإذاعية الساتلية. وعند حساب مسافة التنسيق لا يمكن افتراض توفر حماية إضافية من زاوية ارتفاع الأفق للمحطة الأرضية، أي نجعل  $(A_h = 0 \text{ dB})$  في المرفق 1 للملحق 1، لجميع السموت حول المحطة الأرضية.

#### 6.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة (ما عدا المتنقلة للطيران)

فيما يتعلق بمحطة أرضية في الخدمة المتنقلة (ما عدا المتنقلة للطيران)، تحدد منطقة التنسيق بتوسيع حدود منطقة الخدمة المعينة لكي تعمل داخلها المحطات الأرضية المتنقلة (ما عدا المتنقلة للطيران)، بقدر مسافة تساوي مسافة التنسيق التي يمكن تمثيلها بمسافة تنسيق معينة مسبقاً أو يمكن حسابها. وعند حساب مسافة التنسيق (انظر الجدول 17) لا يمكن افتراض توفر حماية إضافية من زاوية ارتفاع الأفق للمحطة الأرضية، أي نجعل  $0 = A_h \text{ dB}$  في المرفق 1 للملحق 1، لجميع السموت حول المحطة الأرضية.

#### 7.4.1 محطات أرضية في الخدمة المتنقلة للطيران

فيما يتعلق بمحطات أرضية في الخدمة المتنقلة للطيران، تحدد منطقة التنسيق بتوسيع حدود منطقة الخدمة المعينة لكي تعمل داخلها المحطة الأرضية في الخدمة المتنقلة للطيران، بقدر مسافة تساوي مسافة التنسيق المعينة مسبقاً المناسبة (انظر الجدول 17) لمختلف الخدمات.

#### 8.4.1 المحطات الأرضية القابلة للنقل

تُحسب منطقة التنسيق لمحطة أرضية قابلة للنقل في كل موقع على حدة.

#### 9.4.1 المحطات الأرضية الثابتة العاملة في مواقع غير محددة ضمن منطقة خدمة

حيثما يُسمح بتنسيق المحطات الأرضية على أساس المنطقة، تُستخدم الطريقة التالية.

وفي المحطات الأرضية الثابتة العاملة في مواقع غير محددة داخل منطقة الخدمة التي تحددها الإدارة، تحدد منطقة التنسيق من خلال توسيع محيط منطقة الخدمة هذه إلى مسافة التنسيق القصوى (انظر الفقرة 3.4). ومن المسلم به أن هذا النهج متحفظ وأن الضرورة تدعو لإجراء المزيد من الدراسات في المستقبل. ونظراً لهذا النهج المتحفظ في تحديد الجهة التي يتعين التنسيق معها، وفي حين يجري العمل على تطوير هذه الدراسات، تُشجع الإدارات على وضع اتفاقات ثنائية فيما يتعلق بتنفيذ هذه المحطات الأرضية من أجل تقليل عدد المحطات الأرضية التي تتطلب التنسيق تفصيلاً إلى أدنى حد، ولا سيما حيث يرجح أن تقل مسافات الانتشار كثيراً عن مسافة التنسيق القصوى.

#### 5.1 مفاهيم أسلوب الانتشار

فيما يتعلق بأسلوب الانتشار وحسب المتطلبات الملازمة لكل سيناريو من سيناريوهات التشارك (انظر الفقرة 4.1)، يجب تحديد الخسارة المتوقعة على المسير، وهي ترتبط بعدد من آليات الانتشار.

يمكن أن يُعزى حدوث التداخل إلى عدة آليات انتشار، فتسود هذه أو تلك من الآليات، حسب المناخ والتردد الراديوي والنسبة المئوية المعتبرة من الوقت والمسافة وتضاريس المسير. وفي أي لحظة من الزمن، يمكن أن توجد واحدة من هذه الآليات أو بعض منها. وآليات الانتشار المعتبرة في هذا الملحق لتحديد احتمال حدوث التداخل هي التالية:

- الانعراج: الخسارات التي تحدث بالانعراج فوق الأفق الطبيعي المحلي للمحطة الأرضية. وتسمى هذه الظاهرة فيما يلي "تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية". ويعتبر ما يتبقى من المسير على طول كل نصف قطر مسطحاً، وأنه لا يعاني من أي خسارة إضافية تحدث بالانعراج.
- الانتثار التروبوسفيري: تحدد هذه الآلية سوية تداخل "الخلفية" للمسيرات التي تزيد على 100 km والتي يصبح بعدها مجال الانعراج ضعيفاً جداً.
- الجريان الموجه السطحي: هذا هو أهم آلية تداخل قصير الأمد يشاهد فوق سطح الماء أو فوق المناطق البرية الساحلية المسطحة، وقد يكون هو مصدراً لإشارات كبيرة الشدة على المسافات الطويلة التي تزيد أحياناً على 500 km وقد تتجاوز مثل هذه الإشارات في بعض الظروف السوية المكافئة للانتشار في "الفضاء الحر".
- الانعكاس أو الانكسار على الطبقات العلوية: معالجة الانعكاس و/أو الانكسار على الطبقات التي قد تصل ارتفاعاتها إلى بضع مئات من الأمتار هي آلية مهمة تتيح للإشارات تجنب الخسارات بالانعراج الناجم عن التضاريس لأن هندسة المسير تكون مناسبة. وهنا أيضاً قد يكون التأثير كبيراً على المسافات الطويلة.
- الانتثار بالماء الجوي: قد يكون الانتثار بالماء الجوي مصدراً محتملاً للتداخل بين مرسلات محطات الأرض وبين المحطات الأرضية، لأنه يعمل بصورة متناحية فيكون له بالتأكيد تأثير، سواء وقع الحجم المشترك على أو خارج مسير التداخل

على طول الدائرة الكبرى بين المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وبين محطات الأرض أو محطات الاستقبال الأرضية الأخرى العاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

وتصنف ظواهر الانتشار في هذا المرفق وفق أسلوبيين:

- أسلوب الانتشار (1): ظواهر الانتشار في الجو الصافي (الانتشار التروبوسفيري وظاهرة الانتشار الموجه والانعكاس/الانكسار على الطبقات والامتصاص الغازي وتأثير الحجب بالتضاريس الأرضية). وتقتصر هذه الظواهر على الانتشار على طول مسير الدائرة الكبرى.
- أسلوب الانتشار (2): الانتشار بالماء الجوي.

### 1.5.1 أسلوب الانتشار (1)

قُسم مدى الترددات المطبق إلى ثلاثة أجزاء من أجل تعيين المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (1):

- الترددات VHF/UHF (الموجات المترية والديسيمترية) الممتدة من MHz 100 إلى MHz 790، ونسب مئوية من الوقت محصورة بين 1% و 50% من سنة متوسطة: ويستند نموذج الانتشار إلى بيانات الرصد التي تتضمن جميع آليات أسلوب الانتشار (1) عدا تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية (الذي يطبق على نحو منفصل).
- الترددات الممتدة من MHz 790 إلى GHz 60، ونسب مئوية من الوقت محصورة بين 0,001% و 50% من سنة متوسطة: يراعي نموذج الانتشار التروبوسفيري وظاهرة الانتشار الموجه والانعكاس/الانكسار على الطبقات، وتجري حسابات منفصلة لكل من آليات أسلوب الانتشار (1).
- الترددات الممتدة من GHz 60 إلى GHz 105، ونسب مئوية من الوقت محصورة بين 0,001% و 50% من سنة متوسطة: ويستند نموذج الانتشار إلى الخسارة في الفضاء الحر وإلى تقدير متحفظ للامتصاص الغازي، كما يحسب حساب تعزيزات الإشارة في نسب مئوية ضئيلة من الوقت.

يحسب تغير الخسارة المتوقعة على المسير والناجم عن زاوية ارتفاع الأفق حول محطة أرضية بواسطة الطريقة المشروحة في الفقرة 1 من المرفق 1 للملحق 1، باستخدام زوايا ارتفاع الأفق والمسافات على طول مختلف أنصاف الأقطار حول المحطة الأرضية. وتؤخذ بالحسبان الخسارة الناتجة عن خصائص الأفق، في حالة الترددات المحصورة بين MHz 100 و GHz 105، فتدخل في قيمة الخسارة المتوقعة في أسلوب الانتشار (1)، إلا إذا كان استعمالها محظوراً صراحة في سيناريو خاص من سيناريوهات التشارك (انظر الفقرات 5.4.1 و 6.4.1 و 47.1 و 9.4.1).

وفيما يتعلق بتعيين المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)، جرى تقسيم العالم إلى أربع مناطق مناخية راديوية أساسية هي:

- المنطقة A1: هي منطقة برية ساحلية، أي برّ مجاور للمنطقة B أو للمنطقة C (انظر أدناه) حتى ارتفاع يصل إلى 100 m فوق السوية المتوسطة لسطح البحر أو المياه، ولكنها محدودة بمسافة قصوى قدرها 50 km عن المنطقة B أو المنطقة C الأقرب إليها. وفي غياب معطيات دقيقة عن كفاف السوية 100 m يمكن استخدام قيمة قريبة (300 قدم مثلاً). ويمكن أن تضم إلى المنطقة A1<sup>4</sup> المناطق الواسعة التي تبلغ مساحتها على الأقل 7 800 km<sup>2</sup> وتقع في البر الداخلي وتحتوي على بحيرات صغيرة عديدة أو على شبكة من الأنهار بحيث يغطي الماء أكثر من 50% من مساحتها، ويقع أكثر من 90% من برها فوق السوية المتوسطة لسطح الماء بأقل من 100 m.
- المنطقة A2: هي كل البر الآخر الذي لا يشمل المناطق البرية الساحلية المقصودة في المنطقة A1 أعلاه.
- المنطقة B: البحار "الباردة" والمحيطات والرقع المائية الداخلية الواسعة الواقعة عند خطوط عرض تزيد على 30°، باستثناء البحر الأبيض المتوسط والبحر الأسود. وتعرف الرقعة المائية الداخلية "الواسعة" لأغراض إدارية تهم التنسيق بأنها رقعة

<sup>4</sup> يمكن أن تعلن الإدارات عن هذه المناطق الإضافية بأنها مناطق ساحلية A1 حتى يمكن إدخالها ضمن خريطة العالم الرقمية الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-R).

تقل مساحتها عن  $7\,800\text{ km}^2$ ، باستبعاد مناطق الأنهار. وتعتبر الجزر الواقعة في هذه الرقع المائية كأنها مياه في حساب هذه المساحة إذا كان أكثر من 90% من مساحتها يقع فوق السوية المتوسطة لسطح الماء بأقل من 100 m. والجزر التي لا تستوفي هذه المعايير تصنف في عداد البر لأغراض حساب مساحة المياه.

- المنطقة C: البحار "الدافئة" والمحيطات والرقع المائية الداخلية الواسعة الواقعة عند خطوط عرض تقل عن  $30^\circ$ ، بما فيها البحر الأبيض المتوسط والبحر الأسود.

### 2.5.1 أسلوب الانتشار (2)

فيما يتعلق بتعيين المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)، يمكن تجاهل التداخل الناجم عن الانتشار بالماء الجوي عند الترددات التي تقل عن 1 000 MHz وتزيد على 40,5 GHz خارج مسافة التنسيق الدنيا (انظر الفقرة 1.3.5.1). فسوية الإشارة التي تعاني من الانتشار تكون ضعيفة جداً تحت 1 000 MHz، وأما فوق 40,5 GHz، فعلى الرغم من حدوث انتشار شديد إلا أن الإشارة تضعف كثيراً على طول المسير بين حجم الانتشار ومحطة الأرض أو محطة الاستقبال الأرضية. ولا علاقة لتأثير الحجب بالتضاريس الأرضية بأسلوب الانتشار (2)، لأن مسير التداخل يمر عن طريق الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية التي تجري التنسيق.

### 3.5.1 حدود المسافة

يحتاج تقدير أثر التداخل على أنظمة الأرض والأنظمة الفضائية غالباً إلى الأخذ بالحسبان معايير التداخلين طويل الأمد وقصير الأمد. وتتمثل هذه المعايير عامة بقدرة تداخل مسموح بها يجب عدم تجاوزها خلال أكثر من نسبة مئوية معينة من الوقت.

فمعيار التداخل طويل الأمد (الذي يقابل نسباً مئوية من الوقت تساوي أو تزيد على 20%) يسمح بالتقيد بهدف أداء الأخطاء (للأنظمة الرقمية) وهدف أداء الضوضاء (للأنظمة التماثلية) ليلي معايير التداخل المحددة على المدى الطويل. ويقابل هذا المعيار عامة مستوى تداخل ضعيف، لذلك يحتاج الأمر إلى درجة عالية من العزل بين المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وبين محطات الأرض أو محطات الاستقبال الأرضية الأخرى العاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

بينما يقابل معيار التداخل قصير الأمد سوية تداخل أكثر ارتفاعاً، وهو مصحوب عادة بنسبة مئوية من الوقت محصورة بين 0,001% و1% وينتج عنه عدم تيسر النظام المعرض للتداخل أو تجاوز لأهداف التداخل قصير الأمد المحددة (معدل الخطأ أو الضوضاء).

ولا يعالج الملحق 1 والملحق 2 إلا حماية المعيار قصير الأمد. ويفترض ضمناً أن تلبية المعيار قصير الأمد تحقق بالتالي تلبية كل معيار مصاحب طويل الأمد. وقد لا يبقى هذا الافتراض صالحاً على المسافات القصيرة، لأن آثاراً أخرى للانتشار (انعراج وانتشار بالمباني/التضاريس، إلخ) تظهر، وتحتاج إلى تحليل أكثر تفصيلاً. لذلك لا بد من تعيين مسافة تنسيق دنيا لاجتناب هذه المشكلة، وتكون مسافة التنسيق الدنيا دائماً تساوي أصغر قيمة لمسافة التنسيق المستعملة. وفي المسافات التي تساوي أو تفوق مسافة التنسيق الدنيا، يفترض بأن التداخل الناجم عن آثار الانتشار المستمر (الطويل الأمد) يجب ألا يتجاوز السويات المرخص بها وفقاً للمعايير الطويلة الأمد.

وبالإضافة إلى مسافة التنسيق الدنيا، يجب تعيين حد أعلى لمسافة الحساب. فمسافة التنسيق وفق كل سمت يجب أن تكون محصورة بين قيمتي مسافة التنسيق الدنيا ومسافة الحساب القصوى.

### 1.3.5.1 مسافة التنسيق الدنيا

للأسباب المعروضة في الفقرة 3.5.1، يلزم وضع حد أدنى لمسافة التنسيق هو  $d_{min}$ . والحساب التكراري لمسافة التنسيق ينطلق دوماً من هذه المسافة الدنيا التي تتغير مع عوامل الأرصاد الجوية الراديوية ومع نطاق الترددات (انظر الفقرة 2.4). وهذه المسافة الدنيا هي نفسها التي تستخدم في حسابات أسلوب الانتشار (1) و(2).

### 2.3.5.1 مسافة الحساب القصوى

يحتاج الأمر في أسلوب انتشار (1) و(2) إلى مسافات الحساب القصوى. ففي أسلوب الانتشار (1) تقابل هذه المسافة مسافة التنسيق القصوى  $d_{max1}$  (المعرفة في الفقرة 3.4) في كل واحدة من المناطق المناخية الراديوية الأربع. فمسافة الحساب القصوى في أسلوب الانتشار (1) تتوقف إذاً على المناطق المناخية الراديوية التي يجتازها مسير الانتشار، كما هو مبين في الفقرة 3.4. بينما تعطي الفقرة 2 من المرفق 2 للملحق 1 مسافة الحساب القصوى في أسلوب الانتشار (2).

### 6.1 كفاف التنسيق: مفاهيمه ورسمه

مسافة التنسيق التي تعيّن وفق كل سمت حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق هي التي تحدد كفاف التنسيق الذي يحيط بمنطقة التنسيق. وهي محصورة بين مسافة التنسيق الدنيا ومسافة الحساب القصوى.

وتسمح الإجراءات الواردة في هذا المرفق بتعيين المسافة التي تكون عندها الخسارة اللازمة الدنيا مساوية للخسارة المتوقعة على المسير. وفوق ذلك تقتضي بعض الإجراءات<sup>5</sup> بأن تؤخذ كبرى المسافتين المحسوبتين في أي سمت لأسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2) لتستخدم في تحديد كفاف التنسيق. وفي كلتا الحالتين يمكن للمسافة التي تتساوى عندها الخسارة اللازمة الدنيا مع الخسارة المتوقعة على المسير، أن تقع أو لا تقع ضمن مجال القيم الصالحة لتعيين حدود مسافة التنسيق. والمسافة التي تتحدد بعد تطبيق جميع الإجراءات تسمى المسافة اللازمة.

وتحدد منطقة التنسيق وفقاً لإحدى الطرائق التالية:

- حساب مسافات التنسيق وفق جميع اتجاهات السمت بدءاً من المحطة الأرضية، ثم رسم كفاف التنسيق بنسبة قياس صحيحة على خريطة مناسبة؛ أو
  - توسيع منطقة الخدمة في جميع الاتجاهات بمسافة تساوي مسافة (مسافات) التنسيق المحسوبة؛ أو
  - توسيع منطقة الخدمة في جميع الاتجاهات، في بعض الخدمات وبعض نطاقات الترددات، بمسافة تساوي مسافة التنسيق المعينة مسبقاً.
- وإذا كان كفاف التنسيق يتضمن مؤثرات تداخل محتملة في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2)، تؤخذ المسافة اللازمة وفق جميع السموت مساوية للمسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) أو في أسلوب الانتشار (2)، أيهما أكبر.
- تستند سيناريوهات التشارك والإجراءات المختلفة المعروضة في هذا الملحق إلى افتراضات مختلفة. وعليه فمنطقة التنسيق الموضوعية لأحد سيناريوهات التشارك يرجح أن تستند إلى اعتبارات تشارك ومسيرات تداخل وتقييدات تشغيل تختلف عن التي تستعمل لسيناريو تشارك مختلف آخر. إذاً يجب تحديد مناطق تنسيق منفصلة لكل واحد من سيناريوهات التشارك الموصوفة في الفقرة 4.1، وتكون كل منطقة تنسيق مختصة بخدمات الاتصال الراديوي التي يغطيها سيناريو التشارك الذي وضعت له. وفوق ذلك لا يمكن استخدام منطقة تنسيق موضوعية لواحد من سيناريوهات التشارك لتحديد اتساع الآثار المحتملة على خدمات الاتصال الراديوي التي يغطيها سيناريو تشارك مختلف آخر. وعليه فالمحطة الأرضية التي تجري التنسيق وهي تعمل في نطاق ترددات موزع على اتجاهي الإرسال وموزع أيضاً على خدمات الأرض يكون لها إذاً منطقتا تنسيق منفصلتان:
- منطقة تنسيق لتحديد الإدارات التي يحتل لخدمات الأرض التابعة لها أن تتأثر تأثيراً غير مؤات من اشتغال المحطة الأرضية التي تجري التنسيق؛
  - ومنطقة تنسيق لتحديد الإدارات التي يحتل لمحطات الاستقبال الأرضية التابعة لها أن تتأثر تأثيراً غير مؤات من اشتغال المحطة الأرضية (المرسلة) التي تجري التنسيق.

<sup>5</sup> وتستخدم الإجراءات ذاتها للحصول على الألفة الإضافية والألفة المساعدة (انظر الفقرتين 1.6.1 و 2.6.1).

ويظهر مما سبق أن تحديد منطقة تنسيق محطة أرضية يقتضي أن تحدد عامة عدة مناطق تنسيق منفردة، وأن ترسم كل منها على خريطة منفصلة. فمثلاً في حالة محطة أرضية ترسل إلى محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 10,7-11,7 GHz، ينبغي وضع مناطق التنسيق التالية حيال:

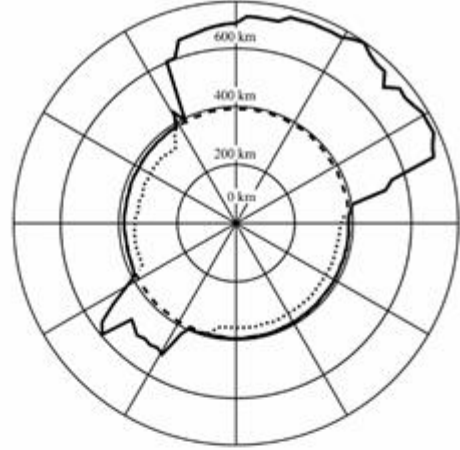
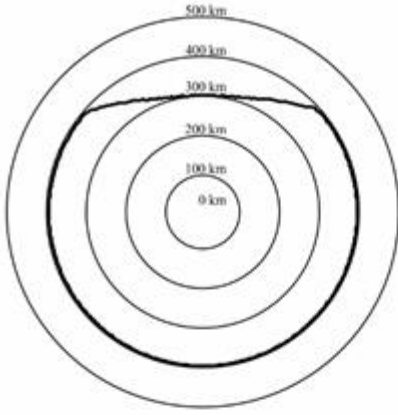
- خدمات الأرض التماثلية التي تستقبل في النطاق نفسه، وبذلك تؤخذ بالحسبان الآثار المحتمل حدوثها في مسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2)؛
  - محطة أرضية تعمل مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وتستقبل في النطاق نفسه، وبذلك تؤخذ بالحسبان الآثار المحتمل حدوثها من مسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2)؛
  - محطة أرضية تعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وتستقبل في النطاق نفسه، وبذلك تؤخذ بالحسبان الآثار المحتمل حدوثها من مسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (1).
- وترسم أيضاً أكفة تنسيق منفصلة إذا كانت المحطة الأرضية ترسل وتستقبل في نطاقات ترددات مستعملة بالتشارك مع خدمات للأرض. وفيما يتعلق بالمحطات الأرضية العاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال، لا ترسم أكفة التنسيق حيال محطات أرضية أخرى إلا لمحطة إرسال أرضية (انظر الفقرة 4.4.1).

ويقدم الشكل 2 أمثلة من أكفة التنسيق لكل واحد من سيناريوهات التشارك المشروحة في الفقرة 4.1. ويلاحظ في بعض هذه السيناريوهات أن كفاف التنسيق (الممثل بخط متصل) الذي يحيط بكل منطقة تنسيق يرسم بنفس الكيفية. وأما في سيناريوهات التشارك التي يجب أن تؤخذ فيها بالحسبان مسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2)، فيمكن أن يرسم بخط منقطع جزء الكفاف المتعلق بأسلوب الانتشار (1) وكذلك جزؤه المتعلق بأسلوب الانتشار (2) الواقعان داخل كفاف التنسيق الإجمالي.

ويمكن أن ترسم، بالإضافة إلى كفاف التنسيق، أكفة إضافية وأكفة مساعدة (انظر الفقرتين 1.6.1 و 2.6.1) لتسهيل المناقشات المستفيضة التي تستهدف التشارك. وترسم الأكفة الإضافية من أجل المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وتشارك في نطاقات الترددات مع خدمات أخرى للاتصال الراديوي أو مع أنماط أخرى من أنظمة الاتصال الراديوي في الخدمة ذاتها والتي تكون فيها معايير التشارك أقل صرامة من المعايير المنطبقة على نظام الاتصال الراديوي المستخدم لإنجاز منطقة التنسيق. ولكي ترسم هذه الأكفة الإضافية يمكن استخدام نفس الطريقة المستعملة لكفاف التنسيق، أو طرائق أخرى متفق عليها بين الإدارات على أساس ثنائي. وبشأن الأكفة المساعدة، فالافتراضات المتعلقة بمسيرة التداخل لمحطات الأرض المجهولة أو للمحطات الأرضية أو المتعلقة بتقييدات تشغيل هذه المحطات تكون أقل تحفظاً وحرصاً. فترسم أكفة مساعدة منفصلة لمسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2). وفي هذا السياق تسمى الأكفة التي ينطلق منها رسم كفاف التنسيق أكفة رئيسية، وتنسب الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2) إلى الكفاف الرئيسي المناسب. ويمكن أيضاً لمختلف الافتراضات، التي تستخدم لوضع الأكفة المساعدة لكفاف أسلوب الانتشار (1) أو لكفاف أسلوب الانتشار (2)، أن تستخدم للأكفة الإضافية، وعليه يمكن إذاً رسم أكفة مساعدة لكفاف رئيسي أو لكفاف إضافي.

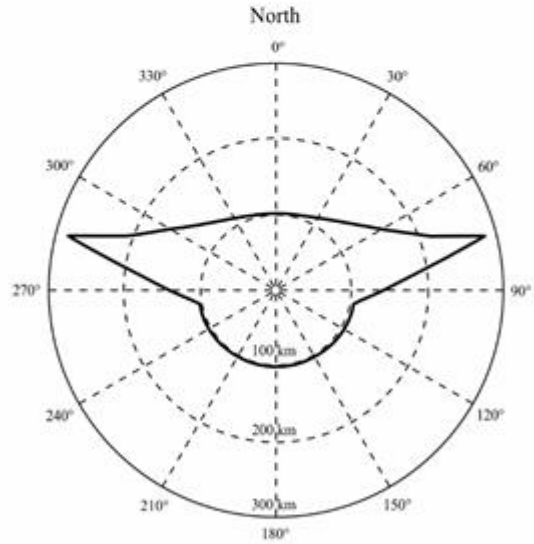
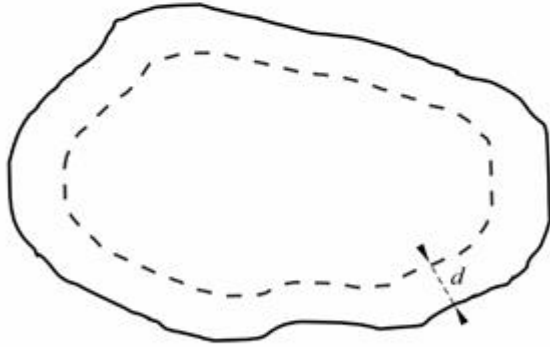
## الشكل 2

## أمثلة من أكفة التنسيق المتعلقة بسيناريوهات التشارك المعددة في الفقرة 4.1



(ب) مثال لكفاف تنسيق محطة أرضية مجهزة بهوائي تتبع، وتعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة للأرض في الفقرتين 1.4.1 و 3.4.1. وقد ينطبق هذا المثال على الفقرة 8.4.1 أيضاً.

(أ) مثال لكفاف تنسيق محطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) في الفقرتين 1.4.1 و 3.4.1. وقد ينطبق هذا المثال على الفقرة 8.4.1 أيضاً. ويتألف كفاف التنسيق المرسوم بالخط المتصل الخرجي من كفاف أسلوب الانتشار (1) ومن كفاف دائري لأسلوب الانتشار (2) وقد يكون كفاف أسلوب الانتشار (1) مثلاً أيضاً لكفاف محطة أرضية مجهزة بهوائي اتجاهي ليس هوائي تتبع، وتعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الفقرة 2.4.1



(د) مثال لكفاف تنسيق محطة أرضية عاملة في منطقة خدمة محددة في الفقرات 5.4.1 و 6.4.1 و 7.4.1 و 9.4.1. وهذا الكفاف مرسوم بالخط المتصل الخرجي، ومنطقة الخدمة المحددة مرسومة بالخط المنقط. وقد تأخذ مسافة التنسيق  $d$  قيمة ثابتة أو قد تتغير مع السم، حسب سيناريو التشارك وتغط خدمة الاتصال الراديوي.

(ج) مثال لكفاف تنسيق محطة أرضية عاملة في نطاقات ترددات موزعة على اتجاهين في الفقرة 4.4.1. وقد ينطبق هذا المثال على الفقرة 8.4.1 أيضاً. وقد وضع كفاف التنسيق انطلاقاً من كفاف أسلوب الانتشار (1) لمحطة أرضية تجري التنسيق وتعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض حيال محطات أرضية مجهولة تعمل مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO). انظر التذييل 6 للملحق 1 بشأن كفاف أسلوب الانتشار (2)، في حالة GSO-GSO.

وترسم الأكفة الإضافية دائماً على خريطة مستقلة، لأنها تختص بأمط أخرى من أنظمة خدمة الاتصال الراديوي نفسها أو من أنظمة خدمات اتصال راديوي أخرى. ولما كانت مختلف الافتراضات المستخدمة لتحديد الكفاف الرئيسي أو الكفاف الإضافي تستخدم هي نفسها للأكفة المساعدة، فإن هذه الأكفة المساعدة ترسم دائماً على نفس الخريطة الموجود عليها الكفاف الرئيسي أو الكفاف الإضافي الموافق.

وبينما يساعد استعمال الأكفة الإضافية أو المساعدة على صياغة افتراضات أقل حرصاً وتحفظاً بشأن مسير التداخل وتقييدات التشغيل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، فإن المحطات الأرضية تستطيع إرسال أو استقبال مختلف أصناف البث. ولذلك فمعلومات المحطات الأرضية الواجب استخدامها لتحديد كفاف التنسيق وأي كفاف إضافي أو مساعد هي المعلومات التي تؤدي إلى أكبر المسافات لكل حزمة هوائي تابع لمحطة أرضية ولكل نطاق ترددات موزع تشاركه المحطة الأرضية التي تجري التنسيق مع أنظمة أخرى للاتصال الراديوي.

### 1.6.1 الأكفة الإضافية

تقوم منطقة التنسيق على اعتبارات التشارك ومسيرات التداخل وتقييدات التشغيل في أسوأ حالة. ومن ثم، تُحدد منطقة التنسيق حيال نط من محطات الأرض (أو في نطاق ترددات مع توزيع فضائي ثنائي الاتجاه، حيال محطة أرضية تعمل في الاتجاه المعاكس للإرسال) تكون مسافات التنسيق عنده هي الكبرى. وعليه، فقد افترض في حالة خدمات الأرض أن المحطات الثابتة التي تستخدم الانتثار التروبوسفيري تعمل في نطاقات ترددات يمكن أن تستخدمها مثل أنظمة الاتصال الراديوي هذه، كما افترض أن المحطات الثابتة التي تعمل في ترتيبات خط البصر وتستخدم التشكيل التماثلي هي عاملة في نطاقات ترددات أخرى. ومع ذلك، فقد تعمل في نفس المدى الترددي أيضاً أنظمة اتصال راديوي أخرى (مثل محطات أخرى للأرض)، تكون قيم كسب الهوائي فيها ضعيفة عادةً، أو معلومات نظام أقل صرامة من المعلومات التي استند إليها تحديد منطقة التنسيق وهكذا تستطيع الإدارة التي تسعى إلى التنسيق أن تحدد كفافاً إضافياً مستفيدة من طرائق أي من الفقرتين 2 أو 3 من المتن الرئيسي للملحق 1، إن كانت قابلة للتطبيق، أو من طرائق أخرى متفق عليها. وتستطيع هذه الأكفة الإضافية أن تلعب دور كفاف تنسيق لنمط آخر من أنظمة الاتصال الراديوي في الخدمة نفسها أو في خدمة أخرى للاتصال الراديوي، شريطة أن يعقد اتفاق ثنائي بين الإدارات المعنية.

ولكي يوضع كفاف إضافي لأنمط أخرى من الأنظمة، مثل الأنظمة الثابتة الرقمية، يمكن العثور على معلومات النظام اللازمة في أحد الأعمدة المجاورة في الجداول 14 و15 و16. وفي غياب معلومات نظام مناسبة، يمكن حساب قيمة قدرة التداخل المسموح بها  $P_r(p)$  عن طريق المعادلة الواردة في الفقرة (142) الواردة في الفقرة 2 من الملحق 2.

أما من الناحية الثانية فالإدارة التي تسعى إلى التنسيق تستطيع وضع أكفة إضافية، لكي تحدد مناطق أصغر استناداً إلى طرائق أكثر تفصيلاً، بغية تفحصها بعد عقد اتفاق ثنائي بين الإدارات المعنية. وقد تشكل هذه الأكفة أداة قيمة، للاستبعاد السريع لمحطات الأرض أو المحطات الأرضية من كل دراسة جديدة. وفي حالة محطات أرضية تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يمكن توليد الأكفة الإضافية بالاستعانة بالطريقة المشروحة في الفقرة 2.2.2 من هذا الملحق 1.

ويُرسوم الكفاف الإضافي في خريطة منفصلة عن كفاف التنسيق ويمكن أن يمتلك مجموعة أكفة إضافية خاصة به (انظر الفقرة 2.6.1). ويمكن أن تشمل الأكفة الإضافية على مسيرات تداخل في أسلوب الانتشار (1)، وعندما يسمح سيناريو التشارك بذلك، فهي تشمل أيضاً على مسيرات تداخل في أسلوب الانتشار (2). وعلاوة على ذلك، فإن العنصر المتعلق بأسلوب الانتشار (1) من الكفاف الإضافي، يمكنه أن يستعمل نفس العامل التصحيحي (انظر الفقرة 4.4) الذي استخدم في تحديد كفاف التنسيق، إن كان ذلك يناسب خدمة الاتصال الراديوي. وفي كل الأحوال يجب أن تقع جميع أجزاء كل كفاف إضافي في أو ما بين الكفاف المعرف بمسافة التنسيق الدنيا والكفاف الرئيسي المقابل لأسلوب الانتشار (1) أو أسلوب الانتشار (2).

### 2.6.1 الأكفة المساعدة

كما سبق الذكر، تقوم منطقة التنسيق على افتراضات التشارك ومسيرات التداخل وتقييدات التشغيل في أسوأ حالة. بيد أن التجربة العملية بينت أن مسافة الفصل اللازمة لمحطة أرضية تجري التنسيق وفق أي سمت، غالباً ما تكون أصغر بشكل محسوس من مسافة



التنسيق، نظراً إلى أن أسوأ الافتراضات لا تنطبق على جميع المحطات الأرضية أو على جميع محطات الأرض. ويعود الفرق بين مسافة الفصل في هذا السياق ومسافة التنسيق إلى آليتين رئيسيتين:

- كسب الهوائي لمحطة الأرض (أو القدرة المشعة المكافئة المتناحية e.i.r.p.)، أو كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية، في اتجاه المحطة الأرضية التي تجري التنسيق، يكون أصغر من الكسب الذي يفترض أثناء حساب كفاف التنسيق؛
- يمكن التحسب لهامش ما، مثلاً لمراعاة تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية الذي لم يؤخذ بالحسبان في حسابات مسافة التنسيق. تُرسم الأكفة المساعدة على الخريطة المستخدمة لنظام الاتصالات الراديوية الذي تنطبق عليه (أي الكفاف الرئيسي أو الإضافي حسب الاقتضاء)، ويتعين على الأكفة المساعدة أن تستخدم نفس الطريقة التي استخدمت في تحديد الكفاف الرئيسي أو الإضافي الموافق. وفوق ذلك يجب أن تقع جميع أجزاء كل كفاف مساعد بين الكفاف المعرف بمسافة التنسيق الدنيا والكفاف الرئيسي أو الإضافي الموافق أو على هذين الكفافين. واستعمال الأكفة المساعدة، يسهل كثيراً أن تزال من التنسيق المفصل محطات أرضية أو للأرض واقعة في منطقة التنسيق، كانت قد اعتبرت إذاً أنها قد تتأثر متأثراً غير مؤات من المحطة الأرضية التي تجري التنسيق. وكل محطة أرضية أو للأرض واقعة خارج كفاف مساعد، وكسب هوائها في اتجاه المحطة الأرضية التي تجري التنسيق يقل عن الكسب الذي يمتلئه الكفاف المساعد الموافق، يجب ألا تعتبر بعدئذ قادرة على أن تسبب تداخلات مهمة.

#### 1.2.6.1 الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (1)

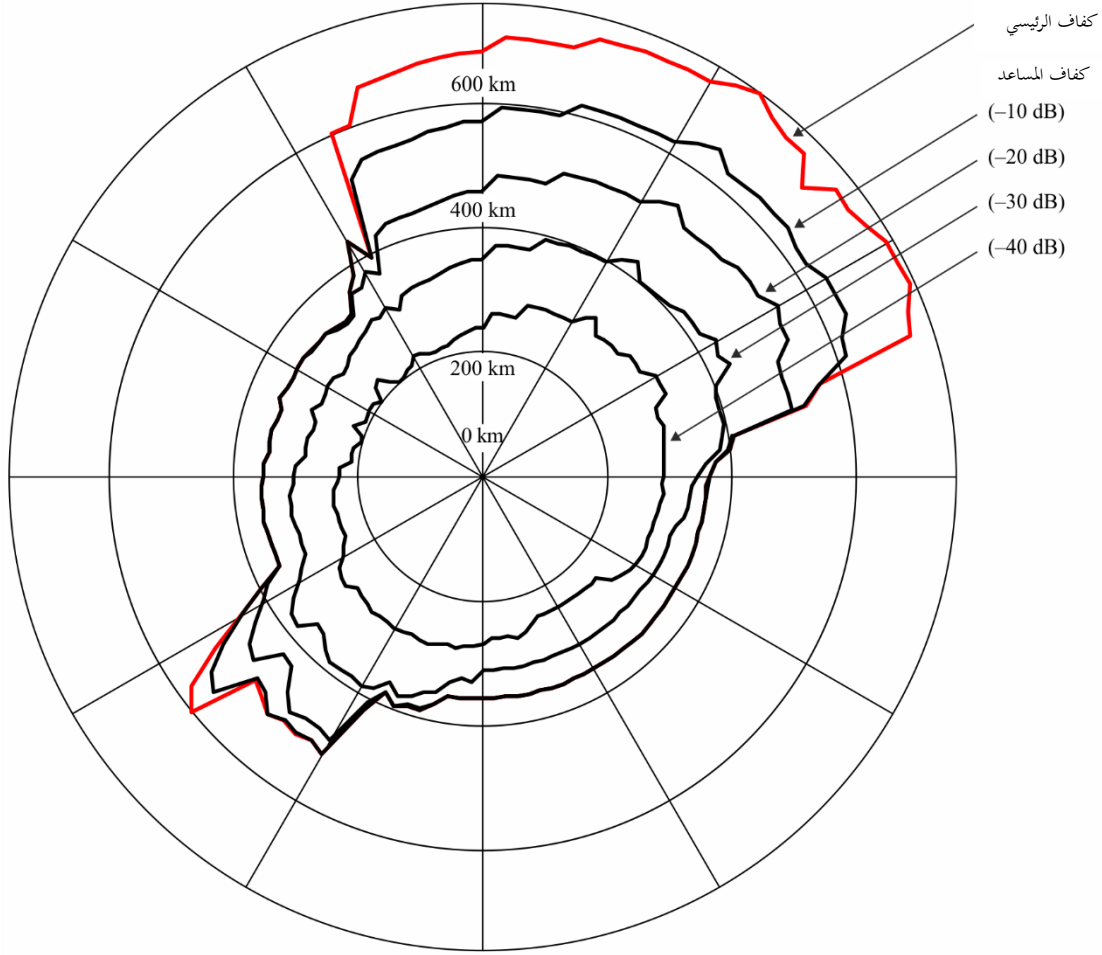
تحسب هذه الأكفة باستعمال نفس طريقة ما يقابلها من الكفاف الرئيسي أو الإضافي، ولكن بقيم الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1) المبينة في المعادلة (23) الواردة في الفقرة 4.4 من المتن الرئيسي للملحق، والتي يتم تخفيضها تدريجياً مثلاً بقدر 5 و 10 و 15 و 20 dB إلخ. عن القيمة المستخدمة للكفاف الرئيسي أو الإضافي، المفترضة في الجداول 14 و 15 و 16، الموافق في أسلوب الانتشار الرئيسي أو الإضافي (1)، إلى أن يتم بلوغ مسافة التنسيق الدنيا. إذن، تتيح الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (1) تلك الحالات التي يقل فيها كسب هوائي محطات الأرض أو قدرتها المشعة المكافئة المتناحية أو كسب هوائي محطات الأرض المستقبلية عن القيمة المفترضة في الجداول 14 و 15 و 16.

ولما كانت مسافات الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (1) محسوبة دون عامل تصحيحي (انظر الفقرة 4.4 من متن هذا الملحق)، فقد تأتي وفق أي سمت أعلى من الكفاف الرئيسي أو الإضافي الموافق في أسلوب الانتشار (1). وفي سبيل تجنب وقوع ذلك في الحالات التي يطبق فيها عامل تصحيحي على الكفاف الرئيسي أو الإضافي، فإن المسافات القصوى في الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (1) وفق كل السموت تبقى مقصورة على مسافات الكفاف الرئيسي أو الإضافي الموافق في أسلوب الانتشار (1). وبعبارة أخرى فإن العامل التصحيحي سيحدّ المجال المحتمل لقيم الكفاف المساعد، بحيث لا يظهر داخل الكفاف الرئيسي أو الإضافي إلا الأكفة المساعدة التي تزيد قيمها على العامل التصحيحي المطبق (انظر الشكل 3). فإذا كانت مثلاً قيمة العامل التصحيحي الذي يطبق على الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (1) تساوي 10 dB، يكون أول كفاف مساعد مرسوم يقابل تخفيضاً قدره 5 dB عن قيمة الخسارة اللازمة الدنيا، وتكون قيمة الكفاف المساعد بالتالي مساوية -15 dB (وتمثل الأكفة المساعدة اصطلاحاً بقيم سالبة لأنها توافق تخفيضاً في كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية أو للأرض أو في قيمة القدرة المشعة المكافئة المتناحية لمحطة الأرض).

وقد تدعو الحاجة لأن تؤخذ بالحسبان أيضاً آثار التداخل في أسلوب الانتشار (2)، حتى ولو كانت آثار التداخل في أسلوب الانتشار (1) قد أزيلت من التنسيق المفصل، لأن نموذجي الانتشار مبنيان على آليات تداخل مختلفة.

## الشكل 3

## الكفاف الرئيسي للأسلوب (1) والأكفة المساعد



يُظهر الكفاف المساعد للأسلوب (1) بالنسبة لتصحيحات القيم -10 و-20 و-30 و-40 dB في الخسارة اللازمة الدنيا

SM.1448-03

## 2.2.6.1 الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)

يحسب الكفاف في أسلوب الانتشار (2) حول محطة أرضية، بافتراض أن الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق والحزمة الرئيسية لمحطة الأرض تتقاطع تماماً (انظر الفقرة 3.1 من متن هذا الملحق)، ولكن يُستبعد وقوع تقاطع تام بين هاتين الحزمتين الرئيسيتين. وعليه يمكن أن ترسم الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) التي تأخذ بالحسبان أي انحراف في تسديد حزمة الهوائي لمحطة الأرض عن اتجاه المحطة الأرضية التي تجري التنسيق. وينتج عن هذا الانحراف تقاطع جزئي للحزمتين، وبالتالي احتمالات أقل لحدوث التداخل. وتحسب هذه الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) بالطريقة المشروحة في المرفق 7 للملحق 1.

لا ترسم الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) من أجل قيم مختلفة لكسب الهوائي أو للقدرة e.i.r.p. ولكن من أجل قيم مختلفة لزاوية تحاشي الحزمة. وعليه إذا كان الأمر يحتاج إلى تخفيض كل من قيمة كسب الهوائي أو قيمة القدرة e.i.r.p. التابعين لمحطة الأرض وللأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)، فإنه يجب أولاً تقدير أثر تخفيض كسب الهوائي أو القدرة e.i.r.p. على الكفاف في أسلوب الانتشار (2). ولذلك يرسم على خريطة مستقلة كفاف إضافي (انظر الفقرة 1.6.1) يقابل ما يخص محطة الأرض من قيمة مخفضة

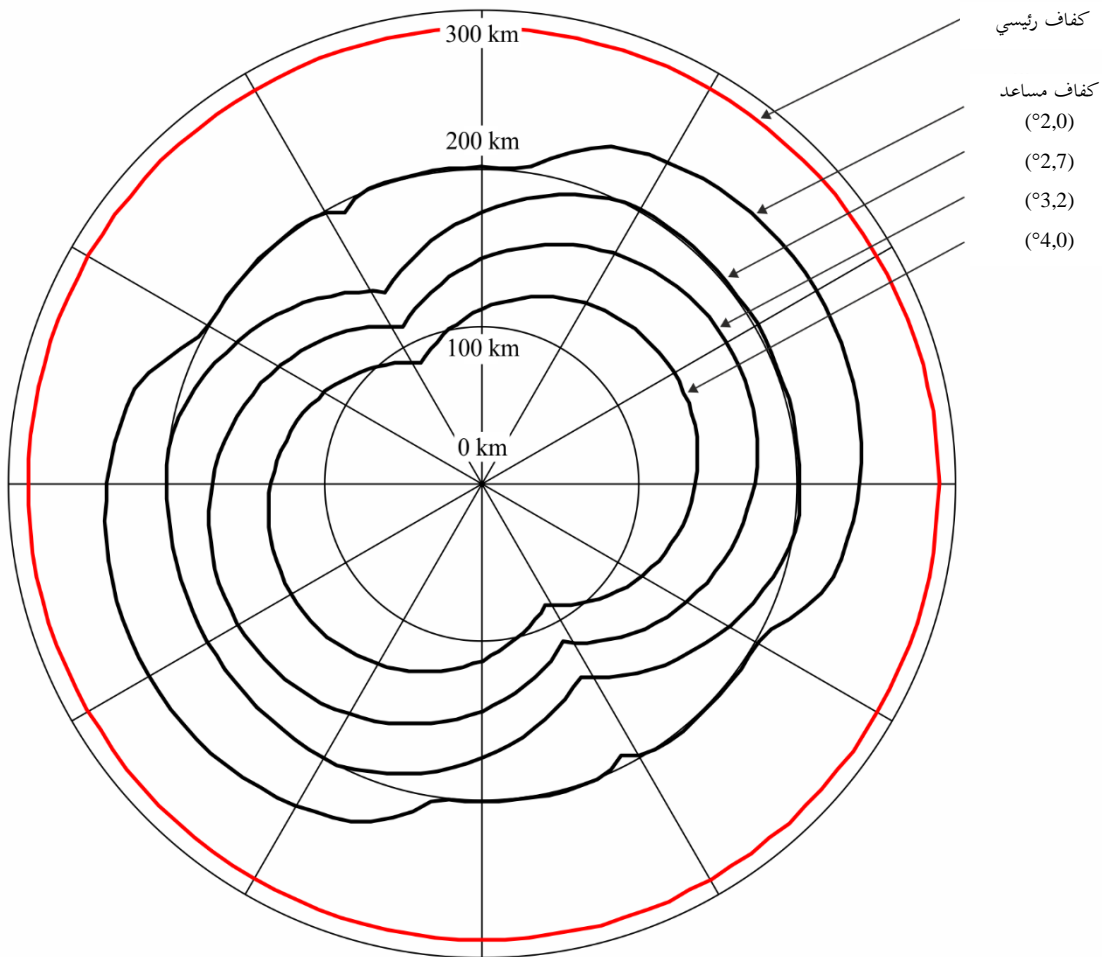
لكسب الهوائي أو للقدرة e.i.r.p. وعندئذ يمكن رسم أكفة مساعدة في أسلوب الانتشار (2) داخل هذا الكفاف الإضافي في أسلوب الانتشار (2) من أجل قيم مختلفة لزوايا تحاشي الحزمة. وعليه يمكن استعمال الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) استعمالاً كثيراً جداً مع كفاف إضافي بدلاً من استعمالها مع كفاف التنسيق.

ولا ينطبق العامل التصحيحي المدروس في الفقرة 3.1 من هذا الملحق على مسيرات التداخل في أسلوب الانتشار (2)، وهو بالتالي لا ينطبق أيضاً على الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2). وفوق ذلك لا يمكن أن ترسم أكفة مساعدة في أسلوب الانتشار (2) عندما يكون التوزيع على اتجاهي الانتشار.

وترسم أكفة مساعدة في أسلوب الانتشار (2) من أجل قيم مناسبة لزوايا تحاشي الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض (انظر الشكل 4). وعندما تكون خصائص الهوائي لمحطات الأرض معروفة، ينبغي استعمال مخطط الهوائي المناسب<sup>6</sup> لتحديد الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2). وفي غياب مثل هذا المخطط، يمكن استعمال مخطط الهوائي المرجعي المعطى في الفقرة 3 من المرفق 7 للملحق 1.

#### الشكل 4

#### الكفاف الرئيسي في أسلوب الانتشار (2) والأكفة المساعدة



تُظهر الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) لزوايا تحاشي الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض بقيم 2,0° و 2,7° و 3,2° و 4,0°، على التوالي

SM.1448-04

<sup>6</sup> في هذه الطريقة، يجب أن يكون مخطط الهوائي رتيباً من حيث تخفيض الكسب على جانبي محور الحزمة الرئيسية.

## 2 تحديد منطقة التنسيق لمحطة أرضية حيال محطات للأرض

يعرض هذا القسم الإجراءات الواجب استعمالها لتحديد منطقة التنسيق في حال المحطات الأرضية التي تتشارك نطاقات الترددات مع محطات للأرض. وتغطي هذه الإجراءات حالات المحطات الأرضية العاملة مع محطات فضائية مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وهي مشروحة في الفقرات التالية.

وفيما يتعلق بالمحطات الأرضية العاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يجب أن يؤخذ بالاعتبار أن كسب الهوائي للمحطة الأرضية في اتجاه الأفق يتغير مع الزمن.

### 1.2 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

فيما يتعلق بمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تعتبر قيمتا الكسبين  $G_r$  و  $G_t$  في اتجاه الأفق ثابتتين مع الزمن. والنسبة المئوية من الوقت المصاحبة للخسارة  $L_b$  في المعادلة (1) هي نفس النسبة المئوية من الوقت  $p$  المصاحبة للقدرة  $P_r(p)$ . ولكي تحدد منطقة التنسيق بين محطة أرضية تجري التنسيق وتعمل مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومع أنظمة للأرض، تؤخذ مسافة التنسيق وفق جميع السموت مساوية لكبرى المسافتين اللزمتين في أسلوب الانتشار (1) أو في أسلوب الانتشار (2). وتتعين المسافتان اللزمتان في هذين الأسلوبين من الانتشار وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرتين 1.1.2 و 2.1.2 على التوالي، بعد أن تؤخذ بالحسبان المناقشة التالية المتعلقة بالحفاظ على موقع المحطة.

عندما يخفف الحفاظ على الموقع في الاتجاه شمال/جنوب لمحطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يصبح مدار هذه المحطة مائلاً، ويزداد ميله تدريجياً مع الزمن. وإذا تشاهد من الأرض، ترسم المحطة الفضائية شكل 8 كل 24 ساعة. وحركة المحطة الفضائية هذه بالنسبة إلى موقعها الاسمي قد تستلزم إجراء تصحيحات صغيرة في زاوية ارتفاع حزمة الهوائي في المحطة الأرضية. ولكي يتم تجنب مراعاة هذا التغير الزمني لكسب الهوائي في اتجاه الأفق، فإن منطقة التنسيق لمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية موجودة في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض مائل قليلاً، تتحدد من أجل زاوية الارتفاع الدنيا والسمت المصاحب الذي تصبح المحطة الفضائية مرئية فيه من المحطة الأرضية (انظر المرفق 3 للملحق 1).

وعندما تُستخدم المحطة الأرضية للإرسال إلى محطات فضائية في مدار قليل الميل، يجب أن تؤخذ في الاعتبار جميع اتجاهات التسديد الممكنة لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي. ومع ذلك، ولأغراض تحديد منطقة<sup>7</sup> التنسيق، لا حاجة للنظر إلا في مغلف يضم هذه الاتجاهات، على أساس أقصى عدد من الرحلات في خطوط العرض والطول بالنسبة إلى مسقط المحطة الفضائية على الأرض في جميع المواضع الممكنة على الأقسام ذات الأهمية على امتداد القوس المستقر بالنسبة للأرض. ويقوم المنحنى المحدد المستخدم لتعيين الزاوية الدنيا خارج المحور (أي قيمة الزاوية الدنيا بين محور الحزمة الرئيسية والأفق) على الميل المداري الأقصى الذي سيسمح به على طول فترة اشتغال المحطات الفضائية. ويبسط استخدام المغلف حساب الزاوية الدنيا خارج المحور. كما أنه ليس في حاجة إلى القيم الخاصة بمواقع المحطات الفضائية على القوس المستقر بالنسبة للأرض، خاصة وأن هذه المواقع قد لا تكون جميعها معروفة مسبقاً، وقد يتطلب بعضها تغيير موضعها في وقت لاحق.

#### 1.1.2 تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق

يتحدد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) انطلاقاً من آليات الانتشار على الدائرة الكبرى، ويفترض أن جميع محطات الأرض في مسار التداخل مسددة في اتجاه موقع المحطة الأرضية التي تجري التنسيق. وتكون المسافة اللازمة وفق كل سمت في أسلوب الانتشار (1) هي المسافة التي تصبح عندها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) مساوية لقيمة الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1)،  $L_b(p)$  (dB)، على النحو المعرف في الفقرة 3.1.

$$(4) \quad L_b(p) = P_t + G_e + G_x - P_r(p) \quad \text{dB}$$

<sup>7</sup> لتطبيق التذييل 7 بموجب المادة 11، تنطبق منطقة التنسيق على النحو المحدد في (الرقم 171.1) فقط على محطة أرضية واحدة ومحطة فضائية واحدة مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

حيث:

$P_i$  و  $P_r(p)$ : كما هما معرفتان في الفقرة 3.1

$G_e$ : كسب الهوائي للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق (dBi)، في اتجاه الأفق ومن أجل زاوية ارتفاع الأفق والسمت المعبرين

$G_x$ : الكسب الأقصى للهوائي (dBi) المفترض لمحطة الأرض. ويعطي الحدولان 14 و 15 قيم الكسب  $G_x$  من أجل نطاقات الترددات المختلفة.

ويتم تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 4 والطرائق المفصلة المعروضة في المرفق 1 للملحق 1. وتوجد في الفقرة 4.4 توجيهات خاصة تتعلق بتطبيق هذه الإجراءات.

### 2.1.2 تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (2) حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق

المسافة اللازمة في حالة الانتشار بالماء الجوي هي المسافة التي تصبح عندها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (2) مساوية للخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (2)  $L(p)$  المعرّفة في المعادلة (3). ويتم تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2) وفقاً للتوجيهات المعطاة في الفقرة 5 والطرائق المفصلة المعروضة في المرفق 2 للملحق 1.

فيما يتعلق بمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض موحودة في مدار مائل قليلاً، يتم تحديد كل واحد من كفايي<sup>8</sup> التنسيق في حالة الانتشار بالمطر المقابلين لكل واحد من موقعي الساتل المداريين المتطرفين، بصورة منفصلة، باستخدام زاويتي الارتفاع وسمتيهما المصاحبين بالنسبة إلى الساتل. وتكون منطقة الانتشار بالمطر هي المنطقة الكلية المشتركة الحادثة من تراكب كفايي التنسيق.

ولمحة أرضية معدة للعمل مع المحطات الفضائية في مختلف مواقع<sup>9</sup> المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، يحدّد كفافا التنسيق في حالة الانتشار بالمطر لموقع مدار أقصى الشرق وأقصى الغرب كل على حدة. وتكون منطقة الانتشار بالمطر هي المنطقة الكلية المشتركة الحادثة من تراكب كفايي التنسيق. وإذا كانت إحدى المحطتين أو كليهما في مدارات مائلة قليلاً، تُستخدم المواقع المدارية الأكثر تطرفاً، حسب الاقتضاء.

### 2.2 محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

فيما يتعلق بمحطة أرضية تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وهوائياتها تتبع المحطات الفضائية، يكون كسب الهوائي في اتجاه الأفق وفق أي سمت متغيراً مع الزمن. وهناك طريقتان لأخذ هذا التأثير في الحسبان، ويرد وصفهما في الفقرات أدناه:

- طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) (انظر الفقرة 1.2.2)؛

- طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG) (انظر الفقرة 2.2.2).

تُستخدم طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) لتحديد كفاف التنسيق. وتتميز هذه الطريقة بسهولة التنفيذ لأنها لا تعتمد على توافر توزيع قيم كسب هوائي المحطة الأرضية باتجاه الأفق. ونتيجة لهذا التبسيط، فإنها عادة ما تبالغ في تقدير المسافة اللازمة. ويمكن للإدارات استخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG) لرسم أكفة إضافية والحصول على نتائج أقل تحفظاً من أجل تخفيف عبء التنسيق وعلى أساس الاتفاقات الثنائية والمتعددة الأطراف.

وفي حالة محطة استقبال أرضية، تُحدد قدرة التداخل المسموح،  $P_r(p)$ ، فيما يتعلق بالنسبة المئوية الفعلية للوقت الذي يشغّل فيه المستقبل بدلاً من مجموع الوقت المنقضي. وهكذا تُحدّد النسبة المئوية للوقت،  $p$ ، لكل الوقت التشغيلي الذي يُتوقع لمحطة استقبال

<sup>8</sup> في هذه الفقرة في التذييل (Rev.WRC-15) 7، ترتبط الإشارات إلى "كفاف الانتشار بالمطر" بمصطلح "التنسيق".

<sup>9</sup> يتعلق تطبيق التذييل 7 بموجب المادة 11 بمحطة أرضية واحدة ومحطة فضائية واحدة مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

أرضية أن تنفقه في الاستقبال من المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، ولكن هذه النسبة المثوية للوقت تستبعد أي وقت استقبال من المحطات الفضائية المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

وعند النظر في كسب هوائي محطة أرضية مرسله أو مستقبله باتجاه الأفق، لا يتعين النظر إلا في قيم الكسب باتجاه الأفق خلال الوقت التشغيلي. وعند إعداد التوزيعات التراكمية للكسب باتجاه الأفق في طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG) تكون النسب المثوية من الوقت هي النسب المثوية من الوقت التشغيلي. وبالتالي، قد تكون هناك فترات أو نسب مثوية من الوقت لا يُحدد فيها أي كسب أفق. ولا يشكل ذلك أي مشكلة في تنفيذ أي من الطريقتين الموضحتين في هذه الفقرة، ويتسق مع قدرة التداخل المسموحة لمحطات استقبال مجهولة محددة في الجدول 14 ومع قدرات التداخل المسموحة لمحطات استقبال أرضية، على النحو الذي جرى تناوله في الفقرة السابقة في الجدول 15.

وتحدد توزيعات كسب الهوائي باتجاه الأفق باستخدام المرفق 4 للملحق 1. ويمكن استخدام مخططات إشعاع مرجعية أو مقيسة للهوائي على النحو الموضح في المرفق 3 للملحق 1.

### 1.2.2 تحديد منطقة التنسيق باستخدام طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)

تستخدم طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) قيماً ثابتة لكسب الهوائي على أساس التغير الأقصى المفترض في كسب الهوائي باتجاه الأفق في كل سمت قيد النظر. أما قيم كسب الهوائي باتجاه الأفق المعروفة أدناه، فهي تُستخدم لكل سمت عند تطبيق المعادلة (4) لتحديد المسافات المطلوبة وفق أسلوب الانتشار (1):

$$(5) \quad \begin{aligned} G_e &= G_{max} && \text{for } (G_{max} - G_{min}) \leq 20 \text{ dB} \\ G_e &= G_{min} + 20 && \text{for } 20 \text{ dB} < (G_{max} - G_{min}) < 30 \text{ dB} \\ G_e &= G_{max} - 10 && \text{for } (G_{max} - G_{min}) \geq 30 \text{ dB} \end{aligned}$$

حيث:

$G_e$ : الكسب الهوائي المحطة الأرضية التي تجري التنسيق (dBi) في اتجاه الأفق، مأخوذاً عند زاوية ارتفاع الأفق والسمت المقصودين في المعادلة (4)

$G_{min}$  و  $G_{max}$ : القيمتان القصوى والدنيا على التوالي لكسب الهوائي في اتجاه الأفق (dBi) مأخوذتان عند السمت المعني.

يتم الحصول على القيمتين القصوى والدنيا لكسب الهوائي الأفقي عند السمت المعني، انطلاقاً من مخطط الهوائي ومن التباعد الزاوي الأقصى والأدنى لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي عن اتجاه الأفق الطبيعي عند السمت المعني.

عندما تتحدد قيمة وحيدة لزاوية الارتفاع الدنيا لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي المحطة الأرضية، عند جميع السموت، يمكن تحديد القيمتين القصوى والدنيا للكسب الأفقي وفق كل سمت، انطلاقاً من مخطط الإشعاع للهوائي وزاوية ارتفاع الأفق في هذا السمت. ورسم الخط البياني لزاوية الارتفاع في اتجاه الأفق بدلالة السمت يسمى جانبية الأفق للمحطة الأرضية.

وقد تُدرج عدة تقييدات إضافية في تحديد القيمتين القصوى والدنيا لكسب الهوائي الأفقي، في حالة محطة أرضية تعمل مع كوكبة من السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض عند خط عرض لا يُرى عنده أي ساتل من زاوية الارتفاع الدنيا الموصّفة للمحطة الأرضية في مدى كامل من السموت. وعلى هذا المدى من السموت، تعطى زاوية الارتفاع الدنيا لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي المحطة الأرضية بزاوية الارتفاع الدنيا التي يكون عندها أي ساتل من الكوكبة مرئياً عند هذا السمت. ويمكن تحديد علاقة التبعية بين السمت وزاوية الارتفاع الدنيا التي تكون السواتل مرئية فيها انطلاقاً من خط طول المدار وزاوية ميل سواتل الكوكبة، دون الحاجة للجوء إلى أي محاكاة، باستخدام إجراء الفقرة 1.1 في المرفق 4 للملحق 1. وفي هذه الحالة، يتوقف كسب الهوائي في اتجاه الأفق المطلوب استخدامه في الطريقة، على جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة. وتكون زاوية الارتفاع الدنيا المركبة هذه عند أي سمت إما زاوية الارتفاع الدنيا التي تكون السواتل مرئية فيها عند السمت المعني، وإما زاوية الارتفاع الدنيا المحددة للمحطة الأرضية والتي هي مستقلة عن السمت، أي الزاويتين أكبر.

وهكذا سيتحدد عند كل سمت معتبر كسب الهوائي الأقصى في اتجاه الأفق استناداً إلى القيمة الدنيا للتباعد الزاوي بين جانبيه الأفق للمحطة الأرضية عند هذا السمت وبين جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة. وكذلك سيتحدد كسب الهوائي الأدنى في اتجاه الأفق استناداً إلى القيمة العظمى للتباعد الزاوي بين جانبية الأفق للمحطة الأرضية عند هذا السمت وبين جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة. وترد في الفقرة 2.1 من المرفق 4 للملحق 1 الطريقة التي تتيح حساب التباعد الزاوي الأدنى والأقصى بالنسبة إلى جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة.

ويتم عندئذ تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) وفقاً للإجراءات الواردة في الفقرة 4 والطرائق المفصلة في المرفق 1 للملحق 1. وتوجد في الفقرة 4.4 توجيهات خاصة تتعلق بتطبيق حسابات الانتشار.

### 2.2.2 تحديد منطقة التنسيق باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

تتطلب طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG) التوزيع التراكمي لكسب هوائي متغير مع الزمن باتجاه الأفق لمحطة أرضية عاملة مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وتعطي طريقة الكسب المتغير مع الزمن مسافات تكون عامة أصغر من المسافات التي تعطيها طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)، ولكنها تتطلب جهوداً أكبر لتحديد التوزيع التراكمي للكسب في اتجاه الأفق للمحطة الأرضية وفق كل سمت يوضع في الاعتبار.

وتقرب هذه الطريقة لتلفيف توزيع كسب هوائي المحطة الأرضية باتجاه الأفق والخسارة على المسير في أسلوب الانتشار (1). وقد تنتج هذه الطريقة مسافات أقصر قليلاً من تلك المحصّلة بتلفيف مثالي. ويتعذر تنفيذ تلفيف مثالي بسبب القيود المفروضة على النموذج الحالي لأسلوب الانتشار (1). وتؤخذ المسافة اللازمة بأسلوب الانتشار (1) في السمت قيد النظر على أنها أطول مسافة ناتجة عن مجموعة حسابات يقوم كل منها على المعادلة (4). وتسهيلاً لهذه الحسابات، يمكن إعادة كتابة المعادلة (4) للحساب المكرر للمرة  $n$  في الشكل التالي:

$$(6) \quad L_b(p_v) - G_e(p_n) = P_t + G_x - P_r(p) \quad \text{dB}$$

مع التقييد التالي:

$$p_v = \begin{cases} 100 p / p_n & \text{for } p_n \geq 2 p \\ 50 & \text{for } p_n < 2 p \end{cases} \quad \%$$

حيث:

$P_t, P_r(p)$ : كما هما معرفتان في الفقرة 3.1 من متن هذا الملحق، حيث  $p$  هي النسبة المئوية من الوقت المرتبطة بقدرة

التداخل المسموح به  $Pr(p)$

$G_x$ : الكسب الأقصى المفترض (dBi) لهوائي محطة الأرض. ويعطي الجدولان 14 و15 قيم الكسب  $G_x$

في نطاقات الترددات المختلفة

$G_e(p_n)$ : ما يتجاوز بنسبة  $p_n\%$  من الوقت فوق كسب الهوائي للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق (dBi)،

في اتجاه الأفق ومن أجل زاوية ارتفاع الأفق والسمت المعترين

$L_b(p_v)$ : الخسارة اللازمة الدنيا (dB) في أسلوب الانتشار (1) أثناء  $p_v\%$  من الوقت، وهذه القيمة يجب أن

تتجاوزها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) طوال الوقت، ما عدا أثناء  $p_v\%$

من الوقت.

تحدّد قيم النسب المئوية للوقت،  $p_n$ ، المزمع استخدامها في المعادلة (6) في سياق التوزيع التراكمي للكسب باتجاه الأفق. ويتعين إعداد هذا التوزيع لمجموعة محددة سلفاً من قيم الكسب باتجاه الأفق تمتد من القيم الدنيا إلى القصوى للسمت قيد النظر. ويدل الرمز  $G_e(p_n)$  على قيمة الكسب باتجاه الأفق الذي يتم التوزيع التراكمي لهذا الكسب والذي تتناسب قيمته مع النسبة المئوية من

الوقت،  $p_n$ . وتمثل القيمة  $p_n$  النسبة المئوية من الوقت التي يتجاوز فيه الكسب باتجاه الأفق قيمة هذا الكسب ذات الترتيب  $n$ . ويمكن استخدام الإجراء الوارد في الفقرة 2 من المرفق 4 للملحق 1 لإعداد هذا التوزيع.

ولكل من قيم النسب المئوية للوقت،  $p_n$ ، تُستخدم قيمة كسب الهوائي باتجاه الأفق لهذه النسبة المئوية للوقت،  $G_e(p_n)$ ، في المعادلة (6) لتحديد الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1). ويتعين ألا تتجاوز الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) هذه الخسارة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) لأكثر من  $p_n\%$  من الوقت، على النحو المحدد في القيد المفروض على المعادلة (6). ثم تُحدد سلسلة من مسافات أسلوب الانتشار (1) باستخدام الإجراءات الموضحة في الفقرة 4 والطرائق المفصلة في المرفق 1 للملحق 1. وترد في الفقرة 4.4 توجيهات خاصة تتعلق بتطبيق حسابات الانتشار.

وتكون المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) آنذا المسافة القصوى في سلسلة مسافات هذا الأسلوب المحصّلة من أي قيمة للنسبة المئوية من الوقت،  $p_n$ ، رهناً بالقيد المفروض على المعادلة (6). ويرد في المرفق 5 للملحق 1 وصف مفصل لطريقة استخدام المعادلة (6) لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1).

### 3 تحديد منطقة التنسيق بين محطات أرضية عاملة في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال

يشرح هذا القسم الإجراءات الواجب استعمالها لتحديد منطقة التنسيق لمخطة أرضية ترسل في نطاق ترددات موزع على خدمات فضائية تعمل في نفس الوقت في الاتجاه أرض-فضاء وفي الاتجاه فضاء-أرض.

وهناك سيناريوهات تنسيق مختلفة تعتمد فقط على قيم كسب هوائيات لا تتغير مع الزمن أو فقط على قيم كسب هوائيات تتغير مع الزمن (والمحطتان الأرضيتان تعملان مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض) أو أيضاً على كسب هوائي يتغير مع الزمن وكسب هوائي لا يتغير مع الزمن.

وتجد فيما يلي شرح الطرائق التي تسمح بتحديد منطقة التنسيق، وهي خاصة بكل واحدة من حالات الاستخدام ثنائي الاتجاه. فالفقرة 1.3 تعرض الإجراءات التي تنطبق على سيناريو التنسيق عندما تكون المحطتان الأرضيتان تعملان مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وتبحث الفقرة 2.3 في سيناريوهات التنسيق الأخرى في حالة التوزيع ثنائي الاتجاه، مع التشديد على الصيغ التي تستعمل كسب الهوائي الأفقي لمخطة الاستقبال الأرضية لكل سيناريو من سيناريوهات التنسيق المحتملة في إجراء الفقرة 2 المناسب.

ويقدم الجدول 16 المعلومات الواجب استخدامها لتحديد منطقة التنسيق وتبيان ما إذا كانت محطات الاستقبال الأرضية تعمل في كل نطاق مع محطات فضائية مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وفي بعض نطاقات الترددات، تستطيع محطات الاستقبال الأرضية أن تعمل مع محطات فضائية مستقرة وغير مستقرة بالنسبة إلى الأرض على السواء، ويبين الجدول 2 عدد أكفة التنسيق التي يجب رسمها لكل واحد من سيناريوهات التنسيق والقسم الذي توجد فيه (أو الأقسام) طرائق الحساب التي تطبق. وبمجرد رسم كل كفاف تنسيق يجب رسمه بالشكل المناسب.



## الجدول 2

## أكفة التنسيق اللازمة لكل سيناريو من سيناريوهات التوزيع ثنائي الاتجاه

الأكفة اللازمة	الرقم	الفرقة المذكورة فيها الطريقة التي تحدد $G_r$ و $G_t$	محطات استقبال أرضية مجهولة تعمل مع محطات فضائية في	محطة أرضية تجري التنسيق وتعمل مع محطة فضائية في
كفاف تنسيق يتضمن في نفس الوقت الأكفة في أسلوب الانتشار (1) وفي أسلوب الانتشار (2).	1	الفرقة 1.3	مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض	مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض
كفاف تنسيق في أسلوب الانتشار (1).	1	الفرقة 1.2.3	مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض	
كفافا تنسيق منفصلان، واحد للمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (كفاف في أسلوب الانتشار (1) وكفاف في أسلوب الانتشار (2))، والآخر للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (كفاف في أسلوب الانتشار (1)).	2	الفرقتان 1.3 <sup>10</sup> و 1.2.3	مدارين مستقرين وغير مستقرين بالنسبة إلى الأرض	
كفاف تنسيق في أسلوب الانتشار (1).	1	الفرقة 2.2.3	مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض	مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض
كفاف تنسيق في أسلوب الانتشار (1).	1	الفرقة 3.2.3	مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض	
كفافا تنسيق منفصلان في أسلوب الانتشار (1)، واحد للمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض والآخر للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض.	2	الفرقتان 2.2.3 و 3.2.3	مدارين مستقرين وغير مستقرين بالنسبة إلى الأرض <sup>1</sup>	

(1) يمكن في هذه الحالة أن يتضمن نطاق الترددات الموزع على اتجاهي الإرسال توزيعات في الاتجاه فضاء-أرض<sup>11</sup> للمحطات الفضائية المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ولذلك فالإدارة التي تجري التنسيق لن تعرف ما إذا كانت محطات استقبال أرضية مجهولة تعمل مع محطات فضائية مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

### 1.3 المحطة الأرضية التي تجري التنسيق والمحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

عندما تكون المحطة الأرضية التي تجري التنسيق والمحطات الأرضية المجهولة تعمل في نفس الوقت مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يلزم وضع كفاف تنسيق يتضمن في نفس الوقت كفافاً في أسلوب الانتشار (1) وآخر في أسلوب الانتشار (2)، وفقاً للإجراءات المشروحة على التوالي في الفقرتين 1.1.3 و 2.1.3.

#### 1.1.3 تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق

تختلف الطريقة التي تتيح تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) في هذه الحالة عن الطريقة المشروحة في الفقرة 1.1.2<sup>12</sup> بنقطتين. الأولى هي أن المعلومات الواجب استخدامها بشأن محطة الاستقبال الأرضية المجهولة هي المعلومات الواردة في الجدول 16. والثانية، وهي الأهم، هي أن معرفة المحطتين الأرضيتين تعملان مع سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يمكن من استخدامها لحساب أسوأ كسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية في اتجاه محطة الإرسال الأرضية وفق كل سمت انطلاقاً من محطة الإرسال الأرضية. والمسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) تقابل قيمة الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) التي تساوي الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1)  $L_b(p)$  (dB) على النحو المعرف في الفقرة 3.1 والذي يكرر هنا للتسهيل:

<sup>10</sup> في التذييل (Rev.WRC-15) 7، هذه إشارة إلى الفقرة 1.1.3.

<sup>11</sup> في التذييل (Rev.WRC-15) 7، اتجاه الإرسال هو من الأرض إلى الفضاء.

<sup>12</sup> في التذييل (Rev.WRC-15) 7، هذه إشارة إلى الفقرة 2.2.

$$(7) \quad L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad \text{dB}$$

حيث:

$P_t$  و  $P_r(p)$ : كما هما معرفتان في الفقرة 3.1

$G_t$ : الكسب في اتجاه الأفق لهوائي المحطة الأرضية (للإرسال) التي تجري التنسيق (dBi)، مأخوذاً عند زاوية ارتفاع الأفق والسمت المعنيين

$G_r$ : الكسب في الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية المجهولة في اتجاه محطة الإرسال الأرضية وفق السمت الخاص من المحطة الأرضية التي تجري التنسيق. وتحدد القيم بالإجراء المشروح في الفقرة 1.2 من المرفق 6 للملحق 1 المستند إلى معلمات الجدول 16.

- ولكي تحدد بسهولة أكبر قيم  $G_r$  الواجب استخدامها وفق سمت ما من محطة الإرسال الأرضية، يجب القيام بعدة تقريبات تبسيطية:
- زاوية ارتفاع محطة الاستقبال الأرضية في اتجاه الأفق تساوي صفرًا من الدرجات على جميع السموت؛
- محطة الاستقبال الأرضية تعمل مع محطة فضائية تبلغ زاوية ميل مدارها صفرًا من الدرجات، ويمكنها أن تقع في أي نقطة من المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض فوق زاوية الارتفاع الدنيا الواردة في الجدول 16، لموقع محطة الاستقبال الأرضية؛
- خط العرض لمحطة الاستقبال الأرضية هو نفس خط العرض لمحطة الإرسال الأرضية؛
- يمكن استخدام شكل هندسي مستوي بدلاً من مسير الدائرة الكبرى، لإنشاء علاقة بين الزوايا السموتية لمختلف المحطات الأرضية.

وتشكل الافتراضات الثلاثة الأولى أساساً لتحديد كسب الهوائي لمحطة الاستقبال الأرضية في اتجاه الأفق على أي سمت. وافترض زاوية ارتفاع الأفق مساوية 0° هو افتراض متحفظ حريص، لأن زيادة كسب الهوائي في اتجاه الأفق الناجمة عن أفق مرتفع يعوضها عملياً كل تأثير حجب حقيقي<sup>13</sup> بالتضاريس الأرضية. ويبسط الافتراضان الأخيران حساب المجموع  $G_r$  مع  $G_t$  وفق أي سمت. ولما كانت المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (1) صغيرة، فإن هذه التقريبات قد تدخل خطأ طفيفاً من حيث التعبيرات الهندسية العامة في تحديد الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية، وهو خطأ لا يتجاوز 2 dB في أي حال. وبمراعاة افتراض الشكل الهندسي المستوي وفق سمت معين مقياس عند محطة الاستقبال الأرضية، تكون قيمة الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية هي القيمة المأخوذة عند السمت المعاكس (أي  $\pm 180^\circ$ )، انظر الفقرة 1.2 من المرفق 6 للملحق 1 عند محطة الاستقبال الأرضية.

فتتبعين حينئذ المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) باستخدام الإجراءات المشروحة في الفقرة 4 والطرائق المفصلة في المرفق 1 للملحق 1. وترد في الفقرة 4.4 توجيهات خاصة تتعلق بتطبيق حسابات الانتشار.

### 2.1.3 تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (2) حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق

تستخدم الطريقة التي تتيح تحديد الكفاف في أسلوب الانتشار (2) حول محطة إرسال أرضية تعمل مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، نفس التقريبات التبسيطية المعمول بها في الفقرة 1.1.3، ولكنها تستند إلى إنشاء هندسي يُستغنى به عن اللجوء إلى نموذج انتشار معقّد (انظر الفقرة 3 من المرفق 6 للملحق 1). ولا يمكن استخدام الأكفة المساعدة في هذه الطريقة، لأن حساباتها لا تستند إلى الخسارة اللازمة في أسلوب الانتشار (2).

ويتحدد الكفاف في أسلوب الانتشار (2) عن طريق زاوية الارتفاع والسمت في اتجاه المحطة الفضائية انطلاقاً من محطة الإرسال الأرضية التي تجري التنسيق، ومع الاعتبارين التاليين:

- مسافة التنسيق الدنيا (انظر الفقرة 2.4) التي تصبح هي المسافة اللازمة على بعض السموت؛

<sup>13</sup> في حين لا يمكن افتراض أي تأثير حجب بالتضاريس الأرضية لمحطة الاستقبال الأرضية، يمكن أن يؤخذ في الاعتبار تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية على صعيد محطة الإرسال الأرضية، بعد مراعاة زاوية ارتفاع الأفق، طبقاً للفقرة 1 من الملحق 1.

- مسافة لازمة تقابل أسوأ حالة، تحددها هندسة الانتشار بالماء الجوي، لمحطة استقبال أرضية واقعة في أحد قطاعي السمات 6°. ويفترض داخل هذين القطاعين أن محطة الاستقبال الأرضية تعمل بزوايا ارتفاع دنيا بالنسبة إلى محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، وحزمتها الرئيسية تتقاطع مع حزمة محطة الإرسال الأرضية التي تجري التنسيق عند النقطة التي تجتاز فيها حزمة هذه المحطة الأخيرة الارتفاع المطري  $h_p$ . وعلى الرغم من كون ظاهرة الانتشار قد تحدث في أي نقطة تقع بين المحطة الأرضية التي تجري التنسيق وهذه النقطة، فتقاطع الحزمتين عند هذه النقطة يمثل سيناريو التداخل الأسوأ. وعليه، ينتج عن ذلك الحصول على المسافة اللازمة الموافقة لأسوأ حالة لمحطات الاستقبال الأرضية الواقعة في قطاعي السمات.

وفيما يتعلق بمحطة أرضية تعمل مع محطة فضائية مائلة المدار، تستخدم الحسابات زاوية ارتفاع الهوائي الدنيا المتوقعة والسمت المصاحب لها.

ويتحدد الكفاف في أسلوب الانتشار (2) باستخدام الطريقة المشروحة في الفقرة 3 من المرفق 6 للملحق 1.

### 2.3 المحطة الأرضية التي تجري التنسيق أو المحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

وفي الحالات التي تكون فيها محطة أرضية (للإرسال) تجري التنسيق تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يفترض فيما يلي أن هوائي المحطة الأرضية يتتبع المحطة الفضائية (وإلا فانظر الفقرة 2.4.1).

وعندما تعمل محطة الاستقبال الأرضية مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، لا يمكن إلا تحديد الكسب غير المتغير باتجاه الأفق على جميع السموات، وتستخدم الطريقة المشروحة في الفقرة 1.2.2 لتحديد منطقة التنسيق.

ويعطي الجدول 16 قيم الكسب للهوائي في اتجاه الأفق التي يجب استعمالها في الحسابات.

ويحتاج الأمر إلى واحد أو إلى عدة من الإجراءات الثلاثة الواردة في الجدول 2 لتحديد أكفة التنسيق اللازمة في أسلوب الانتشار (1). وليست أكفة أسلوب الانتشار (2) ضرورية في جميع الحالات التي تكون فيها المحطات الأرضية تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

#### 1.2.3 محطة أرضية تجري التنسيق عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض حيال محطات أرضية مجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

عندما تكون محطة أرضية تجري التنسيق عاملة مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، وتكون المحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تتحدد منطقة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) وفقاً للإجراءات المشروحة في الفقرة 1.1.2. ويكمن التعديل الوحيد في استخدام الكسب في اتجاه الأفق  $G_r$  لهوائي محطة الاستقبال الأرضية المجهولة بدلاً من كسب هوائي محطة الأرض  $G_x$ . ويعطي الجدول 16 قيم هذا الكسب ومعلمات النظام المناسبة.

#### 2.2.3 محطة أرضية تجري التنسيق عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض حيال محطات أرضية مجهولة عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

عندما تكون محطة أرضية تجري التنسيق عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، وتكون المحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يتحدد الكسب لهوائي محطة الاستقبال الأرضية المجهولة  $G_r$  في اتجاه الأفق عن طريق التقريبات التبسيطية المذكورة في الفقرة 1.1.3 على النحو الموضح في الفقرة 1.2 من المرفق 6 للملحق 1 ومعلمات الجدول 16. ولتحديد منطقة التنسيق في أسلوب الانتشار (1)، يتبع إجراء الفقرة 2.2، أي يُستخدم الكسب لهوائي محطة الاستقبال الأرضية في اتجاه الأفق على كل سمت معتبر ومعه معلمات النظام المناسبة المذكورة في الجدول 16.

### 3.2.3 محطة أرضية تجري التنسيق ومحطات أرضية مجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

عندما تكون المحطة الأرضية التي تجري التنسيق والمحطات الأرضية المجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تتحدد منطقة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) وفقاً للطريقة المشروحة في الفقرة 2.2. ويكمن التعديل الوحيد في استخدام الكسب لهوائي محطات الاستقبال الأرضية المجهولة  $G_r$  في اتجاه الأفق، بدلاً من كسب هوائي محطة الأرض. ويعطي الجدول رقم 16 قيم هذا الكسب ومعلومات النظام المناسبة.

## 4 اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)

فيما يتعلق بتحديد المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (1)، جرت تجزئة مدى الترددات المنطبق إلى ثلاثة أجزاء. فاستندت حسابات الانتشار لنطاقات الموجات المترية والديسيمترية (VHF/UHF) (بين 100 MHz و 790 MHz) إلى منحنيات الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1). وفيما بين 790 MHz و 60 GHz تستعمل نمذجة الانتشار بالانتشار التروبوسفيري وظاهرة الجريان الموجه والانعكاس/الانكسار على الطبقات. وفي الترددات الأعلى من ذلك والتي تصل إلى 105 GHz، يستند النموذج إلى الخسارة في الفضاء الحر، ويُستعمل افتراض متحفظ حريص بشأن الامتصاص الغازي. ويختلف المدى المحتمل للنسب المثوية من الوقت حسب نموذج الانتشار.

وبعد أن يؤخذ بالحسبان تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية (انظر الفقرة 1 من المرفق 1 للملحق 1)، تُستخدم الطرائق التالية لتحديد المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (1)، فقط في حالة المحطة الأرضية التي تجري التنسيق:

- الطريقة المشروحة في الفقرة 2 من المرفق 1 للترددات المحصورة بين 100 MHz و 790 MHz؛
- الطريقة المشروحة في الفقرة 3 من المرفق 1 للترددات المحصورة بين 790 MHz و 60 GHz؛
- الطريقة المشروحة في الفقرة 4 من المرفق 1 للترددات المحصورة بين 60 GHz و 105 GHz.

والطرائق الثلاث المشار إليها أعلاه مبنية على قيمة الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1) التي تتعين وفقاً لمعلومات النظام المناسبة المذكورة في الجداول 14 و 15 و 16.

## 1.4 معلومات عن المناطق المناخية الراديوية

فيما يتعلق بحساب المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)، جرى تقسيم العالم إلى مناطق مناخية راديوية تمثل ظروف انتشار غير عادية في جو صاف. والنسبة المثوية من الوقت  $\beta_e$  التي توجد فيها هذه الظروف تتوقف على خط العرض وتعطى بالصيغة التالية:

$$\beta_e = \begin{cases} 10^{1.67-0.015 \zeta_r} & \text{for } \zeta_r \leq 70^\circ \\ 4.17 & \text{for } \zeta_r > 70^\circ \end{cases} \quad (8)$$

$$\beta_e = \begin{cases} 10^{1.67-0.015 \zeta_r} & \text{for } \zeta_r \leq 70^\circ \\ 4.17 & \text{for } \zeta_r > 70^\circ \end{cases} \quad (9)$$

مع:

$$\zeta_r = \begin{cases} |\zeta| - 1.8 & \text{for } |\zeta| > 1.8^\circ \\ 0 & \text{for } |\zeta| \leq 1.8^\circ \end{cases} \quad (10)$$

$$\zeta_r = \begin{cases} |\zeta| - 1.8 & \text{for } |\zeta| > 1.8^\circ \\ 0 & \text{for } |\zeta| \leq 1.8^\circ \end{cases} \quad (11)$$

حيث  $\zeta$  هو خط العرض لموقع المحطة الأرضية (بالدرجات).

وفي الترددات المحصورة بين 790 MHz و 60 GHz، تستخدم الانكسارية  $N_0$  في مركز المسير عند سوية سطح البحر، في حسابات أسلوب الانتشار (1) وتحسب كما يلي:

$$(12) \quad N_0 = 330 + 62.6 e^{-\left(\frac{\zeta-2}{32.7}\right)^2}$$

#### 2.4 مسافة التنسيق الدنيا في أسلوب الانتشار (1) و(2)

تحسب مسافة التنسيق الدنيا على مرحلتين، فتحسب أولاً المسافة  $d_x$  باستعمال المعادلة:

$$(13) \quad d_x = 100 + \frac{(\beta_e - 40)}{2} \quad \text{km}$$

حيث  $\beta_e$  معطاة في الفقرة 1.4.

ثم تحسب مسافة التنسيق الدنيا لأي تردد  $f$  (GHz) محصور بين 100 MHz و 105 GHz باستعمال المعادلات:

$$(14) \quad d_{min} = \begin{cases} 100 + \frac{(\beta_e - f)}{2} & \text{km for } f < 40 \text{ GHz} \\ \frac{(54 - f)d_x + 10(f - 40)}{14} & \text{km for } 40 \text{ GHz} \leq f < 54 \text{ GHz} \\ 10 & \text{km for } 54 \text{ GHz} \leq f < 66 \text{ GHz} \\ \frac{10(75 - f) + 45(f - 66)}{9} & \text{km for } 66 \text{ GHz} \leq f < 75 \text{ GHz} \\ 45 & \text{km for } 75 \text{ GHz} \leq f < 90 \text{ GHz} \\ 45 - \frac{(f - 90)}{1.5} & \text{km for } 90 \text{ GHz} \leq f \leq 105 \text{ GHz} \end{cases}$$

والمسافة التي تبدأ عندها جميع الحسابات التكرارية (في أسلوب الانتشار (1) و(2)) هي مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  المعطاة في المعادلات من (14) إلى (19).

#### 3.4 مسافة التنسيق القصوى في أسلوب الانتشار (1)

في الحساب التكراري المشروح في الملحق 1 للمرفق 1، يجب وضع حد أقصى  $d_{max1}$  لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1).

وفي الترددات التي تساوي أو تقل عن 60 GHz، وفيما يتعلق بمسارات الانتشار التي تقع بكاملها داخل نفس المنطقة الواحدة، يجب ألا تتجاوز المسافة مسافة التنسيق القصوى المعطاة في الجدول 3 لهذه المنطقة.

وأما في المسيرات المختلطة، فيمكن للمسافة اللازمة أن تتألف من مساهمة واحدة أو عدة مساهمات من المناطق A1 و A2 و B و C. والمسافة الكلية لأي منطقة واحدة يجب ألا تتجاوز القيمة المبينة في الجدول 3. والمسافة اللازمة الكلية يجب ألا تتجاوز القيمة المبينة في الجدول 3 للمنطقة التي لها أعلى قيمة في الجدول من بين مناطق المسير المختلط. وعليه، فالمسار الموجود في نفس الوقت في المنطقتين A1 و A2 يجب ألا يتجاوز 500 km.

الجدول 3

قيم مسافات التنسيق القصوى في أسلوب الانتشار (1)  
للترددات التي تقل عن 60 GHz

المنطقة	$d_{max1}$ (km)
A1	500
A2	375
B	900
C	1 200

وتعطي مسافة التنسيق القصوى  $d_{max1}$  للترددات التي تفوق 60 GHz بالمعادلة التالية:

$$d_{max1} = 80 - 10 \log \left( \frac{p}{50} \right) \quad (20)$$

حيث  $p$  هي النسبة المئوية المعرفة في الفقرة 3.1.

4.4 توجهات تتعلق بتطبيق الإجراءات في أسلوب الانتشار (1)

كما سبق أن ذكر في الفقرة 3.1، يكون من المناسب في الحالات التي تشارك فيها المحطات الأرضية مع محطات الأرض نطاقات الترددات، أن يطبق عامل تصحيحي  $C_i$  (dB) على الافتراضات الأسوأ المتعلقة بمعلمات النظام والشكل الهندسي لمسير التداخل، لأنه ليس واقعياً أن يفترض اجتماع جميع أسوأ القيم في آن واحد، عند حساب المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (1).

وتتوقف خصائص أنظمة الأرض على نطاق الترددات وعلى قيمة العامل التصحيحي الواجب تطبيقه على علاقة التبعية للتردد المعطاة في المعادلة (21). والتشارك في الترددات حديث ما بين المحطات الأرضية وأنظمة الأرض، فيما يتعلق بالترددات المحصورة بين 100 MHz و 400 MHz وبين 60 GHz و 105 GHz، وعليه لا يتوفر إلى القليل من المعطيات التجريبية، أو من المناسبات لإجراء تحليل للأنظمة الشغالة. فقيمة العامل التصحيحي تساوي إذاً 0 dB في هذه النطاقات، وتنخفض قيمة العامل التصحيحي طردياً مع لوغاريتم التردد الواقع بين 400 MHz و 790 MHz وبين 4,2 GHz و 60 GHz، كما هو مبين في المعادلة (21).

وتعطي قيمة العامل التصحيحي الاسمي الواجب استعمالها مع كل تردد  $f$  (GHz) بالمعادلة:

$$(21) \quad X(f) = \begin{cases} 0 & \text{dB} & \text{for} & f \leq 0.4 \text{ GHz} \\ 3.3833 X (\log f + 0.3979) & \text{dB} & \text{for} & 0.4 \text{ GHz} < f \leq 0.79 \text{ GHz} \\ X & \text{dB} & \text{for} & 0.79 \text{ GHz} < f \leq 4.2 \text{ GHz} \\ -0.8659 X (\log f - 1.7781) & \text{dB} & \text{for} & 4.2 \text{ GHz} < f \leq 60 \text{ GHz} \\ 0 & \text{dB} & \text{for} & f > 60 \text{ GHz} \end{cases}$$

حيث:

$X$ : يساوي 15 dB لمحطة إرسال أرضية، ويساوي 25 dB لمحطة استقبال أرضية.

وتكون قيمة العامل التصحيحي الاسمي  $X(f)$  مستقلة من حيث المبدأ عن المسافة والمسير. ومع ذلك فاحتمال حدوث تداخل على المسافات القصيرة يثير عدداً من الإشكالات، ولا مجال هناك لتطبيق كامل العامل التصحيحي الاسمي على هذه المسافات.

فالعامل التصحيحي  $C_i$  يطبق إذاً بشكل متناسب مع المسافة وفق السميت المعبر بدءاً من 0 dB لمسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$ ، حتى يأخذ قيمته الكاملة  $X(f)$  عند مسافة اسمية قدرها 375 كم عن المحطة الأرضية.

وهكذا يطبق التصحيح باستخدام ثابت التصحيح  $Z(f)$  (dB/km) الذي يساوي:

$$(22) \quad Z(f) = \frac{X(f)}{375 - d_{min}} \quad \text{dB/km}$$

والعامل التصحيحي  $C_i$  (dB) محسوب في المعادلتين (29ب) و(53) من ثابت التصحيح  $Z(f)$  (dB/km).

وفيما يتعلق بالمسافات التي تزيد على 375 km، يطبق العامل التصحيحي المقابل لمسافة 375 km.

وفوق ذلك، تطبق أعلى قيمة للعامل التصحيحي فقط على المسيرات البرية. وهذا العامل يساوي 0 dB على جميع المسيرات المحض بحرية. وتطبق نسبة معينة من العامل التصحيحي على المسيرات المختلطة. وتتوقف قيمة التصحيح الواجب تطبيقه على هذا المسير أو ذاك على معالم وصف المسير المستعملة في حسابات أسلوب الانتشار (1) (العاملان التصحيحيان  $C_i$  و  $C_2$  الموجودان في الفقرتين 2 و 3 من المرفق 1 للملحق 1 على التوالي). ولما كان العامل التصحيحي يتوقف على المسافة، فهو يطبق تلقائياً في الحسابات التكرارية المستعملة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) (انظر المرفق 1 للملحق 1).

ولا يطبق العامل التصحيحي في حالة نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال، إذ يحدد كفاف التنسيق على النحو التالي:

$$Z(f) = 0 \quad \text{dB/km}$$

ولتحديد الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (1)، يستعاض في المعادلة (1) عن الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1)،  $L_b(p)$  أثناء  $p\%$  من الوقت (انظر الفقرة 3.1) بالتالي:

$$(23) \quad L_{bq}(p) = L_b(p) + Q \quad \text{dB}$$

حيث:

$Q$ : قيمة الكفاف المساعد (dB).

ويلاحظ أن قيم الألفة المساعدة يُفترض أن تكون سالبة (أي -5 و -10 و -15 و -20 dB، إلخ).

## 5 اعتبارات عامة لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)

يحدد كفاف التنسيق في حالة الانتشار بالماء الجوي (مثل الانتشار بالمطر) انطلاقاً من الشكل الهندسي للمسير الذي يختلف اختلافاً محسوساً عن الشكل الذي يكون له في آليات الانتشار على الدائرة الكبرى. وتشاهد ظاهرة الانتشار بالماء الجوي عندما تعود حزمنا المحطة الأرضية ومحطة الأرض إلى التقاطع (جزئياً أو كلياً) عند أو تحت ارتفاع المطر  $h_R$  (انظر الفقرة 3 من المرفق 2 للملحق 1). ويفترض أن مفعول الانتشار ينعدم في الارتفاعات التي تفوق ارتفاع المطر هذا بفعل خسارة إضافية، ولا يعود يساهم بشكل محسوس في احتمال حدوث التداخل. ولكي يحدد الكفاف في أسلوب الانتشار (2)، يفترض أن الحزمة الرئيسية لكل محطة أرض تعود إلى التقاطع تماماً مع الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق. ويمكن تحديد الآثار المخففة لتقاطعات الحزم جزئياً باستعمال الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2).

ولما كان انتشار قدرة الموجات الصغيرة بالمطر يعتبر متناحياً بتقريب أولي، كذلك يعتبر انتشار التداخل متناحياً في جميع السموت حول الحجم المشترك المتمركز في نقطة تقاطع الحزمتين (انظر الفقرة 3.1). ولا تقع نقطة تقاطع الحزمتين بصورة عامة على مسير الدائرة الكبرى ما بين المحطتين. لذلك فتحدد الحجم المشترك يوافق إذاً محطات الأرض الواقعة في أي نقطة حول المحطة الأرضية، بما في ذلك خلفها.

وكفاف أسلوب الانتشار (2) هو دائرة نصف قطرها يساوي المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2). وعلى العكس مما يحدث في أسلوب الانتشار (1)، لا يكون كفاف أسلوب الانتشار (2) متمركزاً على الموقع المادي للمحطة الأرضية، ولكنه يتمركز على نقطة من سطح الأرض تقع مباشرة تحت مركز الحجم المشترك.

واحتمال وجود حجم مشترك في أي نقطة على طول حزمة المحطة الأرضية، ما بين موقع المحطة الأرضية والنقطة التي تبلغ الحزمة فيها ارتفاع المطر، تكون له نفس القيمة الاحتمالية. ولكي تضمن الحماية من التداخلات التي تسببها أو تتعرض لها محطات<sup>14</sup> الأرض، يفترض أن مركز الحجم المشترك يقع في منتصف الطريق بين المحطة الأرضية والنقطة التي تقطع فيها حزماتها ارتفاع المطر. والمسافة بين مسقط هذه النقطة على سطح الأرض وموقع المحطة الأرضية تسمى  $\Delta d$  (انظر الفقرة 4 للملحق 2) فمركز الكفاف في أسلوب الانتشار (2) يقع إذاً على بعد  $\Delta d$  (km) من المحطة الأرضية على سمت محور الحزمة الرئيسية لهذه المحطة.

## 1.5 المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)

تقاس المسافات اللازمة في أسلوب الانتشار (2) على طول نصف القطر الذي ينطلق من مركز الحجم المشترك للانتشار بالمطر. ويجري حساب المسافة حساباً تكرارياً، فينطلق من المسافة الدنيا المعروفة لأسلوب الانتشار (1)، وتتابع عملية الحساب التكراري حتى بلوغ إما الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (2) وإما مسافة الحساب القصوى في أسلوب الانتشار (2) وهي مسافة تتوقف على خط العرض. وتستخدم الحسابات في أسلوب الانتشار (2) الطريقة المشروحة في المرفق 2 للملحق 1. ويجب ألا تستخدم هذه الحسابات إلا للترددات المحصورة بين 1 000 MHz و 40,5 GHz. أما خارج هذا المدى الترددي، فيمكن إهمال التداخل الذي يُعزى للانتشار بالمطر، وتحدد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2) بأنها مسافة التنسيق الدنيا المعطاة في المعادلات من (14) إلى (19).

### المرفق 1

#### للملحق 1

## تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1)

### 1 تصحيحات زاوية ارتفاع الأفق والمسافة المتعلقة بالمحطة الأرضية

تتوقف المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) على خصائص الأفق الطبيعي حول المحطة الأرضية، ويتميز الأفق بمسافة الأفق  $d_h$  (انظر أدناه) وبزاوية ارتفاع الأفق  $\epsilon_h$ . وتعرف زاوية ارتفاع الأفق هنا بأنها الزاوية (بالدرجات) المرئية من مركز هوائي المحطة الأرضية والكائنة بين المستوي الأفقي وشعاع يمس الأفق الطبيعي في الاتجاه المعبر. وتكون قيمة هذه الزاوية موجبة عندما يكون الأفق الطبيعي فوق المستوي الأفقي، وتكون قيمتها سالبة عندما يكون الأفق تحت المستوي الأفقي.

ويجب تحديد زوايا ارتفاع الأفق ومسافته لجميع السموت حول محطة أرضية. ويكفي من الناحية العملية أن يجري ذلك عامة بتزايدات سمّية يبلغ كل منها 5°. غير أنه يجب السعي لتعرف زوايا ارتفاع الأفق الدنيا التي يحتمل أن تكون موجودة ما بين السموت المدروسة بتزايدات قيمة كل منها 5°، وأخذ هذه الزوايا بالحسبان.

<sup>14</sup> لا ينطبق هذا الإجراء عندما تكون المحطة الأرضية تتقاسم نطاق التردد مع محطات أرضية أخرى عاملة في اتجاه الإرسال المعاكس، لأن كفاف أسلوب الانتشار (2) في هذه الحالة الخاصة يقوم على عملية إنشاء هندسي.



ومن المفيد لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) أن يتم التمييز بين آثار الانتشار المرتبطة بالأفق المحلي حول المحطة الأرضية والتي تتوقف في جميع السموت أو بعضها على التلال أو الجبال المجاورة وبين آثار الانتشار على بقية المسير. ولذلك تؤخذ كمرجع في نموذج الانتشار زاوية ارتفاع الأفق البالغة 0° للمحطة التي تجري التنسيق، ثم يدرج حدّ خاص هو  $A_h$  للتعامل مع الخصائص المعروفة لأفق المحطة الأرضية التي يطلب التنسيق معها. وعند اللزوم وإذا كان الحدّ  $A_h$  يعدّل في قيمة الخسارة على المسير في كل سمت، تُشتق المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) استناداً إلى هذه القيمة.

وهناك ظرفان يمكنهما أن يعدّلا سوية التوهين على المسير في أسلوب الانتشار (1) عن الحالة المرجعية التي تكون فيها زاوية ارتفاع الأفق تساوي 0°، وهما:

- في الظرف الأول تكون زاوية ارتفاع الأفق موجبة للمحطة الأرضية التي تُجري التنسيق (في سمت خاص). وتستفيد المحطة في هذه الحالة من خسارات انتشار إضافية بالانعراج (وهذا ما يطلق عليه عادة تعبير تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية). وتكون قيمة التوهين  $A_h$  موجبة بالتالي، وقيمة الخسارة اللازمة على المسير أصغر من القيمة التي يتم الحصول عليها في حالة زاوية ارتفاع الأفق المرجعية البالغة 0° (انظر المعادلتين (28 أ) و(28 ب)).

- وفي الظرف الثاني تكون المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق واقعة فوق بيئتها المحلية، وتكون زاوية ارتفاع الأفق سالبة (نحو الأسفل) في السمتمعتبر. وفي هذه الحالة يجب تدبير حماية إضافية لأن المسافة الزاوية تكون منخفضة على مسير نصف القطر بكامله، مما يجعل الخسارة على المسير لمسافة معينة أصغر مما هي عليه في زاوية ارتفاع تساوي 0°. ويجب أخذ ذلك بالحسبان عند حساب تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية. وتكون قيمة التوهين  $A_h$  عندئذ سالبة، وقيمة الخسارة اللازمة على المسير أكبر من القيمة التي يتم الحصول عليها في حالة زاوية ارتفاع الأفق المرجعية البالغة 0°.

والجزء النسبي الذي يساهم به التوهين الناتج عن خصائص أفق المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق في الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1)، يغير قيمة الخسارة على المسير التي يجب حسابها عندئذ للنماذج الثلاثة في أسلوب الانتشار (1). ويحسب التوهين  $A_h$  كما يلي لكل سمت حول المحطة الأرضية التي تجري التنسيق على النحو التالي.

تحدد مسافة الأفق  $d_h$  انطلاقاً من موقع المحطة الأرضية كما يلي:

$$d_h = \begin{cases} 0,5 \text{ km} & \text{إذا لم تتوفر أي معلومات عن مسافة الأفق أو إذا كانت هذه} \\ & \text{المسافة } km 0,5 > \\ \text{horizon distance (km)} & km 0,5 \leq \text{مسافة الأفق} \leq km 5,0 \\ 5,0 \text{ km} & \text{إذا كانت مسافة الأفق } km 5,0 < \end{cases}$$

والجزء الذي تساهم به مسافة الأفق في التوهين الكلي الناجمة عن تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية يُعطى  $A_d$  بالمقدار (dB) وفق كل سمت عن طريق المعادلة:

$$(24) \quad A_d = 15 \left[ 1 - \exp \left( \frac{0,5 - d_h}{5} \right) \right] \left[ 1 - \exp \left( -\varepsilon_h f^{1/3} \right) \right] \quad \text{dB}$$

حيث  $f$  هو التردد مقدراً بوحدة GHz في هذا المرفق بكامله.

ويُعطى التوهين الكلي بفعل تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية على كل سمت انطلاقاً من المحطة الأرضية التي تجري التنسيق بالمعادلة:

$$(25) \quad A_h = \begin{cases} 20 \log (1 + 4,5\varepsilon_h f^{1/2}) + \varepsilon_h f^{1/3} + A_d & \text{dB for } \varepsilon_h \geq 0^\circ \\ 3 \left[ (f + 1)^{1/2} - 0,0001 f - 1,0487 \right] \varepsilon_h & \text{dB for } 0^\circ > \varepsilon_h \geq -0,5 \\ -1,5 \left[ (f + 1)^{1/2} - 0,0001 f - 1,0487 \right] & \text{dB for } \varepsilon_h < -0,5^\circ \end{cases}$$

قيمة التوهين محدودة لتحقيق الشروط  $A_h$ :

$$(26) \quad -10 \leq A_h \leq (30 + \varepsilon_h)$$

ويجب أن تكون قيمة  $\varepsilon_h$  مقدرة بالدرجات في المعادلات (24) و(25) و(26). أما الحدود المعنية في المعادلة (26) فقد حددت لأنه قد لا يمكن في بعض الحالات العملية تحقيق الحماية خارج هذه الحدود.

## 2 الترددات المحصورة بين 100 MHz و 790 MHz

يقتصر نموذج الانتشار المعروض في هذا القسم على نسبة مئوية متوسطة سنوية من الوقت  $p$  محصورة بين 1% و 50%. ويُستعان بالعملية التكرارية لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1). فيجري حل المعادلة (28) أولاً، ثم انطلاقاً من مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  المحسوبة بالطريقة المشروحة في الفقرة 3.5.1 من الملحق 1، تتم العملية التكرارية على المعادلات من (29) إلى (32) للمسافات  $d_i$  (حيث  $i = 0, 1, 2, \dots$ ) التي تتزايد بخطوات تبلغ كل منها  $s$  (km) على النحو الموضح في الفقرة 3.1 من الملحق 1. وتكون  $d_i$  في كل تكرار هي المسافة المعتبرة. وتستمر العملية التكرارية إلى أن تصح أي من الصيغتين التاليتين:

$$(27 أ) \quad L_2(p) \geq \begin{cases} L_1(p) & \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ L_{1q}(p) & \text{للكفاف المساعد} \end{cases}$$

أو:

$$(27 ب) \quad d_i \geq \begin{cases} d_{max1} & \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ d_1 & \text{للكفاف المساعد} \end{cases}$$

والمسافة اللازمة  $d_1$  أو مسافة الكفاف المساعد  $d_q$  تعطيان بالمسافة المعتبرة في التكرار الأخير، أي:

$$(27 ج) \quad d_1 = d_i$$

أو:

$$(27 د) \quad d_q = d_i$$

ولما كان الجزء المتعلق بمختلف المناطق على طول المسير مجهولاً، تعالج جميع المسيرات كما لو كانت مسيرات برية أو بحرية محتملة. ويجري الحسابان على التوازي، أحدهما للمسير المفترض برياً بكامله، والآخر للمسير المفترض بحرياً بكامله. ثم يجري استكمال داخلي لا خطي تتوقف نتيجته على مساهمات الخسارات البرية والخسارات البحرية على طول المسافة  $d_i$ . وعندما يقع جزء من المسير في البحار الدافئة وجزء في البحار الباردة، يفترض أن جميع البحار على امتداد المسير هي بحار دافئة.

ويكون الكفاف الرئيسي أو الإضافي:

$$(28 أ) \quad L_1(p) = L_b(p) - A_h$$

والكفاف المساعد:

$$(28 ب) \quad L_{1q}(p) = L_{bq}(p) - A_h$$

حيث:

$L_b(p)$  (dB) و  $L_{bq}(p)$  (dB): الخسارة اللازمة الدنيا أثناء  $p\%$  من الوقت على التوالي للكفاف الرئيسي أو الإضافي وللکفاف المساعد  $Q$  (dB) (انظر المعادلة (23)).

## الحسابات التكرارية

في بداية كل تكرار، تحسب المسافة الراهنة من أجل  $i = 0, 1, 2, \dots$ :

$$(29 \text{ أ}) \quad d_i = d_{min} + i \cdot s$$

ويعطى العامل التصحيحي  $C_i$  (dB) (انظر الفقرة 4.4 من الملحق 1) للمسافة  $d_i$  بالعلاقة:

$$(29 \text{ ب}) \quad C_i = \begin{cases} Z(f)(d_i - d_{min}) & \text{dB} & \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ 0 & \text{dB} & \text{للكفاف المساعد} \end{cases}$$

حيث المقدار  $Z(f)$  معطى بالمعادلة (22) في الفقرة 4.4 من الملحق 1.

وأما للمسافات التي تزيد على 375 كم فتكون قيمة العامل التصحيحي ( $C_i$  في المعادلة (29 ب)) الواجب تطبيقها هي قيمة العامل  $C_i$  للمسافة 375 كم.

والخسارة  $L_{bi}(p)$  في افتراض المسير برياً بكامله (المنطقتان A1 أو A2)، تقدر على التوالي باستعمال:

$$(30) \quad L_{bi}(p) = 142.8 + 20 \log f + 10 \log p + 0.1 d_i + C_i$$

والخسارة  $L_{bs}(p)$  في افتراض المسير بحرياً بكامله في البحار الباردة (المنطقة B) أو في البحار الدافئة (المنطقة C)، تقدر على التوالي باستعمال:

$$(31 \text{ أ}) \quad L_{bs}(p_i) = \begin{cases} 49,91 \log(d_i + 1840 f^{1.76}) + 1,195 f^{0.393} (\log p)^{1.38} d_i^{0.597} \\ + (0,01 d_i - 70)(f - 0,1581) + (0,02 - 2 \times 10^{-5} p^2) d_i \\ + 9,72 \cdot 10^{-9} d_i^2 p^2 + 20,2 \end{cases} \quad \text{للمنطقة B}$$

$$(31 \text{ ب}) \quad L_{bs}(p_i) = \begin{cases} 49,343 \log(d_i + 1840 f^{1.58}) + 1,266 (\log p)^{(0,468 + 2,598 f)} d_i^{0,453} \\ + (0,037 d_i - 70)(f - 0,1581) + 1,95 \times 10^{-10} d_i^2 p^3 + 20,2 \end{cases} \quad \text{للمنطقة C}$$

وتعطى الخسارة المتوقعة على المسير للمسافة المتبعة بالمعادلة:

$$(32) \quad L_2(p) = L_{bs}(p) + \left[ 1 - \exp \left( -5.5 \left( \frac{d_{tm}}{d_i} \right)^{1.1} \right) \right] (L_{bi}(p) - L_{bs}(p))$$

حيث:

$d_{tm}$  (km): المسافة البرية المتواصلة الأطول (بر داخلي + ساحل)، أي المنطقة A1 + المنطقة A2 على طول المسير الراهن.

## 3 الترددات المحصورة بين 790 MHz و 60 GHz

يقتصر نموذج الانتشار المعروض في هذا القسم على نسبة مئوية متوسطة سنوية من الوقت ( $p$ ) محصورة بين 0,001% و 50%.

ويستعان بالعملية التكرارية لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1). فيتم أولاً تقييم المعادلات من (34) إلى (43)، ثم انطلاقاً من مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  تتم العملية التكرارية في المعادلات من (44) إلى (54) للمسافات  $d_i$  حيث

( $i = 0, 1, 2, \dots$ ) التي تتزايد بخطوات تبلغ كل منها (km) على النحو الموضح في الفقرة 3.1 من الملحق 1. وتكون  $d_i$  في كل تكرار هي المسافة المعتبرة. وتستمر العملية التكرارية إلى أن تصح أي من الصيغتين التاليتين:

$$(33 \text{ أ}) \quad \begin{array}{l} \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ L_5(p) \geq L_3(p) \text{ و } L_6(p) \geq L_4(p) \\ \text{للكفاف المساعد} \\ L_5(p) \geq L_3(p) \text{ و } L_6(p) \geq L_4(p) \end{array}$$

أو:

$$(33 \text{ ب}) \quad d_i \geq \begin{cases} d_{max} \\ d_1 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ \text{للكفاف المساعد} \end{array}$$

والمسافة اللازمة  $d_1$  أو مسافة الكفاف المساعد  $d_q$  تعطيان بالمسافة الراهنة في التكرار الأخير، أي:

$$(33 \text{ ج}) \quad d_1 = d_i$$

أو:

$$(33 \text{ د}) \quad d_q = d_i$$

### التوهين الطولي الناجم عن الامتصاص الغازي

يحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن الهواء الجاف باستخدام:

$$(34 \text{ أ}) \quad \gamma_o = \begin{cases} \left[ 7.19 \times 10^{-3} + \frac{6.09}{f^2 + 0.227} + \frac{4.81}{(f - 57)^2 + 1.50} \right] f^2 \times 10^{-3} & \text{for } f \leq 56.77 \text{ GHz} \\ 10 & \text{for } f > 56.77 \text{ GHz} \end{cases}$$

(34 ب)

ويعطى التوهين الطولي الناجم عن بخار الماء بدلالة  $\rho$  (كثافة بخار الماء (g/m<sup>3</sup>)) بالمعادلة التالية:

$$(35) \quad \gamma_w(\rho) = \left( 0.050 + 0.0021\rho + \frac{3.6}{(f - 22.2)^2 + 8.5} \right) f^2 \rho \times 10^{-4}$$

ويحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن بخار الماء لنموذج الانتشار بالانتشار التروبوسفيري، مع استخدام كثافة لبخار الماء قدرها 3,0 g/m<sup>3</sup>:

$$(36 \text{ أ}) \quad \gamma_{wt} = \gamma_w (3.0)$$

ويحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن بخار الماء لنموذج الانتشار الموجه، مع استخدام كثافة لبخار الماء قدرها 7,5 g/m<sup>3</sup> للمسارات البرية (المنطقتان A1 وA2):

$$(36 \text{ ب}) \quad \gamma_{wdl} = \gamma_w (7.5)$$

ويحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن بخار الماء لنموذج الانتشار الموجه، مع استخدام كثافة لبخار الماء قدرها 10,0 g/m<sup>3</sup> للمسارات البحرية (المنطقتان B وC):

$$(36 \text{ ج}) \quad \gamma_{wds} = \gamma_w (10.0)$$

ويلاحظ أن القيمة 10 g/m<sup>3</sup> مستعملة في الوقت نفسه للمنطقتين B وC، لغياب معطيات عن تغيرية كثافة بخار الماء على الصعيد العالمي، وما يخص القيم الدنيا بصورة خاصة.

ويحسب التوهين الطولي الناجم عن ظاهرة الجريان الموجه بدلالة التردد (dB/km):

$$(37) \quad \gamma_d = 0.05 f^{1/3}$$

فيما يتعلق بنموذج الجريان الموجه

فيما يتعلق بنموذج الانتشار الموجه يحسب الانخفاض في التوهين الذي يحدث من الاقتران المباشر في الجريان الموجه فوق سطح البحر (dB):

$$(38) \quad A_c = \frac{-6}{(1 + d_c)}$$

حيث  $d_c$  (km) هي المسافة من المحطة الأرضية المقامة على البر إلى الساحل في الاتجاه المعتمد.

و  $d_c$  تساوي الصفر في الحالات الأخرى.

تحسب الخسارة الدنيا المطلوب بلوغها، حساباً تكرارياً:

$$(39) \quad A_1 = 122.43 + 16.5 \log f + A_h + A_c$$

للكفاف الرئيسي أو الإضافي:

$$(40) \quad L_3(p) = L_b(p) - A_1$$

وللكفاف المساعد:

$$(40) \quad L_{3q}(p) = L_{bq}(p) - A_1$$

حيث:

$L_b(p)$  (dB) و  $L_{bq}(p)$  (dB): قيمتا الخسارة اللازمة الدنيا أثناء  $p\%$  من الوقت على التوالي للكفاف الرئيسي أو الإضافي ولللكفاف المساعد الذي قيمته  $Q$  (dB) (انظر المعادلة (23)).

فيما يتعلق بنموذج الانتشار التروبوسفيري

يحسب جزء الخسارة التابع للتردد (dB):

$$(41) \quad L_f = 25 \log(f) - 2.5 \left[ \log \left( \frac{f}{2} \right) \right]^2$$

ويحسب جزء الخسارة غير التابع للمسافة (dB):

$$(42) \quad A_2 = 187.36 + 10 \varepsilon_h + L_f - 0.15 N_0 - 10.1 \left( -\log \left( \frac{P}{50} \right) \right)^{0.7}$$

حيث:

$\varepsilon_h$ : زاوية ارتفاع الأفق للمحطة الأرضية (بالدرجات)

$N_0$ : الانكسارية في مركز المسير عند مستوى سطح البحر (انظر المعادلة (12) في الفقرة 1.4 من الملحق 1).

وتحسب القيمة اللازمة الدنيا للخسارة التابعة للمسافة (dB):  
للكفاف الرئيسي أو الإضافي:

$$(43 \text{ أ}) \quad L_4(p) = L_b(p) - A_2$$

وللكفاف المساعد:

$$(43 \text{ ب}) \quad L_{4q}(p) = L_{bq}(p) - A_2$$

حيث:

$L_b(p)$  (dB) و  $L_{bq}(p)$  (dB): قيمتا الخسارة اللازمة الدنيا أثناء  $p\%$  من الوقت على التوالي للكفاف الرئيسي أو الإضافي وللکفاف المساعد الذي قيمته  $Q$  (dB) (انظر المعادلة (23)).

### الحسابات التكرارية

تُحسب المسافة المعتبرة من أجل  $i = 0, 1, 2, \dots$  في بداية كل تكرار:

$$(44) \quad d_i = d_{min} + i \cdot s$$

ويحسب التوهين الطولي الناجم عن الامتصاص الغازي (dB/km):

$$(45) \quad \gamma_g = \gamma_o + \gamma_{wdl} \left( \frac{d_t}{d_i} \right) + \gamma_{wds} \left( 1 - \frac{d_t}{d_i} \right)$$

حيث:

$d_t$  (km): المسافة البرية المتراكمة المعتبرة، المنطقة A1 + المنطقة A2، على طول المسير المعتبر.

وتحسب المعلمات التالية المتعلقة بالمنطقة:

$$(46) \quad \tau = 1 - \exp \left[ - \left( 4.12 \times 10^{-4} (d_{lm})^{2.41} \right) \right]$$

حيث:

$d_{lm}$  (km): المسافة البرية الداخلية المتواصلة الأطول، المنطقة A2، على طول المسير المعتبر؛

$$(47) \quad \mu_1 = \left[ 10^{\frac{-d_{lm}}{16-6.6\tau}} + \left[ 10^{-(0.496+0.354\tau)} \right]^5 \right]^{0.2}$$

حيث:

$d_{lm}$  (km): المسافة البرية المتواصلة الأطول (أي، بر داخلي + ساحل) المنطقة A1 + المنطقة A2 على طول المسير المعتبر.

$\mu_1$  يجب أن تكون محدودة بالمتراجحة  $\mu_1 \geq 1$ .

$$(48) \quad \sigma = -0.6 - 8.5 \times 10^{-9} d_i^{3.1} \tau$$

$\sigma$  يجب أن تكون محدودة بالمتراجحة  $\sigma \leq 3,4$

$$(49) \quad \mu_2 = \left(2.48 \times 10^{-4} d_i^2\right)^\sigma$$

$\mu_2$  يجب أن تكون محدودة بالمتراجحة  $\mu_2 \geq 1$ .

$$(50) \quad \mu_4 = \begin{cases} 10^{(-0.935 + 0.0176 \zeta_r) \log \mu_1} & \text{for } \zeta_r \leq 70^\circ \\ 10^{0.3 \log \mu_1} & \text{for } \zeta_r > 70^\circ \end{cases}$$

حيث  $\zeta_r$  تعطى بالمعادلتين (10) و(11) في الفقرة 1.4 من الملحق 1.

ويحسب تأثير ظاهرة الجريان الموجه التابع للمسير  $\beta$  مع معلمة تابعة له  $\Gamma_1$ ، المستعملين لحساب علاقة التبعية بين الوقت والخسارة على المسير:

$$(51) \quad \beta = \beta_e \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_4$$

حيث  $\beta_e$  تعطى بالمعادلتين (8) و(9) في الفقرة 1.4 من الملحق 1.

$$(52) \quad \Gamma_1 = \frac{1.076}{(2.0058 - \log \beta)^{1.012}} \exp \left[ - \left( 9.51 - 4.8 \log \beta + 0.198 (\log \beta)^2 \right) \times 10^{-6} d_i^{1.13} \right]$$

ويحسب العامل التصحيحي  $C_{2i}$  (dB) (انظر الفقرة 4.4 في الملحق 1) باستخدام:

$$(53) \quad C_{2i} = \begin{cases} Z(f)(d_i - d_{min})\tau & \text{(dB)} \\ 0 & \text{(dB)} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ \text{للكفاف المساعد} \end{array}$$

حيث  $Z(f)$  تحسب بالمعادلة (22) في الفقرة 4.4 من الملحق 1.

وفي حالة المسافات التي تزيد على 375 km، تكون قيمة العامل التصحيحي  $C_{2i}$  الواجب استخدامها في المعادلة (53) هي قيمة العامل  $C_{2i}$  المقابلة لمسافة 375 km.

ويحسب جزء الخسارة التابع للمسافة (dB)، في حالة الانتشار الموجه:

$$(54) \quad L_5(p) = (\gamma_d + \gamma_g) d_i + (1.2 + 3.7 \times 10^{-3} d_i) \log \left( \frac{p}{\beta} \right) + 12 \left( \frac{p}{\beta} \right)^{\Gamma_1} + C_{2i}$$

وفي حالة الانتشار التروبوسفيري:

$$(55) \quad L_6(p) = 20 \log (d_i) + 5.73 \times 10^{-4} (112 - 15 \cos (2\zeta)) d_i + (\gamma_o + \gamma_{wt}) d_i + C_{2i}$$

وعند حساب المسافات للأكفة المساعدة يؤخذ  $(C_{2i} = 0 \text{ dB})$ .

#### 4 الترددات المحصورة بين 60 GHz و 105 GHz

يصلح نموذج الانتشار هذا لنسبة مئوية متوسطة سنوية من الوقت ( $p$ ) محصورة بين 0,001% و 50%.

يستعان بالعملية التكرارية لتحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1). فتُقيَّم أولاً المعادلات من (56) إلى (60)، ثم انطلاقاً من مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  تتم العمليات التكرارية في المعادلتين (61) و (62) للمسافات  $d_i$  حيث  $i = 0, 1, 2, \dots$  التي تتزايد بخطوات تبلغ كل منها  $s$  (km) على النحو الموضح في الفقرة 3.1 من الملحق 1. وتكون  $d_i$  في كل تكرار هي المسافة المعتبرة.

وتستمر العملية التكرارية إلى أن تصح أي من الصيغتين التاليتين:

$$(55 \text{ أ}) \quad L_9(p) \geq \begin{cases} L_8(p) & \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ L_{8q}(p) & \text{للكفاف المساعد} \end{cases}$$

أو:

$$(55 \text{ ب}) \quad d_i \geq \begin{cases} d_{max1} & \text{للكفاف الرئيسي أو الإضافي} \\ d_1 & \text{للكفاف المساعد} \end{cases}$$

والمسافة اللازمة  $d_1$  أو مسافة الكفاف المساعد  $d_q$  تعطيان بالمسافة الراهنة في التكرار الأخير، أي:

$$(55 \text{ ج}) \quad d_1 = d_i$$

أو:

$$(55 \text{ د}) \quad d_q = d_i$$

ويحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن الهواء الجاف وللترددات المحصورة بين 60 GHz و 105 GHz باستخدام:

$$(56 \text{ أ}) \quad \gamma_{om} = \begin{cases} \left[ 2 \times 10^{-4} \left( 1 - 1.2 \times 10^{-5} f^{1.5} \right) + \frac{4}{(f - 63)^2 + 0.936} + \frac{0.28}{(f - 118.75)^2 + 1.771} \right] f^2 6.24 \times 10^{-4} & \text{dB/km for } f > 63.26 \text{ GHz} \\ 10 & \text{dB/km for } f \leq 63.26 \text{ GHz} \end{cases}$$

(56 ب)

ويحسب التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن كثافة بخار الماء في الجو البالغة 3 غرام/م<sup>3</sup> باستخدام:

$$(57) \quad \gamma_{wm} = (0.039 + 7.7 \times 10^{-4} f^{0.5}) f^2 2.369 \times 10^{-4}$$

ويحسب تقدير حريص متحفظ للتوهين الطولي (dB/km) الناجم عن الامتصاص الغازي باستخدام:

$$(58) \quad \gamma_{gm} = \gamma_{om} + \gamma_{wm} \quad \text{dB/km}$$

وتحسب الخسارة الدنيا التي يجب بلوغها في الحسابات التكرارية، من أجل التردد اللازم وقيمة تأثير الحجب بالتضاريس الأرضية للمحطة الأرضية  $A_h$  (dB) المحسوبة في الطريقة المشروحة في الفقرة 1 من هذا المرفق:

$$(59) \quad L_7(p) = 92.5 + 20 \log(f) + A_h \quad \text{dB}$$



وللكفاف الرئيسي أو الإضافي:

$$(60 \text{ أ}) \quad L_8(p) = L_b(p) - L_7 \quad \text{dB}$$

وللكفاف المساعد:

$$(60 \text{ ب}) \quad L_{8q}(p) = L_{bq}(p) - L_7 \quad \text{dB}$$

حيث:

$L_b(p)$  (dB) و  $L_{bq}(p)$  (dB): قيمتا الخسارة اللازمة الدنيا أثناء  $p\%$  من الوقت على التوالي للكفاف الرئيسي أو الإضافي وللکفاف المساعد الذي قيمته  $Q$  (dB) (انظر المعادلة (23)).

### الحسابات التكرارية

تحسب المسافات من أجل  $i = 0, 1, 2, \dots$  في بداية كل تكرار:

$$(61) \quad d_i = d_{min} + i \cdot s$$

وتحسب الخسارات التابعة للمسافة من أجل المسافة المعنية:

$$(62) \quad L_9(p) = \gamma_{gm} d_i + 20 \log(d_i) + 2.6 \left[ 1 - \exp\left(\frac{-d_i}{10}\right) \right] \log\left(\frac{p}{50}\right)$$

ويكون العامل التصحيحي (انظر الفقرة 4.4 من الملحق 1) مساوياً 0 dB للترددات التي تفوق 60 GHz. إذاً لا يكون قد أضيف إلى المعادلة (62) أي حد تصحيحي.

## المرفق 2 للملحق 1

### تحديد المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)

#### 1 لمحة شاملة

تتيح الخوارزمية المعروضة فيما يلي حساب الخسارة على المسير في أسلوب الانتشار (2)،  $L_r(p)$  (dB)، كدالة رتيبة لمعدل هطل المطر  $R(p)$  (mm/h) باستخدام مسافة الانتشار بالماء الجوي  $r_i$  (km) كمعلمة. ويصلح النموذج لنسبة مئوية متوسطة سنوية من الوقت  $(p)$  محصورة بين 0,001% و 10% . والطريقة المتبعة لتحديد كفاف الانتشار بالماء الجوي هي التالية:

( أ ) تعيين قيمة المعدل  $R(p)$  للمناطق المناخية المطرية من A إلى Q.

( ب ) ثم تحسب قيم الخسارة  $L_r(p)$  من أجل قيم للمسافة  $r_i$  متزايدة بقفزات (خطوة كل منها  $s$  (km))، انطلاقاً من مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$ ، كما هو مبين في الفقرة 3.1 من متن هذا المرفق. وتكون القيمة الصحيحة للمسافة  $r_i$  هي القيمة التي تكون معها قيمة الخسارة  $L_r(p)$  الموافقة، تساوي أو تزيد على الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (2)  $L(p)$ . وهذه القيمة للمسافة  $r_i$  هي المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (2)، ويُرمز لها بالرمز  $d_r$ .

( ج ) إذا أفضى الحساب التكراري إلى قيمة للمسافة  $r_i$  تساوي أو تزيد على مسافة الحساب القصوى المناسبة ( $d_{max2}$ ) المعطاة في الفقرة 2، يُنهى الحساب وتعتبر المسافة  $d_r$  تساوي المسافة  $d_{max2}$ . ويتوقف التكرار إذاً عندما تصبح أي من العبارتين التاليتين صحيحة:

$$L_r(p) \geq L(p) \quad (63 \text{ أ})$$

أو:

$$r_i \geq d_{max2} \quad (63 \text{ ب})$$

( د ) ويكون كفاف أسلوب الانتشار (2) دائرة نصف قطرها  $d_r$  (km) ومركزها نقطة كائنة على طول سمت الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية وتبعد عن المحطة الأرضية بمسافة أفقية قدرها  $\Delta d$  (km).

#### 2 مسافة الحساب القصوى

كما سبق أن ذُكر في الفقرة 3.5.1 من متن هذا المرفق، يجب أن تعيّن حدود قصوى للمسافة القصوى المستعملة في حساب المسافة اللازمة التكراري. وتتوقف مسافة الحساب القصوى ( $d_{max2}$ ) الواجب استعمالها في أسلوب الانتشار (2) على خط العرض، وتعطى بالمعادلة التالية:

$$d_{max2} = \sqrt{17\,000(h_R + 3)} \quad \text{km}$$

حيث  $h_R$  معرّف في المعادلتين (75) و (76).

#### 3 حساب الكفاف في أسلوب الانتشار (2)

يحسب المقدار  $R(p)$ ، معدل هطل المطر (mm/h) الذي يتم تجاوزه وسطياً أثناء  $p\%$  من السنة. وقد تم تقسيم العالم إلى عدد من المناطق المناخية المطرية (انظر الأشكال 5 و 6 و 7) تختلف خصائصها من حيث الهواطل.

تمثل المنحنيات الظاهرة في الشكل 8 التوزيعات المجمعة لمعدل هطل المطر، وينطبق كل منها على العديد من هذه المناطق المناخية المطرية.

حدد أي منطقة مناخية مطرية على موقع المحطة الأرضية:

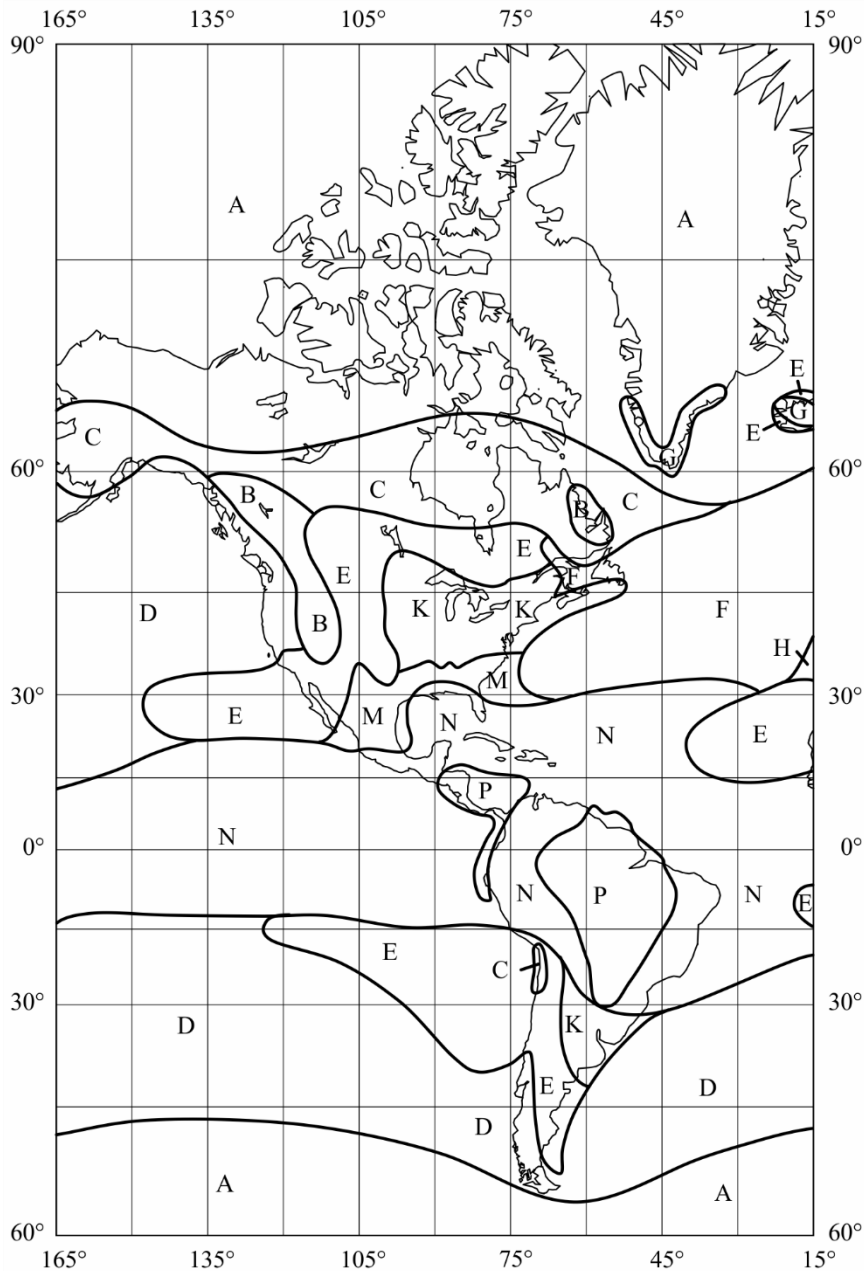
- فمن أجل  $0,3\% < p < 0,001\%$  والمنطقة المناخية المطرية السارية:

حدد  $R(p)$  سواء من الشكل 8 أو من المعادلات (64) إلى (68).

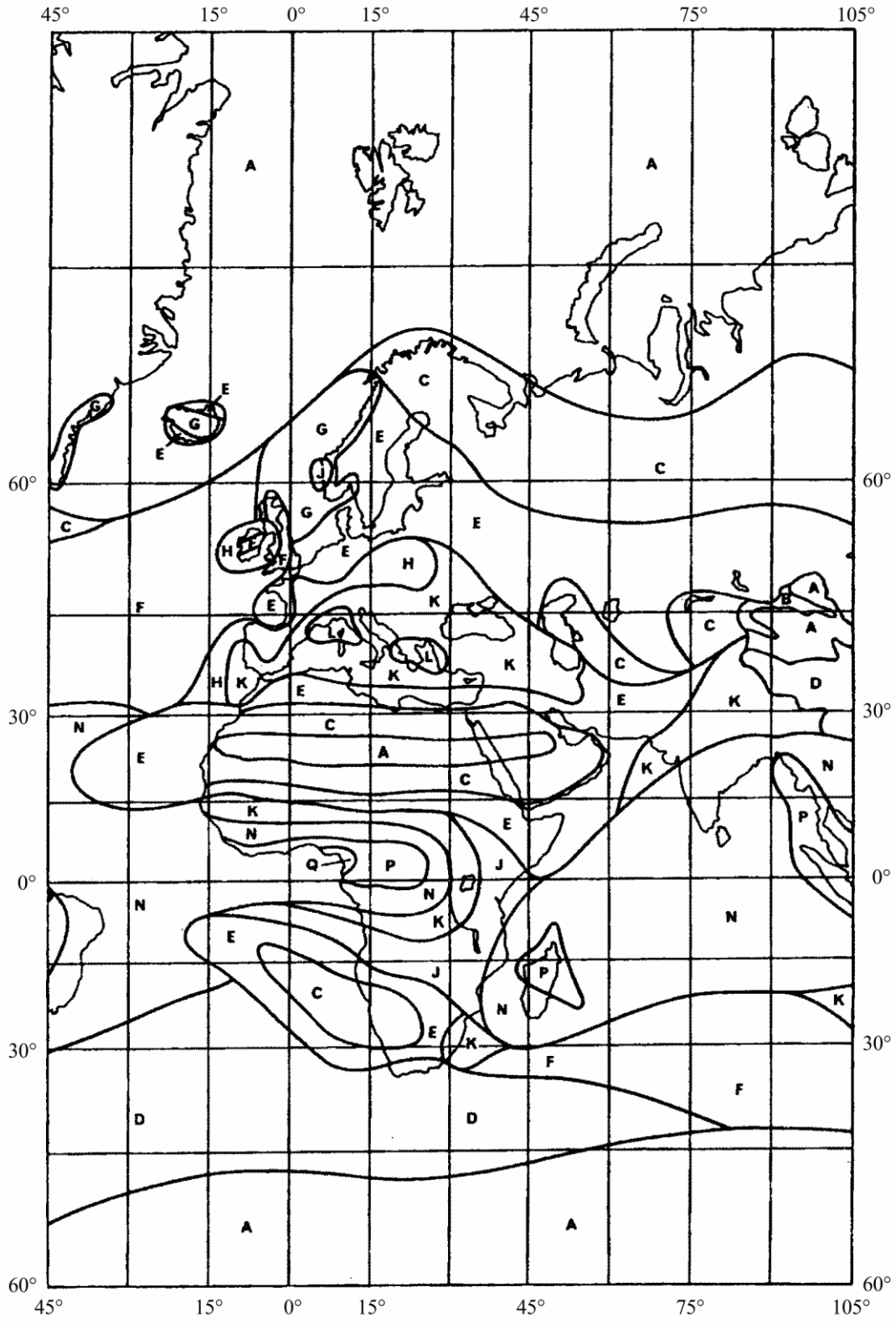
- ومن أجل  $p \geq 0,3\%$ :

استخدام المعادلة (69) مع قيم  $R(0.3)\%$  و  $p_c$  التي يمكن الحصول عليها من الجدول 4.

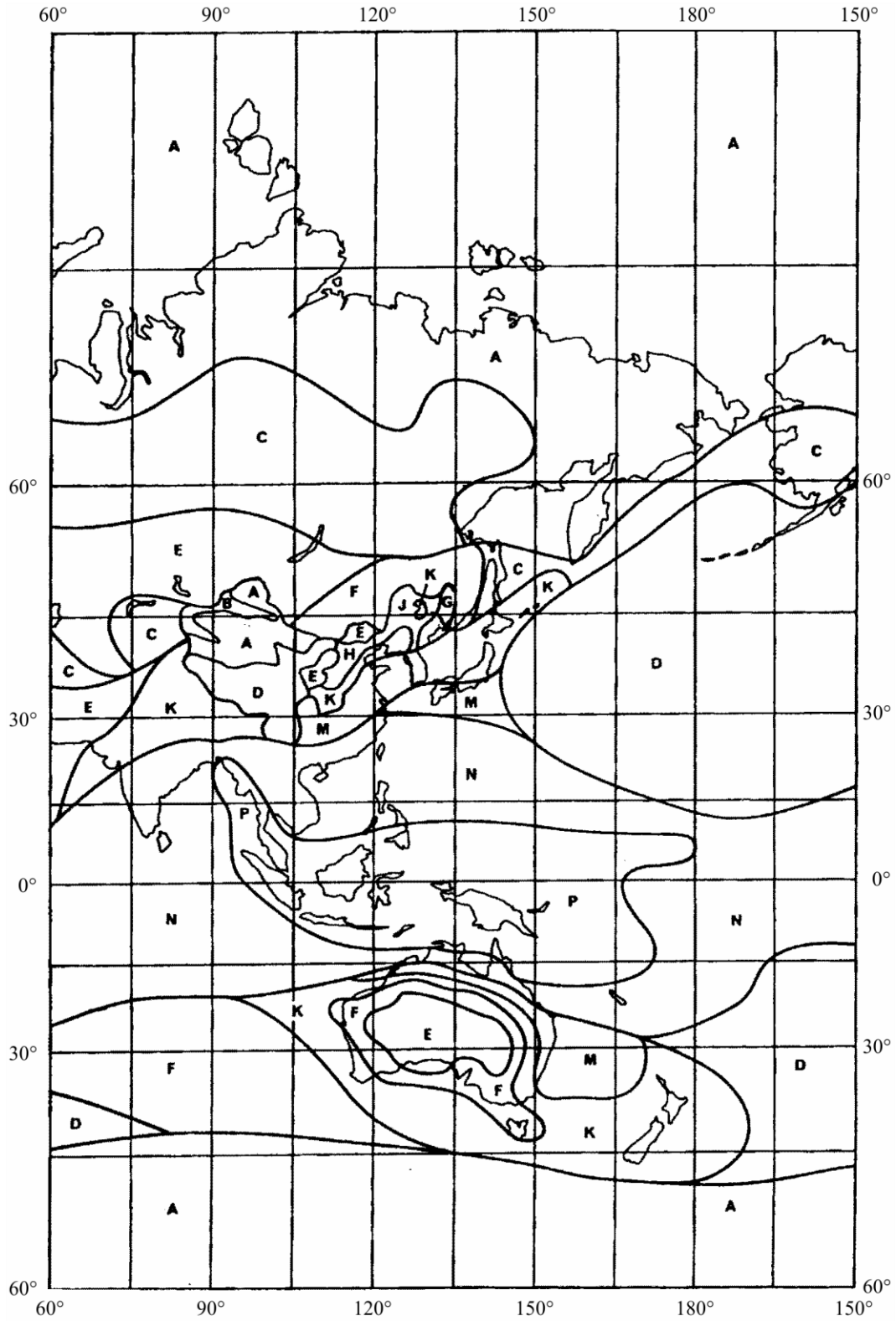
الشكل 5



الشكل 6

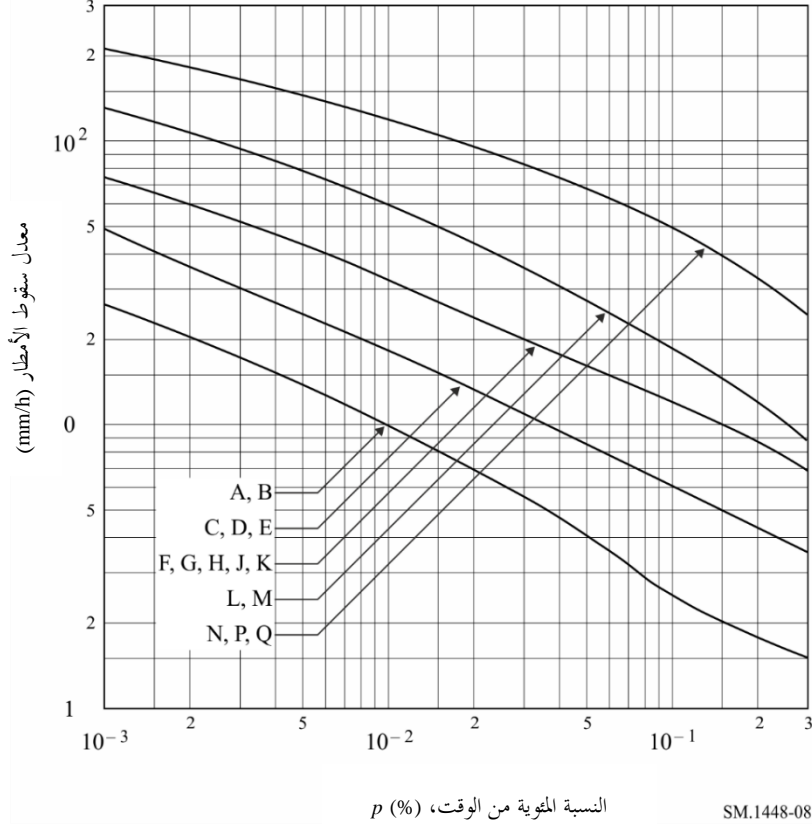


الشكل 7



الشكل 8

التوزيعات التراكمية المجمعة لمعدل سقوط الأمطار فيما يخص المناطق المناخية المطرية المبينة في الأشكال 5 و 6 و 7



المنطقتان المناخيتان المطريتان A و B

$$(64) \quad R(p) = 1.1 p^{-0.465} + 0.25 \left[ \log (p/0.001) \log^3 (0.3/p) \right] - \left[ |\log (p/0.1)| + 1.1 \right]^2 \text{ mm/h}$$

المناطق المناخية المطرية C و D و E

$$(65) \quad R(p) = 2 p^{-0.466} + 0.5 \left[ \log (p/0.001) \log^3 (0.3/p) \right] \text{ mm/h}$$

المناطق المناخية المطرية F و G و H و J و K

$$(66) \quad R(p) = 4.17 p^{-0.418} + 1.6 \left[ \log (p/0.001) \log^3 (0.3/p) \right] \text{ mm/h}$$

المنطقتان المناخيتان المطريتان L و M

$$(67) \quad R(p) = 4.9 p^{-0.48} + 6.5 \left[ \log (p/0.001) \log^2 (0.3/p) \right] \text{ mm/h}$$

المناطق المناخية المطرية N و P و Q

$$(68) \quad R(p) = 15.6 \left( p^{-0.383} + \left[ \log (p/0.001) \log^{1.5} (0.3/p) \right] \right) \text{ mm/h}$$

## الجدول 4

قيم المعدل R والنسبة  $p_c$  لمختلف المناطق المناخية المطرية

$p_c$ (%)	R (%0,3) (mm/h)	المنطقة المناخية المطرية
2	1,5	B و A
3	3,5	E و D و C
5	7,0	K و J و H و G و F
7,5	9,0	M و L
10	25,0	Q و P و N

حيث:

 $p_c$  (%) : النسبة المتوقعة المرجعية من الوقت التي يمكن أن يفترض معدل هطل المطر فيما بعدها يساوي الصفر.

$$R(p) = R(0.3\%) \left[ \frac{\log(p_c/p)}{\log(p_c/0.3)} \right]^2 \quad (69)$$

يحدد التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن المطر باستخدام المعادلة (71) وتعويض قيم  $k$  و  $\alpha$  فيها بقيمهما المأخوذة من الجدول 5. ويمكن بالاستكمال الداخلي الحصول على قيم  $k$  و  $\alpha$  في ترددات غير الترددات المذكورة في الجدول 5، ويستخدم في سبيل ذلك سلّم لوغاريتمي من أجل التردد ومن أجل  $k$ ، وسلّم خطي من أجل  $\alpha$ .

## الجدول 5

قيم  $k$  و  $\alpha$  بدلالة التردد في حالة استقطاب رأسي

$\alpha$	$k$	التردد (GHz)
0,880	0,0000352	1
1,075	0,000591	4
1,265	0,00155	6
1,31	0,00395	8
1,264	0,00887	10
1,20	0,0168	12
1,15	0,029	14
1,09	0,055	18
1,065	0,0691	20
1,05	0,090	22,4
1,03	0,113	25
1,01	0,150	28
1,00	0,167	30
0,963	0,233	35
0,929	0,310	40
0,926	0,318	40,5

وإذا افترضنا أن:

(70)

$$R = R(p)$$

يعطى عندئذ التوهين الطولي (dB/km) الناجم عن المطر بالعلاقة:

$$(71) \quad \gamma_R = k R^\alpha$$

يحسب القطر الفعال للخلية المطرية:

$$(72) \quad d_s = 3.5 R^{-0.08}$$

ثم تحسب دالة النقل الفعال بالانتشار:

$$(73) \quad R_{cv} = \frac{2.17}{\gamma_R d_s} \left( 1 - 10^{-\frac{\gamma_R d_s}{5}} \right)$$

ويحسب التوهين الإضافي خارج الحجم المشترك:

$$(74) \quad \Gamma_2 = 631 k R^{(\alpha - 0.5)} \times 10^{-(R+1)^{0.19}}$$

ويحسب ارتفاع المطر فوق سطح الأرض  $h_R$  (km):

فيما يتعلق بأمريكا الشمالية وأوروبا في غرب خط الطول 60° شرقاً:

$$(75) \quad h_R = 3.2 - 0.075 (\zeta - 35) \quad \text{for } 35 \leq \zeta \leq 70$$

حيث:

$\zeta$ : خط عرض المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق.

وفيما يتعلق بجميع مناطق العالم الأخرى:

$$h_R = \begin{cases} 5 - 0.075 (\zeta - 23) & \text{for } \zeta > 23 \\ 5 & \text{for } 0 \leq \zeta \leq 23 \\ 5 & \text{for } 0 \geq \zeta \geq -21 \\ 5 + 0.1 (\zeta + 21) & \text{for } -71 \leq \zeta < -21 \\ 0 & \text{for } \zeta < -71 \end{cases}$$

(أ 76) نصف الكرة الأرضية الشمالي  
(ب 76) نصف الكرة الأرضية الشمالي  
(ج 76) نصف الكرة الأرضية الجنوبي  
(د 76) نصف الكرة الأرضية الجنوبي  
(هـ 76) نصف الكرة الأرضية الجنوبي

يحدد التوهين الطولي الناجم عن امتصاص بخار الماء (تستخدم كثافة بخار الماء مساوية 7.5 g/m<sup>3</sup>):

$$(77) \quad \gamma_{wr} = \left[ 0.06575 + \frac{3.6}{(f - 22.2)^2 + 8.5} \right] f^2 \cdot 7.5 \times 10^{-4}$$

### 1.3 الحسابات التكرارية

تطبق المعادلات من (78) إلى (83) لقيم  $r_i$  المتزايدة، حيث  $r_i$  هي المسافة المعتبرة (km) بين منطقة الانتشار الأعظم والموقع المحتمل لمحطة أرض  $i$  و  $i = 0, 1, 2, \dots$  وتتابع العملية إلى أن يتحقق أحد الشرطين الواردين في المعادلتين (63 أ) و(63 ب). وتكون المسافة اللازمة في حالة الانتشار بالمطر  $d_r$  هي القيمة المعتبرة للمسافة  $r_i$ .

$$(78) \quad r_i = d_{min} + i \cdot s$$



تحدد الخسارة فوق ارتفاع المطر  $L_{ar}$  (dB) الذي ينطبق على الاقتران بالانتشار:

$$(79 \text{ أ}) \quad L_{ar} = \begin{cases} 6.5 \left[ 6 (r_i - 50)^2 \times 10^{-5} - h_R \right] & \text{for } 6 (r_i - 50)^2 \times 10^{-5} > h_R \\ 0 & \text{for } 6 (r_i - 50)^2 \times 10^{-5} \leq h_R \end{cases}$$

ويحسب الانتشار الإضافي للابتعاد عن انتشار "راليه":

$$(80 \text{ أ}) \quad A_b = \begin{cases} 0.005 (f - 10)^{1.7} R^{0.4} & \text{for } 10 \text{ GHz} < f < 40.5 \text{ GHz} \\ 0 & \text{for } f < 10 \text{ GHz or when } L_{ar} \neq 0 \end{cases}$$

ويحسب الطول الفعال للمسير بفعل الامتصاص بالأكسجين:

$$(81 \text{ أ}) \quad d_o = \begin{cases} 0.7 r_i + 32 & \text{for } r_i < 340 \text{ km} \\ 270 & \text{for } r_i \geq 340 \text{ km} \end{cases}$$

ويحسب الطول الفعال للمسير بفعل الامتصاص ببخار الماء باستخدام:

$$(82 \text{ أ}) \quad d_v = \begin{cases} 0.7 r_i + 32 & \text{for } r_i < 240 \text{ km} \\ 200 & \text{for } r_i \geq 240 \text{ km} \end{cases}$$

وتحدد الخسارة على المسير في أسلوب الانتشار (2)،  $L_r$  (dB) باستخدام:

$$(83) \quad L_r = 168 + 20 \log r_i - 20 \log f - 13.2 \log R - G_x + A_b - 10 \log R_{cv} + \Gamma_2 + L_{ar} + \gamma_o d_o + \gamma_{wr} d_v$$

حيث:

$\gamma_o$ : كما هو معرف في المعادلة (34)

$G_x$ : كسب الهوائي لشبكة الأرض المعطى في الجدولين 14 و15.

#### 4 رسم الكفاف في أسلوب الانتشار (2)

لتحديد مركز الكفاف الدائري في أسلوب الانتشار (2)، يجب حساب المسافة الأفقية من المحطة الأرضية إلى هذه النقطة، على طول سمت محور الحزمة الرئيسية لهوائي هذه المحطة. وتعطى المسافة  $\Delta d$  (km) حتى مركز الكفاف في أسلوب الانتشار (2) بالعلاقة:

$$(84) \quad \Delta d = \frac{h_R}{2 \tan \varepsilon_s}$$

حيث:

$\varepsilon_s$ : زاوية ارتفاع محور الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية

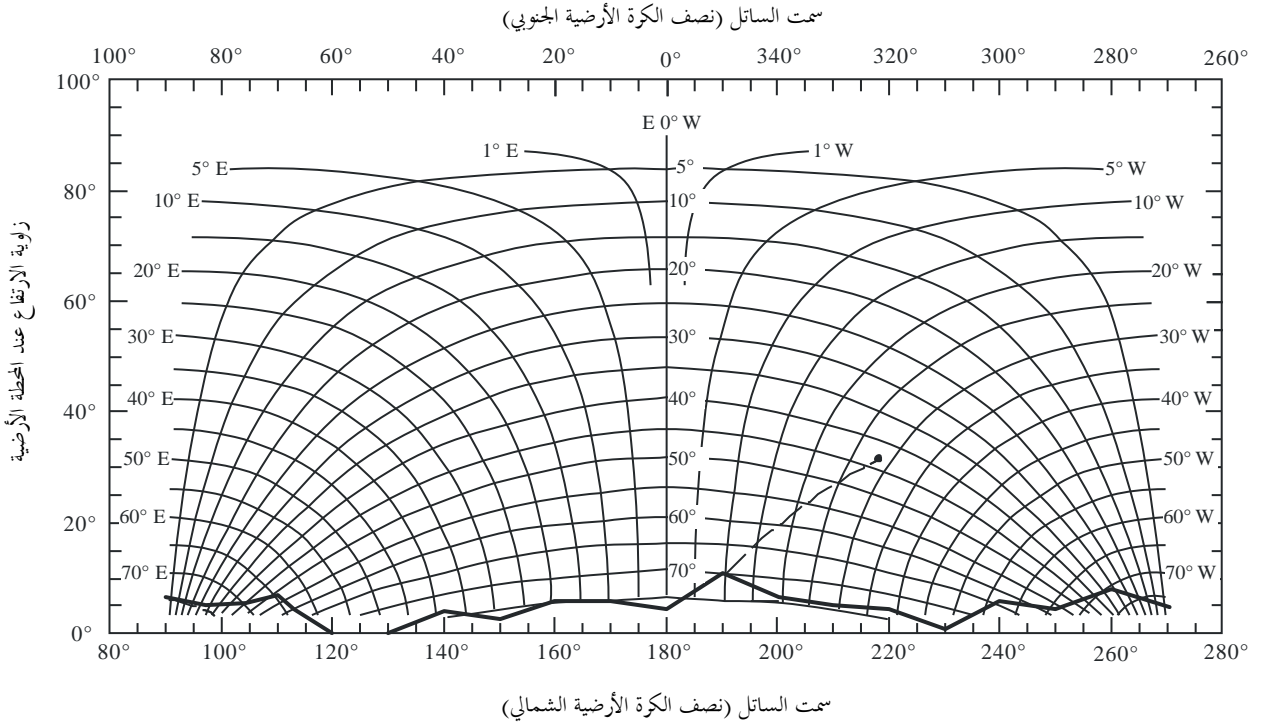
$\Delta d$ : محدودة بالمسافة  $(50 - d_r)$  km.

والمسافة اللازمة  $d_r$  في أسلوب الانتشار (2) يجب أن تكون محصورة بين مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  ومسافة الحساب القصوى في أسلوب الانتشار (2)،  $d_{max2}$ .



## الشكل 9

أقواس مواقع السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض منسوبة إلى الأفق، والقوس المرئية من الأفق وفق السمات 190° نحو سائل واقع بقدر 28° إلى الغرب من محطة أرضية كائنة عند خط العرض الشمالي 43°



SM.1448-09

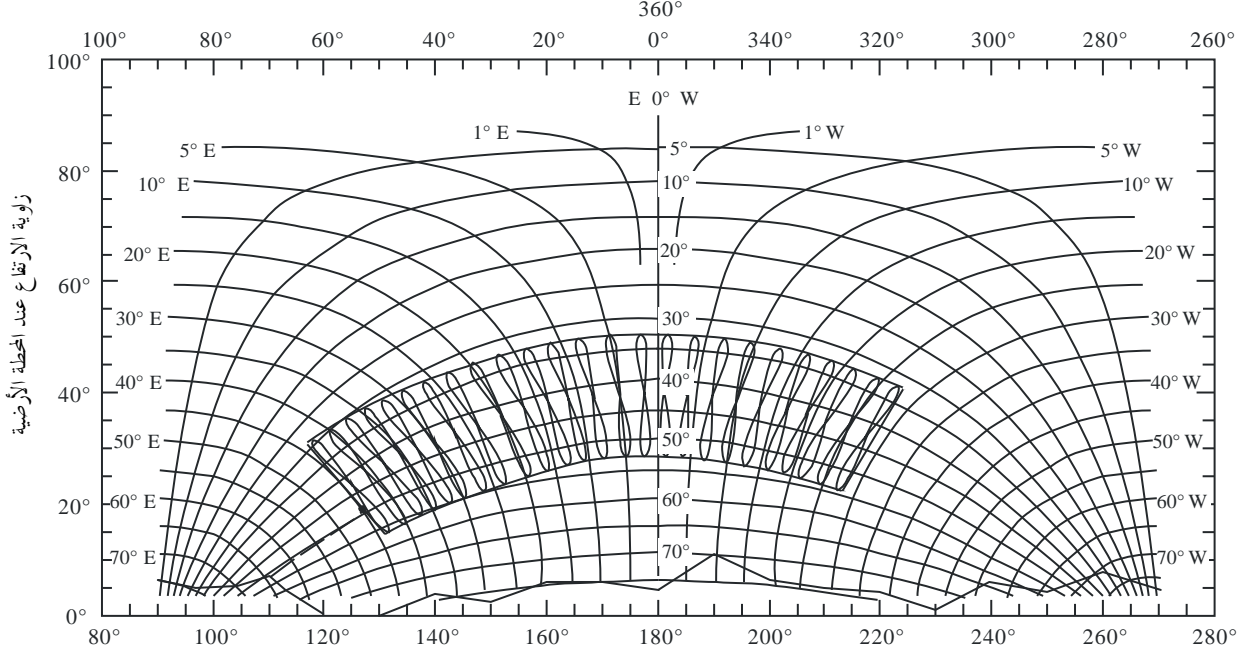
وعندما يلبّن ويخفف الحفاظ على الموقع في الاتجاه شمال/جنوب لسائل مستقر بالنسبة إلى الأرض، يصبح مدار السائل مائلاً، ويزداد ميله تدريجياً مع الوقت. وعندما يُنظر إلى السائل من الأرض، يرى موضعه يرسم شكل الرقم 8 في كل دور من أدواره البالغ 24 ساعة. ويبين الشكل 10 التغيرات في مسارات مجموعة من السواتل المائلة بقدر 10° والمتباعدة بقدر 3° على طول قوس المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، المحصورة بين 28° غرباً و44° شرقاً بالنسبة إلى محطة أرضية واقعة عند خط العرض الشمالي 43°. ولأغراض تحديد منطقة<sup>15</sup> التنسيق، لا حاجة للنظر إلا في مغلف يضم هذه المسارات. ويمكن استخدام مغلف بسيط ضام على أساس أقصى عدد من الرحلات في خطوط العرض والطول بالنسبة إلى مسقط المحطة الفضائية على الأرض في جميع المواضع الممكنة على امتداد القوس، على النحو المبين في الشكل 10. ويبين الشكل 10 أيضاً بخط منقط قوس الدائرة العظمى المقابلة لزاوية دنيا خارج المحور  $\varphi(\alpha)$  كائنة بين هذا المغلف وجانبية الأفق وفق سمت قدره 110°.

<sup>15</sup> لتطبيق التذييل 7 بموجب المادة 11، تنطبق منطقة التنسيق على النحو المحدد في (الرقم 171.1) فقط على محطة أرضية واحدة ومحطة فضائية واحدة مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الشكل 10

أقواس مواقع السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض منسوبة إلى الأفق، والقوس المرئية من الأفق وفق السمات 110° نحو سواتل ميلها 10° عن قوس المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض المحصورة بين 28° غرباً و 44° شرقاً من محطة أرضية كائنة على خط العرض الشمالي 43°

سمت الساتل (نصف الكرة الأرضية الجنوبي)



سمت الساتل (نصف الكرة الأرضية الشمالي)

SM.1448-10

وبشأن محطة إرسال أرضية عاملة في نطاق ترددات موزع أيضاً في اتجاهي الإرسال على محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يتم الرجوع إلى الفقرة 1.2 من المرفق 6 للملحق 1.

## 2 تعيين التباعد الزاوي $\varphi(\alpha)$

لتعيين الزاوية خارج المحور  $\varphi(\alpha)$ ، يجب التمييز بين حالتين تعتمدان على ما سيُنظر فيه: أكان ذلك محطة فضائية واحدة أو جزء من مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض، وما إذا كانت المحطة الأرضية ستعمل لمحطات أرضية في مدار مائل قليلاً أم لا. وتستخدم المعادلات التالية في كلتا الحالتين:

$$(85) \quad \psi_s(i, \delta) = \arccos(\sin \zeta \sin i + \cos \zeta \cos i \cos \delta)$$

$$(86) \quad \varepsilon_s(i, \delta) = \arcsin \left( \frac{K \cos \psi_s(i, \delta) - 1}{(1 + K^2 - 2K \cos \psi_s(i, \delta))^{1/2}} \right)$$

$$(87) \quad \alpha_{0s}(i, \delta) = \arccos \left[ \frac{\sin i - \cos \psi_s \sin \zeta}{\sin \psi_s \cos \zeta} \right]$$

$$(88) \quad \alpha_s(i, \delta) = \alpha_{0_s}(i, \delta) \quad \text{محطة فضائية واقعة إلى الشرق من المحطة الأرضية (} 0 \leq \zeta \text{)}$$

$$(89) \quad \alpha_s(i, \delta) = 360^\circ - \alpha_{0_s}(i, \delta) \quad \text{محطة فضائية واقعة إلى الغرب من المحطة الأرضية (} 0 \geq \zeta \text{)}$$

$$(90) \quad \varphi(\alpha, i, \delta) = \arccos [\cos \varepsilon_h(\alpha) \cos \varepsilon_s(i, \delta) \cos (\alpha - \alpha_s(i, \delta)) + \sin \varepsilon_h(\alpha) \sin \varepsilon_s(i, \delta)]$$

حيث:

$\zeta$ : خط عرض المحطة الأرضية (موجب في الشمال وسالب في الجنوب)

$\delta$ : الفرق في خط الطول بين المحطة الأرضية والمحطة الفضائية

$i$ : خط عرض مسقط الساتل (موجب في الشمال وسالب في الجنوب)

$\psi_s(i, \delta)$ : قوس الدائرة الكبرى بين المحطة الأرضية ومسقط الساتل

$\alpha_s(i, \delta)$ : سمت المحطة الفضائية المرئية من المحطة الأرضية

$\varepsilon_s(i, \delta)$ : زاوية ارتفاع المحطة الفضائية المرئية من المحطة الأرضية

$\varphi(\alpha, i, \delta)$ : الزاوية الكائنة بين الحزمة الرئيسية واتجاه الأفق الموافق للسمت  $\alpha$  المعتبر، عندما تكون الحزمة الرئيسية

موجهة نحو محطة فضائية، خط عرض مسقط ساتلها هو  $i$ ، والفرق في خط طولها هو  $\delta$

$\alpha$ : سمت الاتجاه المعتبر

$\varepsilon_h$ : زاوية ارتفاع الأفق عند سمت  $\alpha$  المعتبر

$\varphi(\alpha)$ : الزاوية الواجب استعمالها لحساب كسب الأفق وفق سمت المعتبر  $\alpha$

$K$ : نسبة نصف قطر المدار إلى نصف قطر الأرض، ويفترض أنها تساوي 6,62 للمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض.

جميع الأقواس المذكورة أعلاه مقدرة بالدرجات.

### الحالة 1: محطة فضائية واحدة، مدارها غير مائل

فيما يتعلق بمحطة فضائية تعمل في مدار غير مائل، في موقع مداري يبلغ الفرق في خط الطول عنده  $\delta_0$ ، يمكن تطبيق المعادلات من (85) إلى (90) مباشرة، بجعل  $i = 0$  لتعيين  $\varphi(\alpha)$  لكل سمت  $\alpha$ . وهكذا يكون:

$$(91) \quad \varphi(\alpha) = \varphi(\alpha, 0, \delta_0)$$

حيث:

$\delta_0$ : الفرق في خط الطول بين المحطة الأرضية والمحطة الفضائية.

### الحالة 2: محطات فضائية تقع على جزء من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، بدون ميل مداري

في المحطات الفضائية الواقعة على جزء من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض بدون ميل مداري، يمكن تطبيق المعادلات من (85) إلى (90) مباشرة باستخدام  $i = 0$  لإيجاد القيمة الدنيا للزاوية خارج المحور. ولكل زاوية سمت  $\alpha$ ، تكون الزاوية  $\varphi(\alpha)$  هي القيمة الدنيا للزاوية  $\varphi(\alpha, 0, \delta)$  في أي موضع على طول القوس. ومن ثم:

$$(92) \quad \varphi(\alpha) = \min \varphi(\alpha, 0, \delta)$$

$$\delta_w \leq \delta \leq \delta_e$$

حيث:

$\delta_e$ : فرق في خط الطول في أقصى الجزء الشرقي التشغيلي من قوس المدار

$\delta_w$ : فرق في خط الطول في أقصى الجزء الغربي التشغيلي من قوس المدار

### الحالة 3: محطات فضائية تقع على جزء من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، مع ميل مداري

فيما يتعلق بمحطات فضائية تعمل في مدار مائل قليلاً، وتقع على جزء من قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فيه فرق اسمي في خط الطول بين  $\delta_e$  و  $\delta_w$ ، يجب أن يؤخذ في الاعتبار الميل الأقصى للمدار أثناء مدة تشغيله  $i_s$ . ويمكن تطبيق المعادلات من (85) إلى (90) لتعيين الزاوية الدنيا خارج المحور لكل واحدة من الأقواس الأربع سمت/ارتفاع التي تحدّد مسار المحطة الفضائية بالزاوية وبالارتفاع. وهذه الأقواس تحدها خطوط العرض القصوى والدنيا لمساقط الساتل، والحدود الطرفية للفرق في خط الطول بين المحطة الفضائية والمحطة الأرضية عندما تكون المحطة الفضائية تعمل عند ميلها الأقصى. وهكذا:

$$(93) \quad \varphi(\alpha) = \min \varphi_n(\alpha) \\ n = 1 \text{ to } 4$$

مع:

$$(94) \quad \varphi_1(\alpha) = \min \varphi(\alpha, -i_s, \delta) \\ \delta_w - \delta_s \leq \delta \leq \delta_e + \delta_s$$

$$(95) \quad \varphi_2(\alpha) = \min \varphi(\alpha, i_s, \delta) \\ \delta_w - \delta_s \leq \delta \leq \delta_e + \delta_s$$

$$(96) \quad \varphi_3(\alpha) = \min \varphi(\alpha, i, \delta_w - \delta_s) \\ -i_s \leq i \leq i_s$$

$$(97) \quad \varphi_4(\alpha) = \min \varphi(\alpha, i, \delta_e + \delta_s) \\ -i_s \leq i \leq i_s$$

$$(98) \quad \delta_s = (i_s / 15)^2$$

حيث:

$i_s$ : زاوية الميل التشغيلية القصوى لمدار الساتل

$\delta_s$ : التغيير الأقصى في خط الطول عن القيمة الاسمية لمسقط ساتل ميل مداره  $i_s$ .

### الحالة 4: محطة فضائية واحدة في مدارات مائلة

فيما يتعلق بمحطة فضائية واحدة تعمل في مدار فيه فرق اسمي في خط الطول هو  $\delta_0$ ، مع ميل أقصى للمدار أثناء مدة تشغيله  $i_s$ ، تحدّد الزاوية  $\varphi(\alpha)$  كما في الحالة 3 سوى أن  $\delta_e = \delta_w = \delta_0$  هنا.

ويمكن تحديد الزوايا الدنيا خارج المحور في المعادلات (93) إلى (97) بتزايدات على طول الكفاف المعين للحدود. ويكون قدّ الخطوة في الميل  $i$  أو في خط الطول  $\delta$  محصوراً بين  $0,5^\circ$  و  $1,0^\circ$ ، ويجب أن تكون النقاط الطرفية لكل من المديات داخلة في الحساب.

وجانبية الأفق  $\varepsilon_n(\alpha)$  المستعملة لتحديد  $\varphi(\alpha)$  معطاة من أجل تزايدات في السمات لا تتجاوز خطوطها  $0,5^\circ$ .

## 3 تعيين كسب الهوائي

تستعمل العلاقة  $\varphi(\alpha)$  لحساب كسب الهوائي في اتجاه الأفق  $G(\varphi)$  مقدراً بالوحدات dBi بدلالة زاوية السم  $\alpha$  باستخدام مخطط الهوائي الفعلي للمحطة الأرضية أو صيغة تعطي تقريباً جيداً له. فمثلاً عندما تكون نسبة قطر الهوائي إلى طول الموجة تساوي أو تزيد على 35، تستعمل المعادلة التالية:

$$(99) \quad G(\varphi) = \begin{cases} G_{amax} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 & \text{for } 0 < \varphi < \varphi_m \\ G_1 & \text{for } \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r \\ 29 - 25 \log \varphi & \text{for } \varphi_r \leq \varphi < 36^\circ \\ -10 & \text{for } 36^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ \end{cases}$$

$$G_1 = \begin{cases} -1 + 15 \log (D/\lambda) & \text{dBi} & \text{for } D/\lambda \geq 100 \\ -21 + 25 \log (D/\lambda) & \text{dBi} & \text{for } 35 \leq D/\lambda < 100 \end{cases}$$

$$\varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{amax} - G_1} \quad \text{degrees}$$

$$\varphi_r = \begin{cases} 15.85 (D/\lambda)^{-0.6} & \text{degrees} & \text{for } D/\lambda \geq 100 \\ 100 (\lambda/D) & \text{degrees} & \text{for } 35 \leq D/\lambda < 100 \end{cases}$$

وعندما يتوفر تمثيل أفضل لمخطط الهوائي الفعلي، يمكن استعماله. وفي الحالات التي لا تعطي فيها النسبة  $D/\lambda$ ، يمكن تقديرها استناداً إلى العبارة:

$$20 \log \frac{D}{\lambda} \approx G_{amax} - 7.7$$

حيث:

$G_{amax}$ : كسب الهوائي في محور الحزمة الرئيسية (dBi)

$D$ : قطر الهوائي (m)

$\lambda$ : طول الموجة (m)

$G_1$ : كسب الفص الجانبي الأول (dBi).

## المرفق 4 للملحق 1

### كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطة أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض

يعرض هذا المرفق الطرائق التي يمكن استعمالها لتعيين كسب الهوائي في اتجاه الأفق لمحطة أرضية تعمل مع سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، تستخدم طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) المشروحة في الفقرة 1.2.2 في الملحق 1 والطريقة الإحصائية المشروحة في الفقرة 2.2.2 في الملحق 1، ويقدم هذا المرفق مثلاً عن تطبيق طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن.

#### 1 تعيين كسب الهوائي في اتجاه الأفق باستخدام طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)

تتوقف طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن في أبسط أشكال تنفيذها على زاوية الارتفاع الدنيا لمحور حزمة الهوائي للمحطة الأرضية ( $\epsilon_{sys}$ )، وهي معلمة نظام تأخذ القيمة نفسها، وفق جميع السموات المحيطة بالمحطة الأرضية. فإذا كانت زاوية ارتفاع الأفق وفق السمات المتعبر هي  $\epsilon_h$  (بالدرجات)، تكون زاوية التباعد الدنيا بين الأفق وفق هذا السمت وبين كل زاوية تسديد محتملة لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي ( $\phi_{min}$ ) مساوية إلى الفرق بين هاتين الزاويتين ( $\epsilon_{sys} - \epsilon_h$ )، ولكنها لا تقل عن صفر من الدرجات. وتكون زاوية التباعد القصوى بين الأفق وفق هذا السمت وبين كل زاوية تسديد محتملة لمحور الحزمة الرئيسية للهوائي ( $\phi_{max}$ ) مساوية إلى الفرق بين مجموع هاتين الزاويتين والقيمة  $180^\circ - (\epsilon_{sys} - \epsilon_h)$ . ويتم الحصول على قيمتي الكسب القصوى والدنيا في اتجاه الأفق وفق السمات المعني، من مخطط كسب الهوائي للمحطة الأرضية عند هاتين الزاويتين خارج المحور. وفي غياب المخطط يمكن استعمال مخطط الفقرة 3 من المرفق 3 للملحق 1.

وتدخل تقييدات أخرى في تعيين قيمتي كسب الهوائي القصوى والدنيا في اتجاه الأفق، في حالة محطة أرضية تعمل مع كوكبة من السواتل غير المستقرة وغير الموجودة في مدار شبه قطبي. وفي مثل هذه الحالة وحسب خط عرض المحطة الأرضية، فقد توجد بعض الأجزاء من نصف الكرة الأرضية الواقعة فوق المستوي الأفقي عند المحطة الأرضية، لا يرى فيها أي ساتل. ولمراعاة هذه الحدود لقابلية الرؤية في هذه الطريقة، لا بد أولاً من تعيين زاوية الارتفاع الدنيا التي يمكن رؤية الساتل عندها، وفق مجموعة من الزوايا السماتية القريبة جداً حول المحطة الأرضية. ويمكن تعيين زاوية الارتفاع الدنيا هذه التي يمكن معها رؤية الساتل ( $\epsilon_v$ ) انطلاقاً من إمكانية رؤية حافة البساط المتشكل من جميع المدارات المحتملة التي لها الميل المداري لسواتل الكوكبة وارتفاعها.

وتكون أخفض زاوية ارتفاع يسدد باتجاهها محور الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية وفق كل سمت هي زاوية الارتفاع الدنيا المركبة ( $\epsilon_c$ ) المساوية لكبرى الزاويتين: زاوية الارتفاع الدنيا لإمكانية رؤية الساتل ( $\epsilon_v$ ) وزاوية الارتفاع الدنيا للمحطة الأرضية ( $\epsilon_{sys}$ ). وبعد تعيين زاوية الارتفاع الدنيا المركبة وفق جميع السموات حسب الطريقة المشروحة في الفقرة 1.1 من هذا المرفق، يمكن استعمال الجانبية الناتجة لزوايا الارتفاع الدنيا المركبة في الطريقة المشروحة في الفقرة 2.1 من هذا المرفق، من أجل تحديد قيمتي الكسب القصوى والدنيا في اتجاه الأفق وفق كل سمت.

#### 1.1 تعيين الحدود لقابلية رؤية السواتل

يمكن أن تتعين الحدود لقابلية رؤية كوكبة من السواتل استناداً إلى زاوية ميل الساتل الأكثر ميلاً وارتفاع الساتل الأقل ارتفاعاً في الكوكبة. وللقيام بذلك يمكن التمييز بين ست حالات، قد لا تنطبق كلها بالضرورة على كوكبة معينة، وعلى خط عرض معين للمحطة الأرضية. فالسمات والحد الأدنى المقابل لزاوية الارتفاع يتعيان بطريقة وسيطية تستعمل مجموعة من النقاط على حافة البساط المداري للكوكبة. وتكمن هذه الطريقة في وضع هذه العلاقة بالنسبة إلى السموات الموجودة إلى الشرق من محطة موجودة



في نصف الكرة الأرضية الشمالي. واعتماداً على التناظر يمكن تعيين زوايا الارتفاع للسموت الموجودة إلى الغرب من المحطة، ولجميع سموت المحطات الموجودة في نصف الكرة الأرضية الجنوبي. ويمكن استعمال المعادلات التالية، والتي لا تصلح إلا للمدارات دائرية، من أجل تعيين كسب الهوائي في اتجاه الأفق في جميع الحالات العملية.

$$(100) \quad \psi(\delta) = \arccos(\sin \zeta_e \sin i_s + \cos \zeta_e \cos i_s \cos \delta)$$

$$(101) \quad \varepsilon_v(\delta) = \arcsin \left[ \frac{K_1 \cos[\psi(\delta)] - 1}{(1 + K_1^2 - 2K_1 \cos[\psi(\delta)])^{1/2}} \right]$$

$$(102) \quad \alpha_0(\delta) = \arccos \left[ \frac{\sin i_s - \cos[\psi(\delta)] \sin \zeta_e}{\sin[\psi(\delta)] \cos \zeta_e} \right]$$

مع:

$$(103) \quad \alpha(\delta) = \begin{cases} \alpha_0(\delta) \text{ and} & \text{للمحطات الأرضية التي تقع شمال خط الاستواء} \\ 360^\circ - \alpha_0(\delta) & \\ 180^\circ - \alpha_0(\delta) \text{ and} & \text{للمحطات الأرضية التي تقع شمال خط الاستواء} \\ 180^\circ + \alpha_0(\delta) & \end{cases}$$

حيث:

$i_s$ : ميل مدار السواتل في الكوكبة، الذي يفترض موجباً ومحصوراً بين  $0^\circ$  و  $90^\circ$

$\zeta_e$ : القيمة المطلقة لخط عرض المحطة الأرضية

$\delta$ : الفرق في خط الطول بين المحطة الأرضية ونقطة من حافة البساط المداري للكوكبة

$\psi(\delta)$ : قوس الدائرة الكبرى بين المحطة الأرضية ونقطة على سطح الأرض تقع مباشرة تحت النقطة من حافة البساط المداري للكوكبة

$\alpha(\delta)$ : السميت بين المحطة الأرضية ونقطة من حافة البساط المداري

$\alpha_0(\delta)$ : السميت الرئيسي، المحصور بين  $0^\circ$  و  $180^\circ$ ، من المحطة الأرضية إلى نقطة من حافة البساط المداري

$\varepsilon_v(\delta)$ : زاوية الارتفاع من المحطة الأرضية إلى نقطة من حافة البساط المداري

$K_1$ : نسبة نصف قطر المدار إلى نصف قطر الأرض بالنسبة إلى ساتل الكوكبة الأقل ارتفاعاً (نصف قطر الأرض يساوي 6 378,14 km)

$\psi_m$ : تحقق المعادلة  $\psi_m = \arccos(1/K_1)$

جميع الأقواس المذكورة أعلاه مقدرة بالدرجات.

يمكن في كل خط عرض على سطح الأرض أن يتحدد السميت الذي تكون فيه زاوية الارتفاع الدنيا بالنسبة إلى ساتل ما أكبر من الصفر، وأن تتحدد زوايا الارتفاع التي تقابله بإجراء الحسابات في الحالات التالية. ولا تنطبق أكثر من حالتين من هذه الحالات على أي خط عرض معين. وفي الحالات التي لا تشملها الحالات التالية، لا يكون أي ساتل مرئياً بزوايا ارتفاع تساوي أو تقل عن  $90^\circ$  وفق جميع السموت.

**الحالة 1:** عندما  $\zeta_e \leq i_s - \psi_m$

يمكن أن يُرى ساتل واحد في هذه الحالة عند الأفق وفق جميع السموت المحيطة بالمحطة الأرضية ( $\varepsilon_v = 0$ ).

**الحالة 2:** عندما  $i_s - \psi_m < \zeta_e \leq \arcsin(\sin i_s \cos \psi_m)$

تعيين في هذه الحالة زاويتا السموت والارتفاع وسيطياً عن طريق معلمات، باختيار مجموعة من القيم للفرق  $\delta$ ، متباعدة عن بعضها بانتظام ضمن المجال الممتد من 0 إلى  $\delta_1$ ، وبتطبيق المعادلات من (100) إلى (103). ولهذا الغرض، يجب ألا يتجاوز التباعد بين القيم  $1,0^\circ$ ، على أن تؤخذ القيم الحدّية الطرفية بالحسبان.

$$\delta_1 = \arccos \left[ \frac{\cos \psi_m - \sin \zeta_e \sin i_s}{\cos \zeta_e \cos i_s} \right]$$

وتكون زاوية الارتفاع الدنيا مساوية للصفر ( $\varepsilon_v = 0$ )، لكل سموت رئيسي ( $\alpha_0(\delta)$ ) ليس داخلاً ضمن المجموعة، إلا للسموت التي تنطبق عليها كذلك الحالة 6.

**الحالة 3:** عندما  $i_s < \zeta_e < \sin i_s \cos \psi_m$  وأيضاً  $180^\circ - \psi_m - i_s < \zeta_e$

تعيين في هذه الحالة زاويتا السموت والارتفاع وسيطياً عن طريق معلمات، باختيار مجموعة من القيم للفرق  $\delta$ ، متباعدة عن بعضها بانتظام ضمن المجال الممتد من 0 إلى  $\delta_2$ ، وبتطبيق المعادلات من (100) إلى (103). ولهذا الغرض يجب ألا يتجاوز التباعد بين القيم  $1,0^\circ$  على أن تؤخذ القيم الحدّية الطرفية بالحسبان.

$$\delta_2 = 2 \arctan \left[ \frac{\sqrt{\sin^2 \psi_m - \cos^2 i_s \sin^2 \delta_1}}{\sin \zeta_e \cos i_s \sin \delta_1} \right] - \delta_1$$

وتكون زاوية الارتفاع الدنيا مساوية للصفر ( $\varepsilon_v = 0$ )، لكل سموت رئيسي ( $\alpha_0(\delta)$ ) ليس داخلاً ضمن المجموعة، إلا للسموت التي تنطبق عليها كذلك الحالة 6.

**الحالة 4:** عندما  $i_s \leq \zeta_e < i_s + \psi_m$  وأيضاً  $180^\circ - i_s - \psi_m < \zeta_e$

تُعطى زاوية الارتفاع الدنيا في هذه الحالة صراحة بدلالة زاوية السموت الرئيسي  $\alpha_0$  كما يلي:

$$\varepsilon_v = \begin{cases} 90^\circ & \text{for } 0 \leq \alpha_0 < \alpha_2 \\ 0 & \text{for } \alpha_2 \leq \alpha_0 \leq 180^\circ \end{cases}$$

حيث:

$$\alpha_2 = \arccos \left[ \frac{\sin i_s - \cos \psi_m \sin \zeta_e}{\sin \psi_m \cos \zeta_e} \right]$$

ويلاحظ بأن زاوية ارتفاع دنيا قدرها  $90^\circ$  في هذه الصيغة، تدل على أنه لا يوجد أي ساتل مرئي بزوايا ارتفاع تساوي أو تقل عن  $90^\circ$  في هذه السموت، وفوق ذلك فإن مدى السموت الرئيسية التي تكون فيها زوايا الارتفاع الدنيا تساوي الصفر، تنطبق عليها الحالة 6 كذلك.

الحالة 5: عندما:  $180^\circ - i_s - \psi_m \leq \zeta_e \leq 90^\circ$

في هذه الحالة، يمكن أن يُرى سائل واحد في الأفق وفق جميع السموت المحيطة بالمحطة الأرضية ( $\varepsilon_v = 0$ ).

الحالة 6: عندما:  $\zeta_e < \psi_m - i_s$

قد تحدث هذه الحالة مع أي من الحالات 2 أو 3 أو 4، ويمكن أن يُرى سائل واحد فقط فوق زاوية الارتفاع الدنيا وفق سموت رئيسية أخرى.

وتتبعين في هذه الحالة السموت الرئيسية الأخرى وزوايا الارتفاع التي تقابلها، عن طريق معلمات، باختيار مجموعة من القيم للفرق  $\delta$ ، متباعدة عن بعضها بانتظام ضمن المجال الممتد من 0 إلى  $\delta_3$ ، وبتطبيق المعادلات من (100) إلى (103)، والاستعاضة عن  $i_s$  بالمقدار  $-i_s$ . ولهذا الغرض يجب ألا يتجاوز التباعد بين القيم 1,0°، على أن تؤخذ القيم الحدية الطرفية بالحسبان.

$$\delta_3 = \arccos \left[ \frac{\cos \psi_m + \sin \zeta_e \sin i_s}{\cos \zeta_e \cos i_s} \right]$$

## 2.1 تعيين الكسبين الأدنى والأقصى في اتجاه الأفق من جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المرئية

يتعين الكسب لهوائي المحطة الأرضية في اتجاه الأفق من جانبية القيم لزاوية الارتفاع الدنيا المركبة ( $\varepsilon_c$ ). وتكون هذه الزاوية وفق كل سمت هي كبرى الزاويتين التاليتين: زاوية الارتفاع الدنيا لإمكانية رؤية السائل وفق هذا السمت ( $\varepsilon_v$ ) أو زاوية الارتفاع الدنيا للمحطة الأرضية ( $\varepsilon_{sys}$ ). ويمكن استعمال الطريقة التالية لتعيين قيمتي كسب الهوائي الدنيا والقصى في اتجاه الأفق وفق كل سمت معتبر.

يمكن استعمال المعادلة التالية لتعيين التباعد الزاوي بين جانبية الأفق لزاوية سمت  $\alpha$  وزاوية ارتفاع الأفق  $\varepsilon_h$  وبين نقطة تقع على جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة، عندما تكون زاوية الارتفاع الدنيا المركبة هي  $\varepsilon_c$  مع زاوية سمت  $\alpha_c$ :

$$(104) \quad \varphi(\alpha, \alpha_c) = \arccos [\sin \varepsilon_h(\alpha) \sin(\varepsilon_c(\alpha_c)) + \cos \varepsilon_h(\alpha) \cos(\varepsilon_c(\alpha_c)) \cos(\alpha - \alpha_c)]$$

حيث:

$\alpha$ : سمت الاتجاه المعني

$\varepsilon_h(\alpha)$ : زاوية ارتفاع الأفق وفق السمت المعني  $\alpha$

$\varepsilon_c(\alpha_c)$ : زاوية الارتفاع الدنيا المركبة وفق السمت  $\alpha_c$

$\alpha_c$ : السمت المقابل للزاوية  $\varepsilon_c$ .

وتُعيّن القيمة الدنيا لزاوية التباعد  $\varphi_{min}$  وفق السمت المعتبر من القيمة الدنيا للتباعد  $\varphi(\alpha, \alpha_c)$  وفق كل سمت  $\alpha_c$ ، وتُعيّن القيمة القصوى  $\varphi_{max}$  من القيمة القصوى للتباعد  $\varphi(\alpha, \alpha_c)$  وفق كل سمت  $\alpha_c$ . وأما بشأن زوايا السمت ( $\alpha$ ) فتؤخذ عادة متزايدة بقفزات قدرها 5°، ولكن تعيين زاوية التباعد الدنيا بدقة، يتطلب تعيين قيم زاوية الارتفاع الدنيا المركبة  $\varepsilon_c$  من أجل تباعد سمتي  $\alpha_c$  قدره 1° أو أقل. وعندما لا تعطي الإجراءات المشروحة في الفقرة 1.1 من هذا المرفق، جانبية زاوية الارتفاع الدنيا المركبة مع تباعد صغير صغراً كافياً ما بين زوايا السمت، يمكن الاستعانة باستكمال داخلي خطي لتعيين القيم اللازمة الواقعة ما بين القيم المعطاة. وتُعيّن قيمتا الكسب للهوائي القصوى والدنيا  $G_{min}$  و  $G_{max}$  في اتجاه الأفق المطلوب استعمالها في معادلات الفقرة 1.2.2 من الملحق 1 للسمت المعتبر، من مخطط الهوائي للمحطة الأرضية انطلاقاً من الزاويتين خارج المحور  $\varphi_{min}$  و  $\varphi_{max}$  على التوالي. وإذا كان هذا المخطط غير معروف، يستعمل مخطط الفقرة 3 من المرفق 3 للملحق 1. وفي العديد من الحالات تكون  $\varphi_{max}$  كبيرة كبيراً كافياً لجميع السموت بحيث يكون الكسب  $G_{min}$  مساوياً للكسب الأدنى من مخطط الهوائي لجميع السموت.

### 3.1 مثال عن حساب كسب الهوائي باتجاه الأفق باستخدام طريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)

تُوضَّح هذه الطريقة لكل محطة استقبال أرضية مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وبالمعلومات الواردة في الجدول 6. وتؤخذ زاوية الارتفاع الدنيا المركبة للمحطة الأرضية،  $\epsilon_e$ ، على أنها تلك المساوية لكبرى الزاويتين: زاوية الارتفاع الدنيا للنظام،  $\epsilon_{sys}$ ، وزاوية الارتفاع الدنيا لإمكانية رؤية الساتل المحددة من الكوكبة التي تراها محطة أرضية في خط العرض  $40^\circ$ . ومن ثم، تتغير زاوية الارتفاع الدنيا المركبة في هذا المثال من  $6^\circ$  إلى  $35^\circ$ .

الجدول 6

#### معلومات المحاكاة المستخدمة في المثال

ارتفاع الكوكبة	km 1 469
شكل المدار	دائري
ميل المدار	$53^\circ$
عدد المستويات	20
عدد السواتل في كل مستوي	4
انزياح الطور بين أول سواتل المستويات المجاورة	$67,5^\circ$
نمط المنطقة	A2 (في البر)
النسبة المئوية من الوقت: %p	0,0015%
خط عرض المحطة الأرضية	$40^\circ$ شمالاً
مخطط إشعاع الهوائي	القيمة القصوى من $(29 - \log(\phi))$ أو $-10$ dBi
زاوية الارتفاع الدنيا للمحطة الأرضية	$6^\circ$
التردد	GHz 11,2
زاوية ارتفاع الأفق	$0^\circ$
الحد الأقصى لقدرة التداخل ( $Pr(p)$ )	-143 dBW
قدرة إرسال الخدمة الثابتة	-3 dBW
كسب هوائي	45 dBi

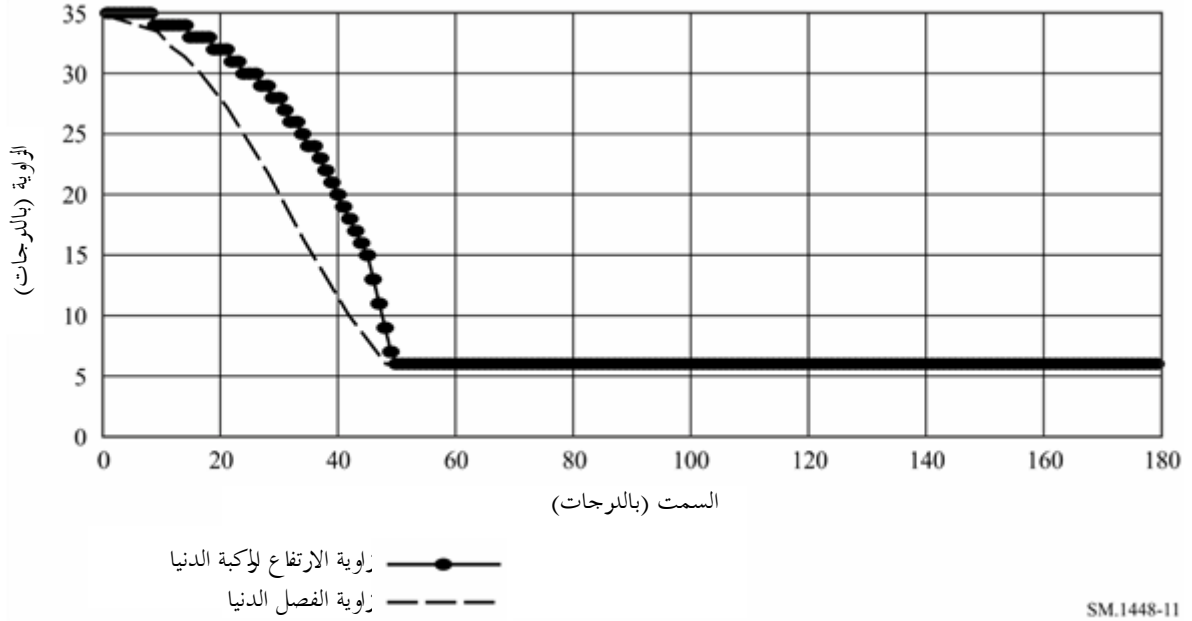
يبين الشكل 11 زاوية الارتفاع للمركبة الدنيا وزاوية الفصل الدنيا،  $\phi_{min}$ ، بدلالة السمات لحالة زاوية ارتفاع صفرية ( $0^\circ$ ) عن الأفق. ويبين الشكل 12 الكسب الأقصى للهوائي باتجاه الأفق بدلالة السمات.

وفي هذا المثال، يكون للكسب الأدنى باتجاه الأفق لمحطة الاستقبال الأرضية التي تجري التنسيق قيمة ثابتة قدرها  $-10$  dBi في كل سمت. وبما أن الكسب الأقصى يقل دوماً عن  $9,6$  dBi، فإن  $G_e$  يساوي  $G_{max}$  في كل سمت ( $G_{max} - G_{min} < 20$  dB).

ويبين الشكل 13 كفاف التنسيق لمعلومات المثال والكسب اللامتغير مع الزمن (TIG) باتجاه الأفق في الشكل 12. ويُظهر مفعول استخدام زاوية الارتفاع المركبة الدنيا في تقليص المسافة المطلوبة للسمات ما بين  $310^\circ$  و  $50^\circ$ .

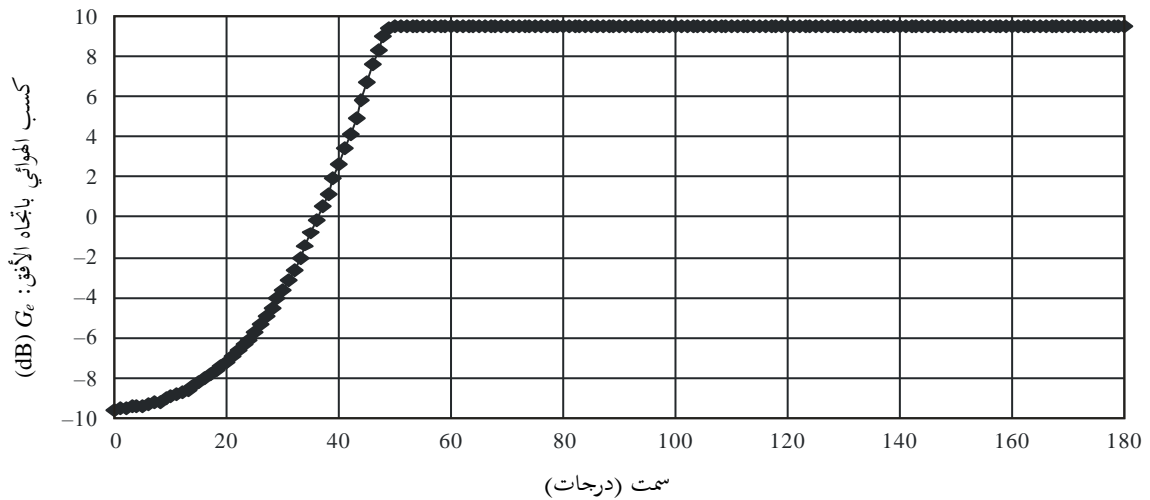
الشكل 11

زاوية الارتفاع المركبة الدنيا  $\epsilon_e$  وزاوية الفصل الدنيا،  $\phi_{min}$ ، بدلالة السمات لمحطة أرضية واقعة في خط العرض  $40^\circ$  شمالاً وعاملة في نظام خدمة ثابتة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض



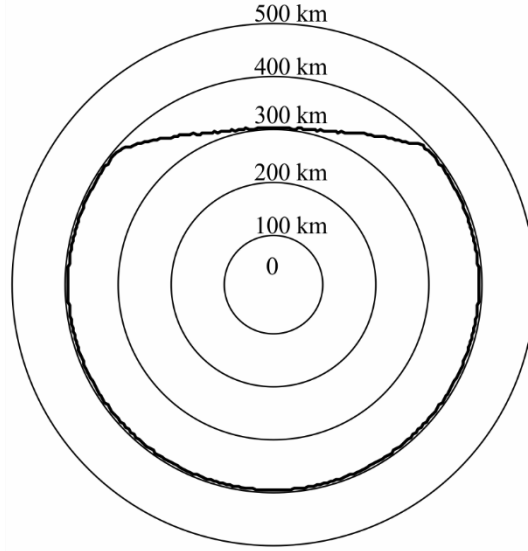
الشكل 12

كسب الهوائي،  $G_e$ ، باتجاه الأفق بدلالة السمات



## الشكل 13

## كفاف أسلوب الانتشار (1) للمثال الوارد



SM.1448-13

## 2 تحديد توزيع الكسب في اتجاه الأفق للهوائي وفقاً لطريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

يجب في الطريقة TVG المستعملة لتحديد منطقة التنسيق لمحطة أرضية، أن تعيّن إحصائيات الكسب في اتجاه الأفق للهوائي وفق جميع السموت (بتزايدات مناسبة خطوة كل منها 5° مثلاً) حول المحطة الأرضية. ويتطلب تحديد توزيع الكسب في اتجاه الأفق معلومات عن المحطة الأرضية وعن المدار، بما في ذلك ما إذا كان الحفاظ على الموقع يستخدم للحفاظ على مسير مداري واحد (نظام مسار على سطح الأرض تكراري أو غير تكراري). ومع مراعاة المبادئ التوجيهية الواردة في الفقرة 2.2 من الملحق 1، فإن التوزيع التراكمي للكسب في اتجاه الأفق المتغير مع الزمن للهوائي محطة أرضية للإرسال أو للاستقبال تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض يحسب كما يلي:

**الخطوة 1:** تحاكي كوكبة المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض على مدى زمني طويل طويلاً كافياً، مع خطوة تزايد في الزمن تناسب ارتفاع المدار، بغية التوصل إلى تمثيل صالح لتغيرات كسب الهوائي. فأما بالنسبة إلى الكوكبات التي مساراتها على سطح الأرض تكرارية، فتتم محاكاة المسير المداري بكل سائل مرئي من المحطة الأرضية على مدى دور التكرار للمسار على سطح الأرض. وأما بالنسبة إلى الكوكبات التي مساراتها على سطح الأرض غير تكرارية، فتتم محاكاة مدار كل سائل من الكوكبة على فترة طويلة طويلاً كافياً لتتوصل إلى تمثيل مستقر للتوزيع.

**الخطوة 2:** ولكل خطوة تزايد في الزمن، يعيّن السموت وزاوية الارتفاع لكل سائل يرى بنفس الوقت عند المحطة الأرضية وفق زاوية الارتفاع الدنيا التي تعمل عندها المحطة الأرضية. ويمكن أن تستعمل، بالإضافة إلى زاوية الارتفاع الدنيا، معايير أخرى لاجتناب بعض التشكيلات الهندسية، مثل اجتناب القوس المدارية للسوائل المستقرة إلى الأرض (بدون إرسال بين محطة أرضية وسائل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض داخل  $\pm X^\circ$  من القوس المدارية للسوائل المستقرة بالنسبة إلى الأرض).

**الخطوة 3:** ولكل خطوة تزايد في الزمن، ولكل سائل على اتصال مع محطة أرضية، يستخدم مخطط الهوائي الفعلي للمحطة الأرضية أو تقريب جيد لهذا المخطط، لكي يحسب الكسب في اتجاه الأفق وفق كل سموت وكل زاوية ارتفاع حول المحطة الأرضية.

**الخطوة 4:** يتراوح كسب الهوائي باتجاه الأفق بين قيمته الدنيا ( $G_{min}$ ) وقيمته القصوى ( $G_{max}$ ). ويمكن الحصول على هذه القيم بالأساليب الواردة في الفقرة 1 من هذا المرفق. يُختار التزايد في الكسب ( $G$  dB)، ويجزأ مدى قيم الكسب إلى عدد من

سويات الكسب محصورة بين  $G_{max}$  و  $G_{min}$

$$G = \{ G_{min}, G_{min} + g, G_{min} + 2g, \dots, G_{max} \} \text{ أي:}$$

وسويات الكسب هذه تحدد مجموعة من الفواصل الكسبية بحيث يشمل الفاصل الكسبي النوني (الذي رتبته  $n = 1, 2, 3, \dots$ ) قيم الكسب التي تساوي أو تزيد على  $G_{min} + (n-2)g$  وتقل عن  $G_{min} + (n-1)g$ .

ويوصى باستعمال قيمة للخطوة  $g$  تمتد من  $0.1 \text{ dB}$  إلى  $0.5 \text{ dB}$ .

ويُحسب وفق كل سمت عند الأفق حول المحطة الأرضية، الزمن الكلي الذي يأخذ أثناءه الكسب في اتجاه الأفق إحدى القيم في كل فاصل كسبي عرضه  $g \text{ (dB)}$ .

الخطوة 5: تُعيّن دالة الكثافة الاحتمالية (PDF) وفق كل سمت، بتقسيم زمن كل فاصل كسبي على زمن المحاكاة الكلي.

الخطوة 6: وتعيّن دالة التوزيع التراكمي (cdf) للكسب في اتجاه الأفق للهوائي وفق كل سمت بتعيين الدالة التراكمية لكثافة الكسب في هذا السمت. وتكون قيمة دالة التوزيع التراكمي اللازمة لقيمة كسب محدد هي النسبة المئوية من الوقت التي يكون فيها الكسب يساوي أو يقل عن قيمة الكسب هذه.

### 3 معادلات تُستخدم لتحديد مواقع السواتل في المدار

يمكن استخدام المعادلات التالية في النهج اللوغارتمي أعلاه لتحديد موقع السواتل في كوكبة. وتنطبق هذه المعادلات على المدارات الدائرية والإهليلجية على السواء.

وبكروية الأرض وزاوية ارتفاع،  $\varepsilon_s$ ، يعطى ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض، كما يرى من محطة أرضية تعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، على النحو التالي:

$$\varepsilon_s = \arcsin \left\{ (r_s \cos(\psi) - r_e) / (r_s^2 + r_e^2 - 2 r_s r_e \cos(\psi))^{0.5} \right\} \quad (105)$$

حيث:

$$\cos(\psi) = \cos(\zeta) [\cos(\lambda_r t + \lambda_e - \lambda_s) \cos(\omega_p + v) + \sin(\lambda_r t + \lambda_e - \lambda_s) \cos(i_s) \sin(\omega_p + v)] \\ + \sin(\zeta) \sin(i_s) \sin(\omega_p + v)$$

$$\omega_e - \Omega_r = \lambda_r$$

$$\omega_e: \text{سرعة دوران الأرض} = 4.178075 \times 10^{-3} \text{ (درجات/ثانية)}$$

$$\Omega_r: \text{سرعة مبادرة عُقد مدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض،}$$

$$\Omega_r = -[(1.15325 \times 10^{-4}) / (1 - e^2)^2] (r_e / a)^{3.5} \cos(i_s) \text{ (degree/s)}$$

$\psi$ : الزاوية بين المتجهين من مركز الأرض إلى الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض ومن مركز الأرض إلى المحطة الأرضية التي تجري التنسيق (درجات)

$$r_s: \text{المسافة من مركز الأرض إلى الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت } t \text{ (km)}$$

$$r_e: \text{المسافة من مركز الأرض إلى المحطة الأرضية التي تجري التنسيق} = 6378.14 \text{ km}$$

$$a: \text{نصف المحور الكبير لمدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض}$$

$e$ : الاختلاف المركزي لمدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض ( $e = 0$  للمدارات الدائرية و  $0 < e < 1$  للمدارات الإهليلجية)

$\lambda_s$ : خط طول (انظر الملاحظة 1) العقدة الصاعدة لمدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت  $t = 0$  (درجات)

- $i_s$ : زاوية ميل مدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (درجات)
- $\omega_p$ : زاوية حضيض مدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت  $t$  (درجات)
- $v$ : الزاوية الاختلافية الحقيقية لمدار الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت  $t$  (درجات)
- $\zeta, \lambda_e$ : خط طول وخط عرض المحطة الأرضية التي تجري التنسيق (درجات)؛
- $t$ : الوقت الحالي (s).

**الملاحظة 1** - إذا كان المدار شديد الإهليلجية، قد تدعو الحاجة لإسناد هذه المعلمة إلى الصعود المناسب في العقدة الصاعدة. ويعطى متجه الساتل من مركز الأرض بدلالة الزمن بالصيغة التالية:

$$\bar{r}_s = r_s \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = r_s \begin{pmatrix} \sin(\lambda_r t - \lambda_s) \cos(i_s) \sin(\omega_p + v) + \cos(\lambda_r t - \lambda_s) \cos(\omega_p + v) \\ \cos(\lambda_r t - \lambda_s) \cos(i_s) \sin(\omega_p + v) - \sin(\lambda_r t - \lambda_s) \cos(\omega_p + v) \\ \sin(i_s) \sin(\omega_p + v) \end{pmatrix} \quad (106)$$

ويكون خط طول  $(\lambda_r)$  وخط عرض  $(\zeta_r)$  مسقط الساتل بدلالة الزمن كما يلي (انظر الملاحظة 2):

$$\lambda_r = \arctan(y/x) \quad \zeta_r = \arcsin(z) \quad (107)$$

**الملاحظة 2** - يجب حساب قوس الظل في المعادلتين (107) و(108) باستخدام دالة قوس الظل رباعي الأرباع.

ويُحسب سمت  $(\alpha_s)$  الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض كما يرى من المحطة الأرضية التي تجري التنسيق بالصيغة التالية:

$$\alpha_s = \arctan \left\{ \frac{-\cos(\zeta_r) \sin(\delta)}{\cos(\zeta) \sin(\zeta) - \sin(\zeta) \cos(\zeta_r) \cos(\delta)} \right\} \quad (108)$$

حيث:

$$\delta = \lambda_e - \lambda_r \quad (109)$$

وتعطى الزاوية  $\varphi(\alpha_s, \varepsilon_s)$  المعبر عنها بدلالة زاويتي السمات والارتفاع  $(\varepsilon_s, \alpha_s)$  لمحور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي تجري التنسيق، وكذلك زاويتا سمت الأفق وارتفاع الأفق  $(\alpha, \varepsilon_h)$  في الاتجاه المعتبر، بالصيغة التالية:

$$\varphi(\alpha_s, \varepsilon_s) = \arccos \{ \cos(\alpha_s - \alpha) \cos(\varepsilon_s) \cos(\varepsilon_h(\alpha)) + \sin(\varepsilon_s) \sin(\varepsilon_h(\alpha)) \} \quad (110)$$

وفي المدارات الإهليلجية، لا تثبت الزاويتان  $v$  و  $r_s$  وزاوية الحضيض  $\omega_p$  على مر الوقت كما في المدارات الدائرية، وتُحسب الزاوية الاختلافية الحقيقية لساتل في مداره الإهليلجي في الوقت  $t$  بالصيغة التالية:

$$v = 2 \arctan \left[ \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \left( \frac{\xi_t}{2} \right) \right] \quad \text{degrees} \quad (111)$$

حيث:  $\xi_t$  (rad) هي زاوية الاختلاف المركزي التي يتم الحصول عليها بحل المعادلة التالية:

$$\eta_t = \xi_t - e \sin(\xi_t) \quad \text{rad} \quad (112)$$

وإذا ما عُرف متوسط الزاوية الاختلافية الأولية  $\eta_0$  عند وقت البدء  $t_0$ ، فإن متوسط الزاوية الاختلافية  $\eta_t$  في وقت ما لاحقاً  $t$  يعطى بالصيغة:

$$\eta_t = \eta_0 + \eta_r (t - t_0) \quad \text{rad} \quad (113)$$



حيث:

$$(114) \quad \eta_t = \xi_0 - \sin(\xi_0) \quad \text{rad}$$

$$(115) \quad \xi_0 = \arccos \left\{ \frac{e + \cos(v_0)}{1 + e \cos(v_0)} \right\} \quad \text{rad}$$

حيث:

$\eta_r$ : متوسط سرعة الدوران الزاوية،  $\mu^{0.5}/a^{1.5}$  (rad/s)

$\mu$ : ثابت الجاذبية الأرضية =  $398\,600.5$  ( $\text{km}^3/\text{s}^2$ )

$v_0$ : الزاوية الاختلافية الحقيقية في الوقت  $t_0$  (درجات).

علماً بأن القيمة المناسبة لزاوية الاختلاف المركزي  $\xi_t$  من خلال نهج تكراري.

وتُحسب المسافة من مركز الأرض إلى ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مداره الإهليلجي في الوقت  $t$  كما يلي:

$$(116) \quad r_s = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos(v)} \quad \text{km}$$

وتُعطى زاوية الحضيض، وهي الزاوية بين العقدة الصاعدة والحضيض، بالصيغة التالية:

$$(117) \quad \omega_p = \omega_{p0} + \omega_r (t - t_0) \quad \text{degrees}$$

حيث:

$\omega_{p0}$ : زاوية الحضيض في الوقت  $t_0$  (درجات)

$$(118) \quad \omega_r = \frac{5.7662 \times 10^{-5}}{(1 - e^2)^2} \left( \frac{r_e}{a} \right)^{3.5} [5 (\cos i_s)^2 - 1] \quad \text{degrees/s}$$

## المرفق 5 للملحق 1

### تحديد منطقة مسافة التنسيق باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

#### 1 تحديد المسافة اللازمة باستخدام طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

يقوم هذا الحساب على توزيع تراكمي للكسب في اتجاه الأفق لهوائي المحطة الأرضية وفق كل سمت معتبر (بزيادات قفزية خطوة كل منها 5° مثلاً). ويمكن وضع توزيعات مناسبة لهذه الغاية بالطريقة المشروحة في الفقرة 2 من المرفق 4 للملحق 1. ويجري حساب مسافة التنسيق وفق كل سمت على النحو الموضح بالإجراء التالي:

المرحلة 1: انطلاقاً من التوزيع التراكمي التكميلي لكسب الهوائي في اتجاه الأفق، تعين النسبة المئوية من الوقت  $p_n$  وفق السمت المعتبر الذي يتجاوز الكسب في اتجاه الأفق أثناءها السوية  $G_{en}$ ، حيث:

$$(119) \quad G_{en} = G_{min} + (n - 1)g \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

حيث:

$G_{min}$ : القيمة الدنيا للكسب في اتجاه الأفق

$g$ : خطوة التزايد للكسب.

المرحلة 2: لكل نسبة مئوية  $p_n$  تساوي أو تزيد على  $2p\%$ ، تكون النسبة المئوية من الوقت الواجب استعمالها لتعيين الخسارة على المسير في أسلوب الانتشار  $(1) p_v$ :

$$(120) \quad p_v = 100 p/p_n \quad \% \quad \text{for } p_n \geq 2p\%$$

وتعین لكل نسبة مئوية من الوقت المسافة  $d_n$  (km) التي تكون أثناءها الخسارة المتوقعة على المسير في أسلوب الانتشار (1) تساوي الخسارة اللازمة الدنيا في أسلوب الانتشار (1)، باستعمال نموذج الانتشار المطابق للفقرة 4 من الملحق 1 وللمعادلة:

$$(121) \quad L_{bn}(p_v) = P_t + G_{en} + G_x - P_r(p) \quad \text{dB}$$

ويجب أن تقع قيم النسبة  $p_v$  داخل مدى النسب المئوية من الوقت لنموذج أسلوب الانتشار (1) (انظر الفقرة 1.5.1 من الملحق 1).

المرحلة 3: تكون المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) وفق السمت المعتبر هي أكبر المسافات  $d_n$  (km) المحسوبة في المرحلة 2، إلا عندما يتم بلوغ هذه المسافة من أجل أصغر قيمة للنسبة  $p_n$  التي تساوي أو تزيد على  $2p$ ، طبقاً للمعادلة (120). وفي هذه الحالة تكون المسافة اللازمة في أسلوب الانتشار (1) وفق السمت المعتبر هي المسافة المعينة بالمعادلة (121) مع  $G_{en} = G_{max}$  و  $p_v = 50\%$  حيث  $G_{max}$  هي القيمة العظمى للكسب في اتجاه الأفق.

المرحلة 4: تكون مسافة الكفاف الإضافي في أسلوب الانتشار (1) وفق السمت المعتبر هي المسافة اللازمة المعينة في المرحلة 3، ما عدا أن المسافة يجب أن تكون محصورة بين مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  ومسافة التنسيق القصوى  $d_{max1}$ . وهذان الحدان معطيان على التوالي في الفقرتين 2.4 و 3.4 من المتن الرئيسي لهذا المرفق، على التوالي.

## 2 مثال على حساب الكفاف الإضافي بطريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

ينظر مثال التنسيق هذا في محطة إرسال أرضية تعمل مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ومحطة استقبال للأرض في النطاق الترددي 7 055-6875 MHz. وترد في الجدول 7 معلمات النظام المستخدمة لتحديد الكفاف الإضافي بأسلوب الانتشار (1).

### الجدول 7

#### معلمات النظام المستخدمة في المثال

معلمات المدار لسواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
1 414	الارتفاع (km)
48	عدد السواتل
52	زاوية الميل (درجات)
معلمات المحطة الأرضية التي تجري التنسيق والعامل مع المحطات الفضائية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض	
50	خط العرض (درجات)
0	خط الطول (درجات)
10	زاوية الارتفاع العاملة الدنيا (درجات)
المعادلة (99)	مخطط إشعاع الهوائي
43,5	الكسب الأقصى لهوائي الإرسال (dBi)
10,5	قدرة الإرسال (dBW)
1,23	عرض النطاق (MHz)
معلمات محطة الاستقبال للأرض	
رقمي	التشكيل
0,0025	%p
47	كسب هوائي الاستقبال (dBi)
1	عرض النطاق المرجعي (MHz)
103-	عتبة مستوى التداخل، $Pr (p)$ (dBW)

ويظهر الجدول 8 تفاصيل حسابات تحديد مسافات الكفاف الإضافي. فقد حُددت المسافات في تردد مركز النطاق باستخدام الإجراء في الفقرة 1 من هذا المرفق. واستُخدم تزايد خطوته 0,1 km وكسب هوائي باتجاه الأفق بتزايد خطوته 0,1 dB في إعداد توزيعات الكسب باتجاه الأفق وفقاً للفقرة 2 من المرفق 4 للملحق 1. وتمثل القيمة الكبرى في العمود  $d_n$  (km) في هذه الجداول مسافة الكفاف الإضافي في سمت معين. ويظهر في الشكل 14 رسم كفاف التنسيق على النحو المحدد من مسافات التنسيق بتزايدات سمتية خطوتها 5°.

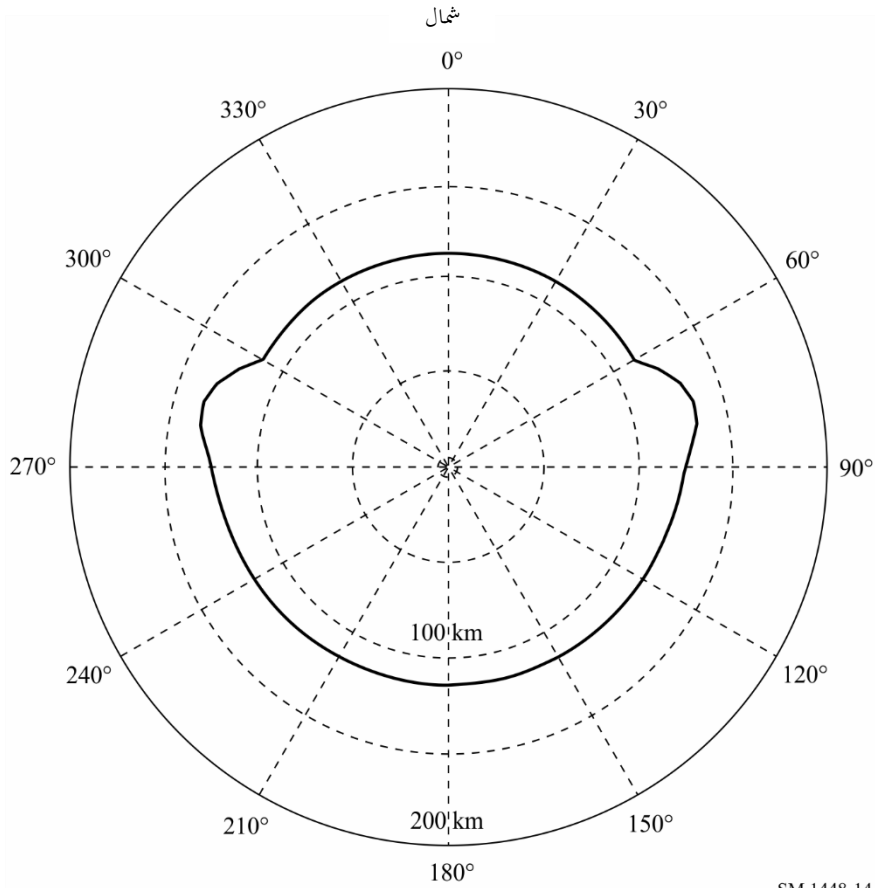
## الجدول 8

المسافات المحسوبة لمحطة إرسال أرضية تعمل مع محطات فضائية غير مستقرة  
بالنسبة إلى الأرض (السمت = 70°)

المسافة $d_n$ (km)	الخسارة المطلوبة $L_{bn}(p_v)$ (dB)	$p_v = p/p_n$ (%)	CDF المكتملة $p_n$ (%)	كسب الهوائي باتجاه الأفق $Gen$ (dBi)	مؤشر مستوى الكسب $n$
113,34	145,50	0,0025	100,00	10,0-	1
101,64	146,00	0,0169	14,75	9,5-	2
103,94	146,50	0,0182	13,77	9,0-	3
106,24	147,00	0,0195	12,84	8,5-	4
108,44	147,50	0,0210	11,93	8,0-	5
110,54	148,00	0,0226	11,07	7,5-	6
112,64	148,50	0,0244	10,24	7,0	7
114,64	149,00	0,0265	9,45	6,5-	8
116,64	149,50	0,0288	8,69	6,0-	9
118,44	150,00	0,0314	7,97	5,5-	10
120,24	150,50	0,0343	7,28	5,0-	11
121,94	151,00	0,0377	6,63	4,5-	12
123,54	151,50	0,0415	6,02	4,0-	13
125,04	152,00	0,0460	5,43	3,5-	14
126,34	152,50	0,0513	4,87	3,0-	15
127,54	153,00	0,0575	4,35	2,5-	16
128,44	153,50	0,0649	3,85	2,0-	17
129,24	154,00	0,0737	3,39	1,5-	18
129,74	154,50	0,0850	2,94	1,0-	19
129,94	154,80	0,0926	2,70	0,7-	20
130,04	154,90	0,0954	2,62	0,6-	21
129,94	155,00	0,0988	2,53	0,5-	22
129,84	155,50	0,1163	2,15	0,0	23
129,14	156,00	0,1397	1,79	0,5	24
127,84	156,50	0,1712	1,46	1,0	25
125,54	157,00	0,2174	1,15	1,5	26
121,74	157,50	0,2907	0,86	2,0	27
116,04	158,00	0,4098	0,61	2,5	28
106,04	158,50	0,6579	0,38	3,0	29
100,94	159,00	1,3889	0,18	3,5	30
100,94	159,50	20,0000	0,01	4,0	31

الشكل 14

كفاف التنسيق بأسلوب الانتشار (1) للمثال الوارد



## المرفق 6

### للملحق 1

تحديد منطقة التنسيق لمحطة إرسال أرضية حيال محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال

## 1 المدخل

لكي تحدد منطقة التنسيق<sup>16</sup> في أسلوب الانتشار (1) لمحطة إرسال أرضية حيال محطات استقبال أرضية مجهولة عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يجب تعيين الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية وفق كل سمت لمحطة الإرسال الأرضية. ويجب استعمال طرائق مختلفة لتحديد منطقة التنسيق للمحطة الأرضية التي تُجري التنسيق، حسبما تكون هذه المحطة

<sup>16</sup> في هذا القسم وفي الفقرة 2 من الملحق 5 بالتذييل (Rev.WRC-15) 7، يستخدم مصطلح "التنسيق" بالاقتران مع المراجع الفردية إلى أسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2).

تعمل مع محطات فضائية مستقرة أو غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وعندما تكون المحطة الأرضية التي تُجرى التنسيق ومحطات الاستقبال الأرضية المجهولة تعمل كلها مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يجب أيضاً تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (2).

ويمكن تحديد منطقة التنسيق لمحة إرسال أرضية حيال محطات استقبال أرضية مجهولة عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، بإدخال تعديل طفيف على الطرائق المطبقة لتحديد منطقة التنسيق لمحطات إرسال أرضية حيال محطات للأرض (انظر الفقرتين 1.2.3 و 3.2.3 في الملحق 1).

## 2 تحديد كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) عندما تكون نطاقات الترددات موزعة على اتجاهي الإرسال

فيما يتعلق بمحطة إرسال أرضية عاملة في نطاق ترددات موزعة أيضاً في اتجاهي الإرسال على محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يجب التوسع في تطوير الطرائق المشروحة في المرفق 3 للملحق 1. فمن الضروري تعيين الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية المجهولة والكسب في اتجاه الأفق المطلوب استخدامه وفق كل سمت عند المحطة الأرضية (للإرسال) التي تُجرى التنسيق لتحديد كفاف التنسيق في حالة نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

### 1.2 حساب الكسب في اتجاه الأفق لمحطات الاستقبال الأرضية المجهولة العاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

تُحسب قيمة كسب الهوائي لمحطة استقبال أرضية في اتجاه الأفق،  $G_r$ ، وفق كل سمت  $\alpha$  عند محطة الإرسال الأرضية على النحو التالي: المرحلة 1: تستطيع محطة الاستقبال الأرضية أن تعمل مع كل سائل مستقر بالنسبة إلى الأرض فوق زاوية دنيا  $\varepsilon_{min}$  واردة في الجدول 16. ويكون الفرق الأقصى في خط الطول ( $\delta_b$  (الدرجات)) بين محطة الاستقبال الأرضية والمحطة الفضائية التي تصاحبها، يحدث عند زاوية الارتفاع الدنيا هذه  $\varepsilon_{min}$  ويُعطى بالعلاقة:

$$(122) \quad \delta_b = \arccos \left( \frac{\sin \left( \varepsilon_{min} + \arcsin \left( \frac{\cos(\varepsilon_{min})}{K} \right) \right)}{\cos(\zeta)} \right)$$

حيث:

$\zeta$ : خط العرض لمحطة الاستقبال الأرضية الذي يفترض أن يكون هو نفس خط العرض لمحطة الإرسال الأرضية  
 $K$ : نسبة نصف قطر مدار السائل إلى نصف قطر الأرض، وتساوي 6.62.

المرحلة 2: ووفق كل سمت  $\alpha$ ، وعند محطة الإرسال الأرضية:

- يعيّن السمت  $\alpha_r$ ، اعتباراً من محطة الاستقبال الأرضية إلى محطة الإرسال الأرضية:

$$\alpha_r = \alpha + 180^\circ \quad \text{for } \alpha < 180^\circ$$

$$\alpha_r = \alpha - 180^\circ \quad \text{for } \alpha \geq 180^\circ$$

- ووفق كل سمت  $\alpha_r$ ، يعيّن التباعد الزاوي الأدنى  $\varphi(\alpha_r)$ ، بين محور الحزمة الرئيسية لمحطة الاستقبال الأرضية وبين الأفق عند هذا السمت، باستعمال الحالة 2 في الفقرة 2 من المرفق 3 للملحق 1. ولهذا التقدير تُحصر قيم  $\delta$  بين  $\delta_b^-$  و  $\delta_b^+$  بتزايدات خطوة كل منها  $1^\circ$  أو أقل، على أن تؤخذ القيم الطرفية بالحسبان.

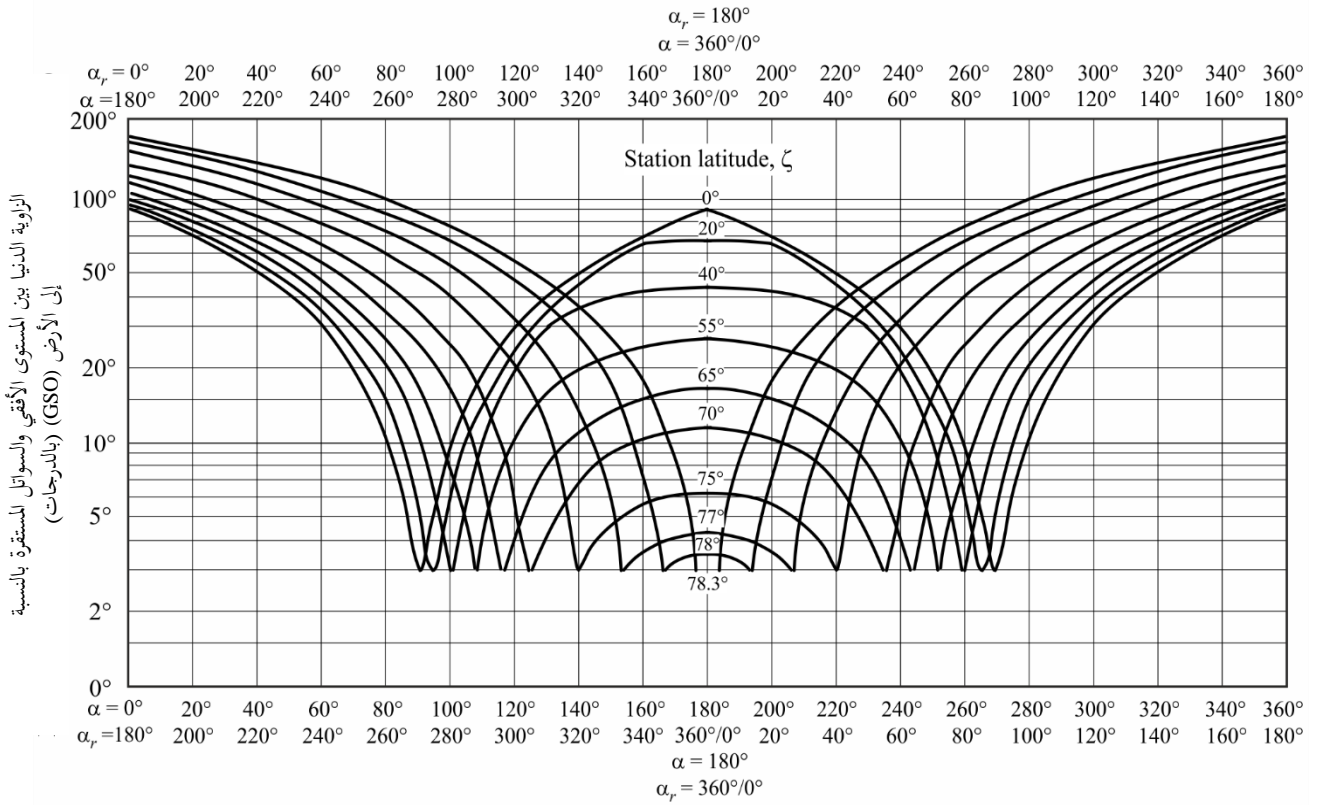
ويمكن استعمال التباعد الزاوي الأدنى  $\varphi(\alpha_r)$  مع مخطط الكسب الوارد في الفقرة 3 من المرفق 3 للملحق 1، لتعيين الكسب في اتجاه الأفق وفق هذا السمت  $\alpha$ ، إلا إذا كان يوجد مخطط آخر للكسب في الجدول 16.

ويبين الشكل 15 الخط البياني للتباعد الزاوي الأدنى بين الأفق لزاوية ارتفاع قدرها  $0^\circ$  وفق سمت  $\alpha_r$  وبين ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض، له زاوية ارتفاع تزيد على  $3^\circ$ . وتتعلق المنحنيات بمجموعة من قيم خط العرض للمحطة  $\zeta$ ، والذي يُفترض أنه هو نفسه لمحطتي الاستقبال والإرسال الأرضيتين كليهما. ويعطي الشكل 15 نفسه مقياس رسم يبين السمات المقابل  $\alpha$  لمحطة الإرسال الأرضية.

الشكل 15

تبيان المسافة الزاوية الدنيا بين نقاط كائنة في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) وبين المستوي الأفقي

نصف الكرة الأرضية الجنوبي



نصف الكرة الأرضية الشمالي

(زاوية الارتفاع الدنيا،  $\epsilon_{min} = 3^\circ$ )

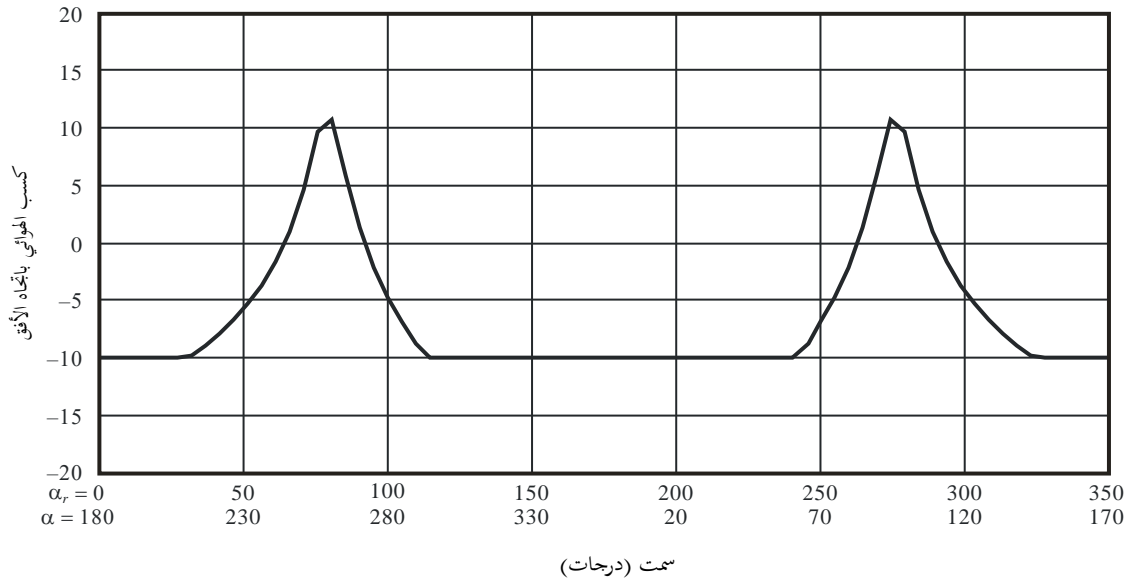
SM.1448-15

## 2.2 مثال على حساب الكفاف في أسلوب الانتشار (1) لكلتا المحطتين الأرضيتين العاملتين مع محطات أرضية مستقرة بالنسبة إلى الأرض

استُخدم الفاصل الزاوي الأدنى بين محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية والأفق في كل سمت لمحطة في خط العرض  $40^\circ$  مع المخطط المرجعي لهوائي المحطة الأرضية الوارد في المرفق 3 للملحق 1 من أجل رسم كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية باتجاه الأفق بدلالة  $(\alpha)$  و  $(\alpha_r)$ . ويظهر ذلك في الشكل 16.

الشكل 16

مثال على كسب الهوائي في كامل قوس الأفق لزاوية ارتفاع صفرية عن الأفق (°0) وزاوية ارتفاع دنيا للهوائي بمقدار 5° في خط العرض 40° شمالاً

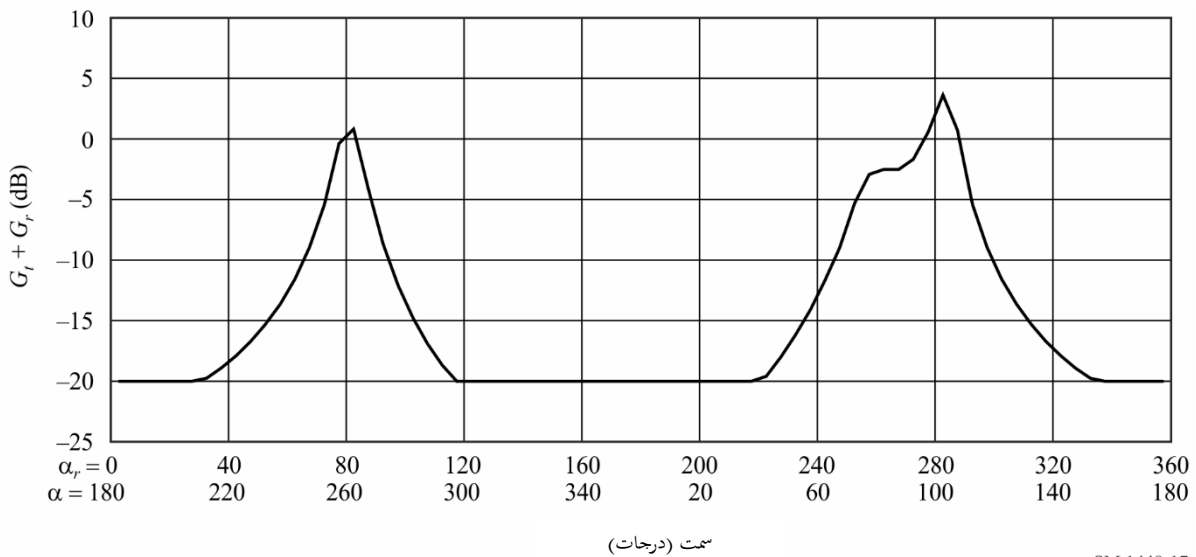


SM.1448-16

ويبين الشكل 17 مجموع كسبي الهوائي  $G_r(\alpha) + G_r(\alpha_r)$  في كل سمت لمحطة الإرسال الأرضية في هذا المثال.

الشكل 17

الكسب المركب للهوائي باتجاه الأفق  $G_r + G_r$  للمثال في الشكل 16



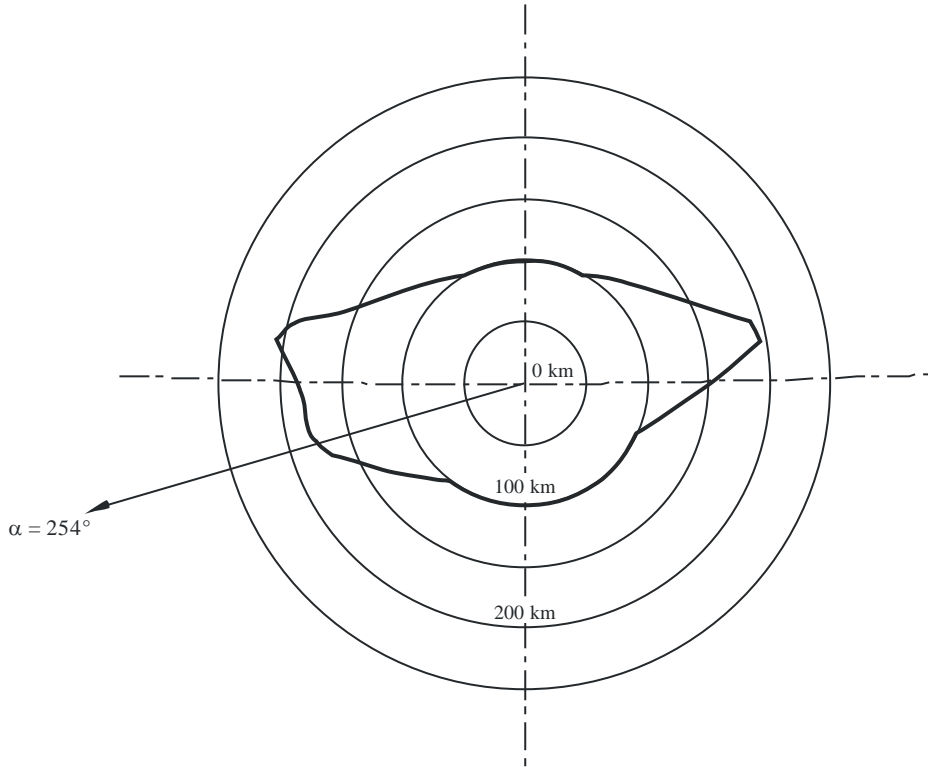
SM.1448-17

ويظهر في الشكل 18 مثال عن منطقة تنسيق في أسلوب الانتشار (1) أعدت باستخدام مخطط الكسب باتجاه الأفق الوارد في الشكل 17 مع معلمات النظام ذات الصلة.



الشكل 18

مثال عن منطقة تنسيق في أسلوب الانتشار (1) باتجاهي الإرسال



افتراضات بشأن محطة الإرسال الأرضية

$$f = 17.9 \text{ GHz}$$

$$P_r = 40 \text{ dBW}$$

$$\zeta = 40^\circ \text{ N}$$

زاوية الارتفاع إلى الساتل

السمت إلى الساتل

زاوية الارتفاع عن الأفق

زاوية الارتفاع الدنيا لمحطة الاستقبال الأرضية

المعايير

$$P_r(p) = -138 \text{ dBW}$$

$$p_0 = 0.003\%$$

انظر الجدول 16b

SM.1448-18

3.2 مثال على حساب كفاف إضافي لمحطة إرسال أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ولمحطة استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض وتستخدم طريقة الكسب المتغير مع الزمن (TVG)

تعرض هذه الفقرة مثلاً عن تحديد كفاف إضافي (1) لمحطة إرسال أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض إزاء محطة استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاق الترددات 7 055-6 875 MHz. وترد معلمات المحطة الأرضية والمدار الساتلي في الجدول 9.

الجدول 9

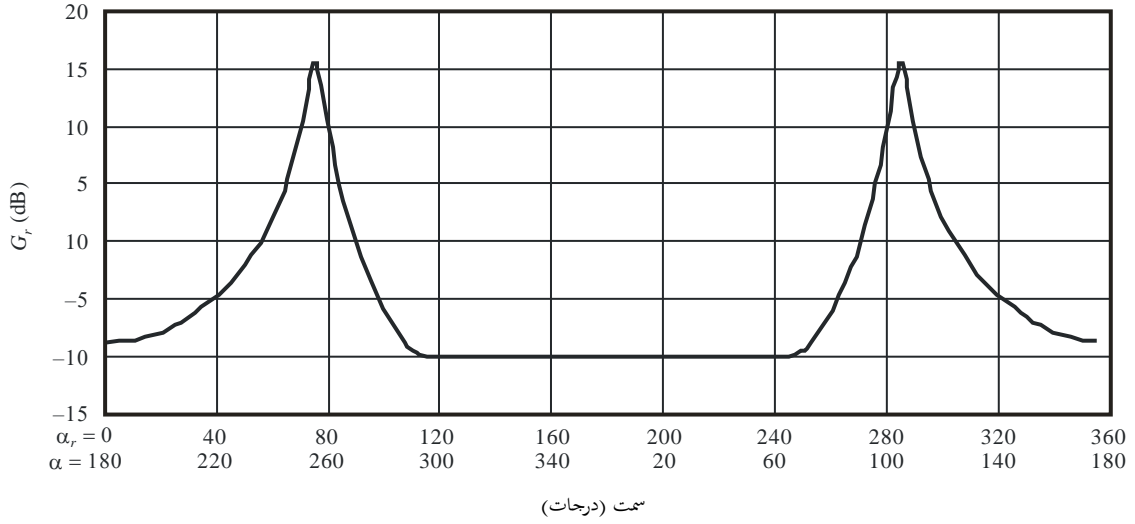
معلومات المحطة الأرضية والمدار الساتلي المستخدمة في المثال

المعلومات المدارية للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض	
1 414	الارتفاع (km)
48	عدد السواتل
52	زاوية الميل (درجات)
معلومات محطة أرضية تجري التنسيق وتعمل مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض	
50	خط العرض (درجات)
0	خط الطول (درجات)
10	زاوية الارتفاع العاملة الدنيا (درجات)
المعادلة (99)	مخطط كسب الهوائي
50	كسب هوائي الإرسال (dBi)
56,5	e.i.r.p./الموجة الحاملة (dBW)
1 230	عرض نطاق الإرسال (kHz)
معلومات محطات استقبال أرضية عاملة مع محطات فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (من الجدول 16 أ)	
رقمي (N)	التشكيل
0,005	النسبة المئوية من الوقت، p%
1	$N_L$ (dB)
2	$M_s$ (dB)
0	$W$ (dB)
50,7	كسب هوائي الاستقبال (dB)
75	$T_e$ (K)
1	عرض النطاق المرجعي (MHz)
151-	$P_r(p)$ (dBW)

استُخدم الفصل الزاوي الأدنى بين محور الحزمة الرئيسية لمحطة الاستقبال الأرضية والأفق في كل سمت لمحطة واقعة في خط العرض 50° مع المخطط المرجعي لهوائي المحطة الأرضية الوارد في المرفق 3 للملحق 1، لإنشاء مخطط كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية باتجاه الأفق بدلالة الزاويتين  $(\alpha)$  و  $(\alpha_r)$  على النحو المبين في الشكل 19.

الشكل 19

كسب هوائي محطة الاستقبال الأرضية باتجاه الأفق في خط العرض 50° شمالاً وبزاوية ارتفاع دنيا تبلغ 3°

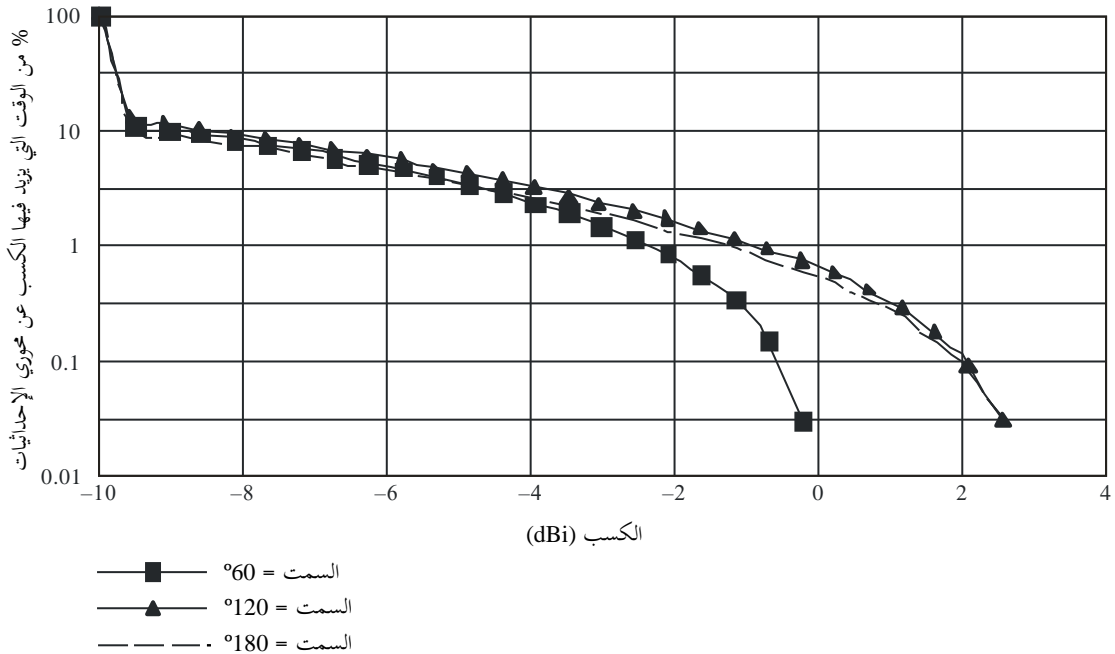


SM.1448-19

يُظهر الشكل 20 دوال التوزيع التراكمي (CDF) المكتملة للكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة إرسال أرضية عاملة مع سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في ثلاثة سموت. وقد أُعدت هذه التوزيعات التي تعطي النسبة المئوية من الوقت التي تُتجاوز فيها قيمة محددة للكسب باتجاه الأفق وفق الإجراء الوارد في الفقرة 2 من المرفق 4 للملحق 1.

الشكل 20

دالة التوزيع التراكمي (CDF) المكتملة لكسب هوائي محطة إرسال أرضية في اتجاه الأفق في السموت 60° و 120° و 180°



SM.1448-20

في كل سمت لمحطة الإرسال الأرضية، تُستخدم القيمة المناسبة لكسب هوائي محطة استقبال أرضية في اتجاه الأفق من الشكل 19 مع ما يقابلها من توزيع كسب هوائي محطة الإرسال الأرضية في اتجاه الأفق على النحو المبين في الشكل 20 وفي الإجراء الوارد في الفقرة 1 من المرفق 5 للملحق 1.

ويعرض الجدول 10 مثلاً عن تحديد المسافة، لمعلومات المثال الوارد في الجدول 9 وفق سمت 60° لمحطة إرسال أرضية عاملة مع محطة فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، عن محطة استقبال أرضية مجهزة مستقرة بالنسبة إلى الأرض تعمل مع محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض. وحُسبت المسافات وفق الإجراء المذكور أعلاه في التردد المركزي للنطاق بتزايدات خطوة كل منها 0,1 dB على مدى كسب الهوائي باتجاه الأفق. وتُختار القيمة الكبرى للمسافة في العمود  $d_n$  (km) في الجدول 10 على أنها المسافة المطلوبة في أسلوب الانتشار (1) في السمت المحدد.

الجدول 10

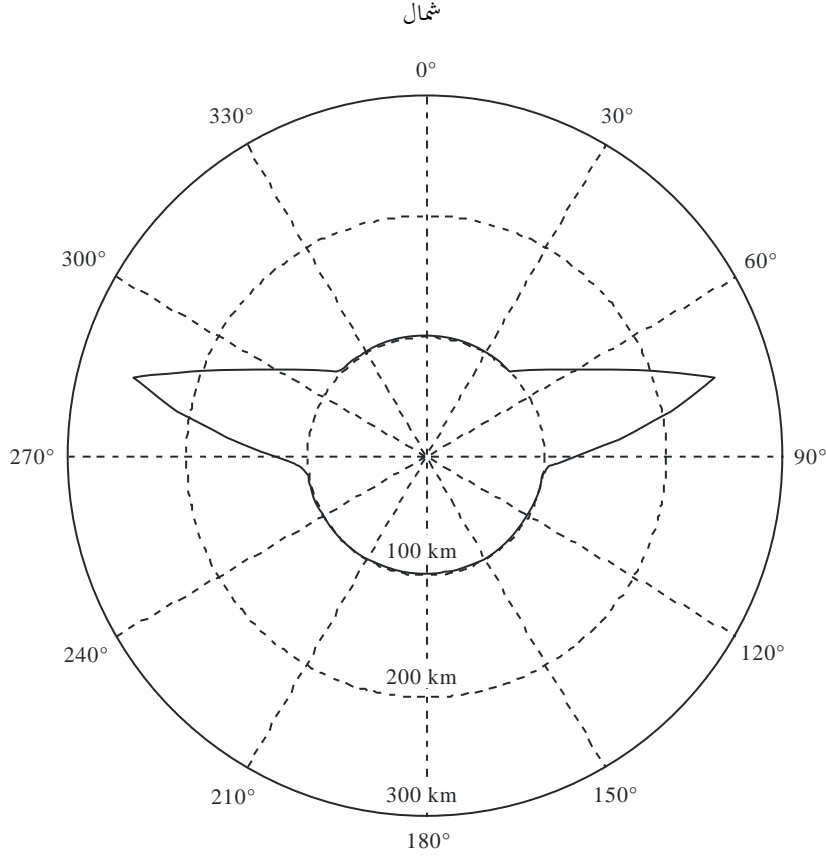
المسافات  $d_n$  بين محطة إرسال أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض وبين محطة استقبال أرضية عاملة محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (سمت = 60°)

المسافة $d_n$ (km)	الخسارة المطلوبة $L_{bn}(p_v)$ (dB)	$p_v = p/p_n$ (%)	CDF المكتملة $p_n$ (%)	كسب الهوائي باتجاه الأفق $G_{en}$ (dBi)	مؤشر مستوى الكسب $n$
146,74	149,66	0,005	100,00	10,0-	1
119,74	150,16	0,045	11,15	9,5-	2
121,84	150,66	0,049	10,17	9,0-	3
123,84	151,16	0,054	9,24	8,5-	4
125,54	151,66	0,060	8,35	8,0-	5
127,14	152,16	0,067	7,51	7,5-	6
128,44	152,66	0,075	6,71	7,0-	7
129,54	153,16	0,084	5,96	6,5-	8
130,34	153,66	0,095	5,25	6,0-	9
130,84	154,16	0,109	4,58	5,5-	10
130,84	154,66	0,126	3,96	5,0-	11
130,54	155,16	0,147	3,39	4,5-	12
129,54	155,66	0,175	2,86	4,0-	13
127,84	156,16	0,212	2,36	3,5-	14
125,34	156,66	0,260	1,92	3,0-	15
121,64	157,16	0,329	1,52	2,5-	16
116,04	157,66	0,435	1,15	2,0-	17
108,74	158,16	0,595	0,84	1,5-	18
100,94	158,66	0,893	0,56	1,0-	19
100,94	159,16	1,515	0,33	0,5-	20
100,94	159,66	3,333	0,15	0,0	21
100,94	160,16	16,667	0,03	0,5	22
100,94	160,26	20,000	0,01	0,6	23

ويظهر الشكل 21 مخطط كفاف إضافي على النحو المحدد من مسافات الكفاف الإضافي لجميع السموت.

الشكل 21

كفاف التنسيق في أسلوب الانتشار (1) لمحطة إرسال أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ولمحطة استقبال أرضية عاملة محطة فضائية مستقرة بالنسبة إلى الأرض



SM.1448-21

### 3 تحديد الكفاف في حالة الانتشار بالمطر عندما تكون نطاقات الترددات موزعة على اتجاهي الإرسال

إن الإجراء الذي يتيح تحديد منطقة الانتشار بالمطر عندما تكون نطاقات الترددات موزعة على اتجاهي الإرسال، كما هي موصوفة في الفقرة 2.1.3 من الملحق 1، هو التالي:

المسافة الأفقية  $d_s$  (km) بين المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق والنقطة التي يبلغ عندها محور الحزمة الرئيسية ارتفاع المطر  $h_R$ ، تُحسب كما يلي:

$$(123) \quad d_s = 8\,500 \left( \sqrt{\tan^2 \varepsilon_s + h_R / 4\,250} - \tan \varepsilon_s \right) \quad \text{km}$$

حيث يمكن تعيين ارتفاع المطر  $h_R$  من المعادلتين (75) أو (76) في المرفق 2 للملحق 1. وحيث  $\varepsilon_s$  هي زاوية الارتفاع الدنيا لمحطة الإرسال الأرضية.

ومسافة الحساب القصوى  $d_{max}$  الواجب استعمالها لتحديد الكفاف في أسلوب الانتشار (2)، في حالة محطة أرضية بُحري التنسيق وتعمل في نطاقات ترددات موزعة على اتجاهي الإرسال، تتوقف على ارتفاع المطر. وتكون أكبر مسافة معينة اعتباراً من:

$$d_{max} = 130.4 \sqrt{h_R} \quad \text{km} \quad \text{or} \quad d_{min}$$

حيث مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$  معطاة في الفقرة 2.4 من الملحق 1.

والنقطة التي تقع على مسافة  $d_s$  من المحطة الأرضية وفق السمات  $\alpha_s$  لمحور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي بُحري التنسيق، هي النقطة الجغرافية الواقعة مباشرة تحت نقطة تلاقي محور الحزمة الرئيسية مع ارتفاع المطر، وهي بالتالي النقطة المرجعية التي تعين اعتباراً منها مسافة الحساب القصوى  $d_{max}$  (انظر الشكل 22).

وإذا كانت مسافة الحساب القصوى  $d_{max}$  أكبر من مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$ ، يُحسب عندئذ خط العرض الأقصى الذي تستطيع محطة استقبال أرضية أن تعمل عنده مع سائل مستقر بالنسبة إلى الأرض بزاوية ارتفاع دنيا هي  $\varepsilon_{min}$ :

$$\zeta_{max} = \arccos \left[ \frac{\cos(\varepsilon_{min})}{K} \right] - \varepsilon_{min} \quad (124)$$

حيث:

$\varepsilon_{min}$ : معطاة في الجدول 16

$K$ : نسبة نصف قطر مدار الساتل إلى نصف قطر الأرض، وتساوي 6.62.

وإذا كان خط العرض للمحطة الأرضية التي بُحري التنسيق في نصف الكرة الأرضية الشمالي يفوق  $\zeta_{max}$ ، أو إذا كان خط العرض للمحطة الأرضية التي بُحري التنسيق في نصف الكرة الأرضية الجنوبي يقل عن  $(-\zeta_{max})$  أو عن  $(-71^\circ)$ ، يكون كفاف الانتشار بالمطر عندئذ دائرة نصف قطرها  $d_{min}$  ومركزها في محطة الإرسال الأرضية.

وفي جميع الحالات الأخرى، تحدّد منطقة التنسيق على النحو التالي:

المرحلة 1: يُفترض أن محطة الاستقبال الأرضية المجهولة تعمل مع سائل بزاوية ارتفاع دنيا  $\varepsilon_s$ . ويفترض أيضاً أن محطة الاستقبال الأرضية هي قريبة نسبياً من المحطة الأرضية التي بُحري التنسيق من الناحية الجغرافية، أي يمكن بعبارة أخرى تطبيق الهندسة المستوية في منطقة التنسيق. وإذا كان محور الحزمة الرئيسية لمحطة الاستقبال الأرضية يلاقي نقطة تقاطع محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي بُحري التنسيق مع ارتفاع المطر، تعطى السموت اعتباراً من النقطة الواقعة على سطح الأرض مباشرة تحت نقطة التقاطع هذه وحتى المواقع المحتملة لمحطة استقبال أرضية بالعلاقتين:

$$\alpha_{w1} = \arccos \left[ \frac{\tan \zeta}{\tan \zeta_{max}} \right]$$

و

$$\alpha_{w2} = 360^\circ - \alpha_{w1}$$

حيث  $\zeta$  هو خط العرض لمحطة الإرسال الأرضية.

المرحلة 2: يُعلم موقع المحطة الأرضية التي بُحري التنسيق على خريطة بمقياس رسم مناسب، ويُرسم خط المسافة  $d_s$  اعتباراً من هذا الموقع على طول السمات  $\alpha_s$  وحتى النقطة الواقعة تحت نقطة تقاطع محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية التي بُحري التنسيق مع ارتفاع المطر.

المرحلة 3: واعتباراً من نقطة تقاطع محور الحزمة الرئيسية في المرحلة 2، تُعلم المسافة  $d_{max}$  على الخريطة على طول السمتين  $\alpha_{w2}$  و  $\alpha_{w1}$ ، ويُرسم على كل سمت وعند المسافة  $d_{max}$  قوسان متساويان المسافة فتحة كل منهما  $3^\circ$ ، إحداهما في اتجاه عقارب الساعة والثانية في عكس اتجاه عقارب الساعة. وتكون القوسان التي تبلغ الفتحة الكلية لكل منهما  $6^\circ$  أول عنصرين يحددان منطقة الانتثار بالمطر في حالة نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

المرحلة 4: تُرسم دائرة نصف قطرها يساوي مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$ ، ومركزها في موقع المحطة الأرضية التي تُجري التنسيق، ثم يُرسم مستقيمان اعتباراً من الطرفين الشماليين لقطعتي القوسين، يمسّان الحافة الشمالية من الدائرة، كما يُرسم مستقيمان اعتباراً من الطرفين الجنوبيين لقطعتي القوسين، يمسّان الحافة الجنوبية من الدائرة.

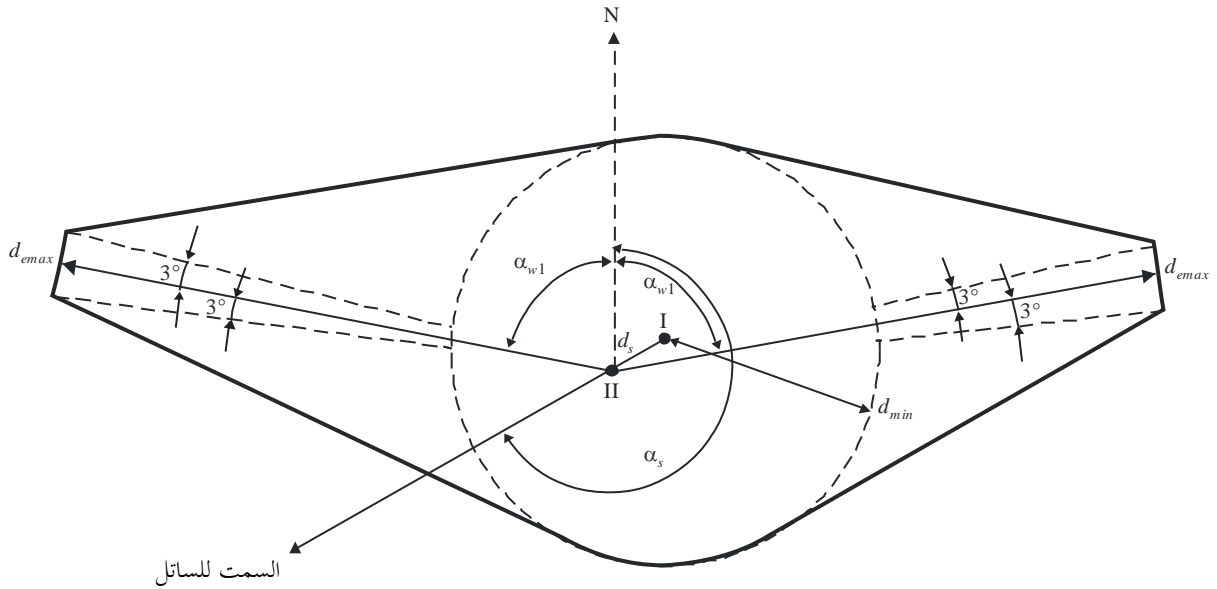
والمنطقة التي تحدّها القوسان اللتان فتحة كل منهما  $6^\circ$ ، والمستقيمان الأربعة، والقسمان الدائريان (يوجد على الأقل قسم واحد) المحصوران بين نقطتي التماس الشماليين ونقطتي التماس الجنوبيتين مع هذه المستقيمان تكون هي منطقة الانتثار بالمطر في حالة نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال.

ويوضح الشكل 22 كيف تحدد منطقة الانتثار بالمطر لمحطة أرضية تُجري التنسيق مصورة في الشكل 18. (تحتوي منطقة الانتثار بالمطر الناتجة على المحلات الهندسية المحتملة لمواقع جميع محطات الاستقبال الأرضية التي يتقاطع اعتباراً منها مسير حزمة ما في اتجاه مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض مع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الإرسال الأرضية).

الشكل 22

### مثال لمنطقة الانتثار بالمطر في حالة نطاقات الترددات الموزعة على اتجاهي الإرسال

(دون التقييد بمقياس الرسم)



I: موقع محطة الإرسال الأرضية

II: النقطة التي يبلغ فيها محور الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية ارتفاع المطر  $h_R$

الافتراضات:

$\zeta = 40^\circ$  شمالاً

$\varepsilon_s = 10^\circ$

$\alpha_s = 254^\circ$

## المرفق 7 للملحق 1

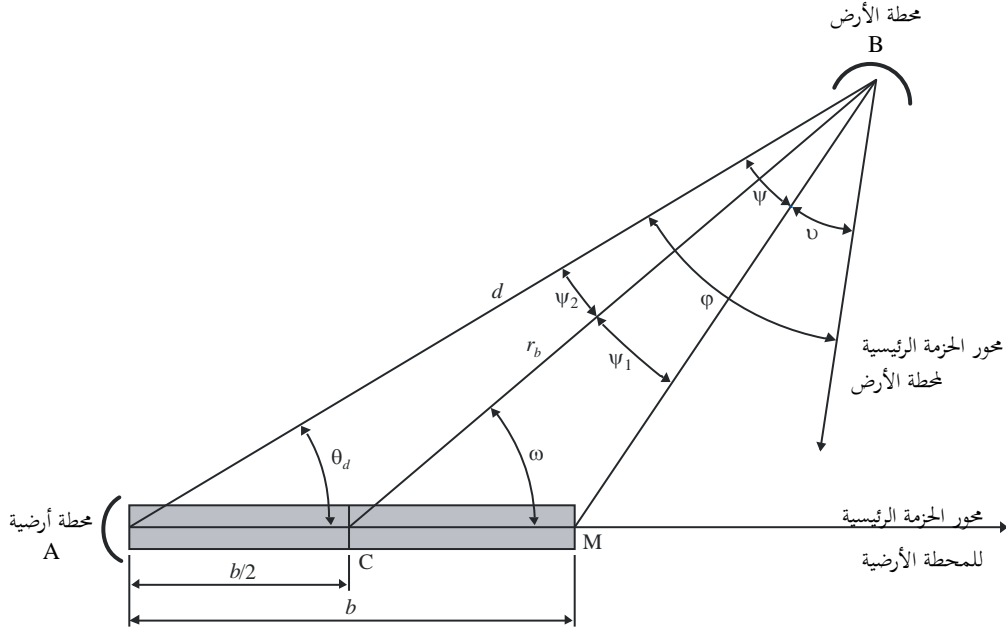
### تحديد الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)

#### 1 تحديد الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)

تتيح الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) أن يؤخذ بالحسبان الانحراف السمتي لحزمة هوائي محطة للأرض عن موقع المحطة الأرضية التي تُجرى التنسيق. ويمثل الشكل 23 مسقطاً على المستوي الأفقي لمنطقة الانتشار بالماء الجوي. وتقع المحطة الأرضية ومحطة الأرض في الموقعين A و B على التوالي، مع العلم أن محطة الأرض واقعة على نصف قطر تحدده الزاوية  $\omega$  اعتباراً من النقطة C إلى مركز الكفاف الإضافي أو الرئيسي في أسلوب الانتشار (2). والنقطة C هي أيضاً مركز الكفاف المساعد.

الشكل 23

#### هندسة الانتشار في المستوي الأفقي



SM.1448-23

وتمثل المنطقة المظللة في الشكل 23 المنطقة الحرجة على طول محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية، بين المحطة الأرضية وارتفاع المطر. ويمكن أن يتشكل داخل هذه المنطقة الحرجة حجم مشترك ما بين حزمة المحطة الأرضية وحزمة أي محطة للأرض واقعة داخل الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2). وطول هذه المنطقة الحرجة هو  $b$  ومداهما الأفقي معطى بالنقطة M. فإذا كانت هذه المنطقة الحرجة تقطع محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض، يحصل تداخل مهم ناجم عن الانتشار بالماء الجوي عبر اقتران الفص الرئيسي بالفص الرئيسي.

وفي نقطة ما داخل الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2)، تُسمى الزاوية التي تحمل المنطقة الحرجة بالزاوية الحرجة  $\psi$ . وتكون زاوية الحماية  $U$  هي الزاوية التي يشكلها محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض مع المنطقة الحرجة. وزاوية تحاشي الحزمة بين محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض وموقع المحطة الأرضية هي  $\phi$ ، وتساوي مجموع الزاويتين  $\psi$  و  $U$ ، وهي مقدار ذو قيمة ثابتة على



كفاف مساعد معين. ويرسم كل كفاف مساعد بتغيير الزاوية  $\omega$ ، وحساب المسافة  $r_b$  اعتباراً من النقطة C حتى الكفاف المساعد. وعندما تزداد الزاوية  $\omega$  من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$ ، تتغير الزاويتان  $\psi$  و  $\nu$  ولكن مجموعهما يبقى ثابتاً.

ويمكن الاستفادة من الخوارزمية المحددة في الفقرة 2 من هذا المرفق لحساب الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) من أجل قيمة معينة لزاوية تحاشي الحزمة  $\varphi$ .

وتكمن الطريقة في إنقاص المسافة  $r_b$  بين محطة الأرض ومركز الحجم المشترك قفزياً بصورة تكرارية، اعتباراً من مسافة الكفاف الرئيسي  $d_r$  حتى التوصل إلى أصغر قيمة للمسافة  $r_b$  التي يتم عندها بلوغ الخسارة اللازمة الدنيا أو مسافة التنسيق الدنيا. وتعين الزاوية الحرجة  $\psi$  لكل قيمة للمسافة  $r_b$ ، ثم تُحسب زاوية الحماية  $\nu$ . ويُستخدم كسب الهوائي المقابل للزاوية  $\nu$  في محطة الأرض والمسافة المعتبرة  $r_b$  للحصول على الخسارة على المسير في أسلوب الانتشار (2) من المعادلة (83) من المرفق 2 للملحق 1.

وتكرر العملية ذاتها لكل زاوية  $\omega$  من أجل رسم كامل الكفاف المساعد المقابل لقيمة معينة من زاوية تحاشي الحزمة  $\varphi$ . وفي بعض تركيبات زاوية تحاشي الحزمة مع الزاوية  $\omega$ ، يحتتمل أن ينطبق كفاف مساعد على كفاف رئيسي أو إضافي في أسلوب الانتشار (2).

## 2 الخوارزمية التدريجية، خطوة خطوة

ترسم الألفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2)، بعد حساب المسافات على طول أنصاف الأقطار المنطلقة من مركز الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2)، أي النقطة C الواقعة على مسافة  $b/2$  من المحطة الأرضية على طول سمت محور حزمته الرئيسية. والمسافة  $b/2$  تساوي الفرق  $\Delta d$ ، حيث  $\Delta d$  يُعطى في المعادلة (84) من المرفق 2 للملحق 1.

ومن أجل القيمة المختارة لزاوية تحاشي الحزمة  $\varphi$ ، يرسم الكفاف المساعد على النحو التالي بإعطاء الزاوية  $\omega$  القيم المحصورة بين  $0^\circ$  و  $180^\circ$  بخطوات تساوي كل منها  $1^\circ$ .

(أ) تثبت المسافة  $r_b$  على قيمة المسافة  $d_r$  للكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2)، المحسوبة كما هو مبين في الفقرة 1.3 من المرفق 2 للملحق 1.

(ب) تحسب الزاوية  $\psi$  استناداً إلى:

$$(125) \quad \psi_1 = \arctan \left( \frac{b \sin \omega}{2r_b - b \cos \omega} \right)$$

$$(126) \quad \psi_2 = \arctan \left( \frac{b \sin \omega}{2r_b + b \cos \omega} \right)$$

$$(127) \quad \Psi = \psi_1 + \psi_2$$

(ج) إذا كان  $\psi < \varphi$ ، ينطبق الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) على الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2) من أجل القيمة المعتبرة للزاوية  $\omega$ ، وبعد أن تحسب قيمة الزاوية  $\omega$  هذه، يتم الانتقال إلى الخطوة (ي). وإلا فيتم الانتقال إلى الخطوات المشروحة في (د) إلى (ط)، إلى أن يتحقق أحد الشروط المبينة في الخطوتين (و) و(ط).

(د) تخفيض  $r_b$  بقدر 0,2 km.

(هـ) يُعاد حساب الزاوية الحرجة  $\psi$  باستعمال المعادلات (125) و(126) و(127).

(و) إذا كانت النسبة  $(0,5 b \sin \omega / \sin \psi_2)$  أقل من  $d_{min}$ ، ينطبق الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) على مسافة التنسيق الدنيا  $d_{min}$ ، وينتهي عندئذ حساب القيمة المعتبرة للزاوية  $\omega$  ويتم الانتقال إلى الخطوة (ي). وإلا فيتم الانتقال إلى الخطوة (ز).

ز) تُحسب زاوية الحماية  $\psi - \varphi = \omega$ .

ح) يُحسب الكسب  $G(\omega)$ ، كسب الهوائي لمحطة الأرض عند الزاوية  $\omega$  بالنسبة إلى محور الحزمة، باستعمال مخطط الهوائي المرجعي المعطى في هذا المرفق.

ط) يُستخدم في المعادلة (83) من الملحق 2 الكسب المحسوب في الخطوة ح) بدلاً من الكسب  $G_x$ ، والقيمة المعتبرة للمسافة  $r_b$  بدلاً من  $r_i$ ، ثم تحسب الخسارة المقابلة على المسير في أسلوب الانتشار (2)،  $L_r$ . وإذا كان  $L_r < L(p)$ ، تُزداد المسافة  $r_b$  بقدر 0,2 km، وتؤخذ هذه المسافة على أنها نصف القطر المعتبر. وإلا فيتم الرجوع إلى الخطوة د).

ي) بعد حساب قيمة المسافة  $r_b$  استناداً إلى القيمة المعتبرة للزاوية  $\omega$ ، تحسب الزاوية  $\theta_d$  اعتباراً من موقع المحطة الأرضية، وعند اللزوم تحسب المسافة  $d$  إلى هذه النقطة من الكفاف باستعمال:

$$(128) \quad d = 0.5 b \sin \omega / \sin \psi_2$$

$$(129) \quad \theta_d = \omega - \psi_2$$

ويكون الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) متناظراً بالنسبة إلى محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية، لذلك يمكن تعيين قيم  $d$  و  $\theta_d$  المقابلة لقيم  $\omega$  المحصورة بين  $181^\circ$  و  $359^\circ$ ، بالانتباه إلى أن النتائج بشأن قيمة معينة للزاوية  $\omega$ ، هي نفسها من أجل  $(\omega - 360)$  أو  $(\omega + 360)$ .

إن الخطوة المستعملة أعلاه لزيادة  $r_b$  قفزياً، أي 0,2 km، صالحة في أغلب الحالات. فهي تتيح السيطرة على تشعب جزئيات النتيجة عندما ينظر إليها على أنها مجموعة من  $r_b$ . وعندما تكون زوايا ارتفاع الحزمة للمحطة الأرضية صغيرة، يصبح تشعب الجزئيات أكثر ظهوراً في قيم  $d$  و  $\theta_d$ ، ويمكن عندئذ استعمال خطوة أصغر.

### 3 مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات أنظمة المرحلات الراديوية في خط البصر

إن مخطط الإشعاع المرجعي لهوائيات أنظمة المرحلات الراديوية في خط البصر يستعمل هنا لهوائي محطة الأرض المجهولة في حسابات الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2)، عندما لا يتيسر مخطط الهوائي الفعلي.

أ) عندما تكون نسبة قطر الهوائي إلى الطول الموجي أكبر من 100، تُستخدم المعادلات التالية:

$$(130) \quad G(\varphi) = G_{amax} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad \text{for} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$(131) \quad G(\varphi) = G_1 \quad \text{for} \quad \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$$

$$(132) \quad G(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi \quad \text{for} \quad \varphi_r \leq \varphi < 48^\circ$$

$$(133) \quad G(\varphi) = -10 \quad \text{for} \quad 48 \leq \varphi \leq 180^\circ$$

$$(134) \quad G_1 = 2 + 15 \log \frac{D}{\lambda}$$

$$(135) \quad \varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{amax} - G_1}$$

$$(136) \quad \varphi_r = 15.85 \left( \frac{D}{\lambda} \right)^{-0.6}$$

(ب) عندما تكون نسبة قطر الهوائي إلى الطول الموجي تساوي أو تقل عن 100، تستخدم المعادلات التالية:

$$(137) \quad G(\varphi) = G_{amax} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad \text{for} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$(138) \quad G(\varphi) = G_1 \quad \text{for} \quad \varphi_m \leq \varphi < 100 \frac{\lambda}{D}$$

$$(139) \quad G(\varphi) = 52 - 10 \log \frac{D}{\lambda} - 25 \log \varphi \quad \text{for} \quad 100 \frac{\lambda}{D} \leq \varphi < 48^\circ$$

$$(140) \quad G(\varphi) = 10 - 10 \log \frac{D}{\lambda} \quad \text{for} \quad 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$$

(ج) عندما لا يكون معروفاً إلا الكسب الأقصى للهوائي، تحسب النسبة  $D/\lambda$  من الصيغة التالية:

$$(141) \quad 20 \log \frac{D}{\lambda} \approx G_{amax} - 7.7$$

حيث:

$G_{amax}$ : كسب الهوائي في محور الحزمة الرئيسية (dBi)

$D$ : قطر الهوائي (m)

$\lambda$ : الطول الموجي (m)

$G_1$ : كسب الفص الجانبي الأول (dBi).

## المرفق 8 للملحق 1

### المعلومات

ترد في الجدول 11 معلومات الدخل التي قد تلزم لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية. وترد في الجدول 12 المعلومات الأخرى المستخدمة في تحديد منطقة التنسيق.

#### الجدول 11

#### معلومات الدخل

المعلمة	الوحدات	التعريف	المرجع	الحالة
$a$	km	نصف المحور الكبير للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$d_h$	km	مسافة الأفق انطلاقاً من موقع المحطة الأرضية (القيمة الافتراضية $= 0,5$ km)	المرفق 1، الفقرة 1	اختيارية
$D$	m	قطر الهوائي	المرفق 3، الفقرة 3	اختيارية <sup>(2)</sup>
$e$		الاختلاف المركزي للمدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض ( $e=0$ ) للمدارات الدائرية و $e > 1$ و $0 > e > 1$ للمدارات الإهليلجية).	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$f$	GHz	التردد، 100 MHz-105 GHz	الملحق 1، الفقرة 2.4	دخل
$g$	dB	خطوة تزايد الكسب المستخدمة لتحديد توزيع كسب الهوائي باتجاه الأفق	المرفق 4، الفقرة 2 والمرفق 5، الفقرة 1	اختيارية <sup>(3)</sup>
$G_{amax}$	dB	الكسب الأقصى للهوائي في محور الحزمة الرئيسية	المرفق 3، الفقرة 3	اختيارية <sup>(2)</sup>
$G(\varphi)$	dB	الكسب عند الزاوية $\varphi$ (درجات) بالنسبة إلى محور الحزمة الرئيسية	المرفق 3، الفقرة 3	اختيارية <sup>(2)</sup>
$i_s$	درجات	زاوية الميل التشغيلية القصوى لمدار ساتلي مستقر بالنسبة إلى الأرض، أو زاوية الميل الاسمي لمدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض، أو حد خط العرض للحركة المدارية	المرفق 3، الفقرة 2 والمرفق 4، الفقرة 1.1 والمرفق 4، الفقرة 3	دخل <sup>(4)</sup> أو اختيارية <sup>(3)</sup>
$K_I$		نسبة نصف قطر المدار إلى نصف قطر الأرض بالنسبة إلى ساتل الكوكبية الأقل ارتفاعاً	المرفق 4، الفقرة 1.1	اختيارية <sup>(3)</sup>
$\ell_{t1}$		القيمة الرقمية للخسارة في خط الإرسال (مثل دليل الموجات) بين طرفية الهوائي وطرفية المستقبل	الملحق 2، الفقرة 2	دخل <sup>(5)</sup>
$P_t$	dBW	السوية القصوى لقدرة الإرسال المتيسرة (dBW) في عرض النطاق المرجعي، عند طرفية هوائي محطة إرسال أرضية	الملحق 1، الفقرات 3.1 و 1.1.2 و 2.2.2	دخل <sup>(6)</sup>
$Q$	dB	قيمة الكفاف المساعد	الملحق 1، الفقرة 4.4	اختيارية
$t$	s	الوقت المستغرق لتحديد موضع (مواضع) الساتل	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$t_0$	s	الوقت الابتدائي	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$T_a$	K	درجة حرارة الضوضاء التي ينتجها هوائي محطة استقبال أرضية تقوم بالتنسيق	الملحق 2، الفقرة 2	دخل <sup>(5)</sup>
$T_r$	K	درجة حرارة ضوضاء المستقبل المسندة إلى طرفية هوائي محطة استقبال أرضية تقوم بالتنسيق	الملحق 2، الفقرة 2	دخل <sup>(5)</sup>
$\alpha$	درجات	زاوية سمت الاتجاه المعتمد	المرفق 1، الفقرة 1	دخل
$\delta_e$	درجات	الفرق في خطوط الطول في الجزء التشغيلي الشرقي الأقصى من القوس المدارية	المرفق 3، الفقرة 2	دخل <sup>(4)</sup>
$\delta_w$	درجات	الفرق في خطوط الطول في الجزء التشغيلي الغربي الأقصى من القوس المدارية	المرفق 3، الفقرة 2	دخل <sup>(4)</sup>

## الجدول 11 (تتمة)

المعلمة	الوحدات	التعريف	المرجع	الحالة
$\epsilon_h$	درجات	زاوية ارتفاع الأفق عند السمات $\alpha$ المعبر. و $\epsilon_h(\alpha)$ هي جانبية الأفق	المرفق 1، الفقرة 1 والمرفق 3، الفقرة 1 والمرفق 4، الفقرة 3	دخل
$\epsilon_{sys}$	درجات	زاوية الارتفاع الدنيا لمحور الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية المطبق على جميع السمات	المرفق 4، الفقرة 1	دخل <sup>(3)</sup>
$\zeta$	درجات	خط عرض المحطة الأرضية (شمالاً موجب، جنوباً سالب)	الملحق 1، الفقرة 1.4 والمرفق 3، الفقرة 2 والمرفق 4، الفقرة 1	دخل
$\eta_0$	rad	الابتعاد المداري المتوسط الأولي	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$\lambda_e$	درجات	خط طول المحطة الأرضية (شرقاً موجب، غرباً سالب)	الملحق 1، الفقرة 1.5.1 والمرفق 4، الفقرة 3	دخل
$\lambda_s$	درجات	خط طول العقدة الصاعدة لمدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت $t_0$	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$\nu_0$	درجات	الابتعاد المداري كما هو محدد في الوقت $t_0$	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$\zeta_0$	rad	الابتعاد المداري الشاذ في الوقت $t_0$	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>
$\nu$	درجات	زاوية الحماية المستخدمة في تحديد الكفاف المساعد في حالة الانتشار بالمطر	المرفق 7، الفقرتان 1 و 2	اختيارية
$\omega_{p0}$	درجات	زاوية الحضيض للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في الوقت $t_0$	المرفق 4، الفقرة 3	اختيارية <sup>(1)</sup>

(1) معلمة لازمة لتطبيق المعادلات المدارية للسواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الفقرة 3 من المرفق 4 للملحق 1.

(2) يمكن تحديد الكسب اللازم باتجاه الأفق لتحديد منطقة التنسيق في عدة سبل متساوية من مدخلات بعينها. انظر المرفقين 3 و 4 للملحق 1.

(3) محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

(4) محطات أرضية عاملة مع محطات فضائية متزامنة مع الأرض.

(5) معلمة دخل في المعادلة (143). وإذا ما استخدمت إدارة مبلّغة هذه المعادلة لتحديد درجة حرارة ضوضاء،  $T_e$ ، محطة الاستقبال الأرضية، أمكن استخدام المعلمة  $T_e$  في تحديد منطقة التنسيق.

(6) يمكن اشتقاق هذه القدرة من كثافة القدرة القصوى المزودة لدخل الهوائي (dB(W/Hz)) ومن عرض النطاق المرجعي  $B$ .

## الجدول 12

## المعلومات الأخرى المستخدمة

المعلمة	بلا رمز أسفل الحرف	برمز أسفل الحرف	بزاوية	الوحدات	التعريف	المرجع
$A$		√		dB	التوهين	المرفقان 1 و 2
$B$	√			km	طول منطقة الانتشار بالمطر الحرجة	المرفق 7، الفقرة 2
$B$	√			Hz	عرض النطاق المرجعي أي عرض النطاق الذي تعمل فيه محطة الاستقبال المعرضة للتداخل، والذي يمكن فيه تحديد القيمة المتوسطة لقدرة الإرسال المسبب للتداخل	الملحق 2، الفقرة 2

## الجدول 12 (تابع)

المعلمة	بلا رمز أسفل الحرف	برمز أسفل الحرف	بزاوية	الوحدات	التعريف	المرجع
$C$		√		dB	عامل التصحيح	الملحق 1، الفقرة 4.4
$D$		√		km	المسافة من المحطة الأرضية عادةً	في كل مكان
$G$	√	√	√	dB <sub>i</sub>	كسب الهوائي في زاوية من محور الحزمة الرئيسية باتجاه الأفق	في كل مكان
$h_R$		√		km	ارتفاع المطر فوق الأرض	الملحق 1، الفقرة 2.1.3 والمرفق 2، الفقرة 3
$i$	√			degrees	خط عرض نقطة مسقط الساتل	المرفق 3، الفقرة 2
$K$	√				عامل التدرج القياسي للتوهين الطولي الناجم عن المطر	المرفق 2، الفقرة 3
$K$	√			J/K	ثابت بولتزمان، $1.38 \times 10^{-23}$	الملحق 2، الفقرة 2
$K$	√	√			نصف قطر المدار الساتلي/نصف قطر الأرض	المرفق 3، الفقرة 2 والمرفق 4، الفقرة 1.1
$L$	√	√	√	dB	قيمة الخسارة اللازمة الدنيا أثناء $p\%$ من الوقت، أو مكونات هذه الخسارة	الملحق 1، الفقرة 3.1 والمرفق 2، الفقرة 1
$M_s$				dB	هامش أداء الوصلة	الملحق 2، الفقرة 2
$N$	√				عدد مصادر التداخل المتكافئة والمتساوية في المستوى وفي الاحتمال، والمفترض أن لا علاقة بينها أثناء نسب مئوية صغيرة من الوقت	الملحق 2، الفقرة 2
$N_0$					الانكسارية عن مستوى سطح البحر في مركز المسير للترددات المحصورة بين 790 MHz و 60 GHz.	الملحق 1، الفقرة 1.4
$N_L$				dB	مساهمة ضوضاء الوصلة	الملحق 2، الفقرة 2
$P$	√	√		%	النسبة المئوية من الوقت التي يمكن خلالها تجاوز قدرة التداخل المسموح بها	الملحق 1، الفقرة 1.3
$P_r(p)$				dBW	قدرة التداخل المسموح بها لإرسال مسبب للتداخل في عرض النطاق المرجعي التي لا يمكن تجاوزها خلال أكثر من $p\%$ من الوقت	الملحق 1، الفقرة 3.1 والملحق 2، الفقرة 2
$P_t$				dBW	قدرة الإرسال القصوى المتيسرة في عرض النطاق المرجعي، عند طرفية هوائي محطة إرسال للأرض	الملحق 1، الفقرات 2.2.2 و 1.1.2 و 3.1
$r$		√		km	معلمت المسافة الشعاعية	المرفقات 2 و 4 و 7
$R$		√	√	mm/h	معدل هطول الأمطار	المرفق 2، الفقرة 1
$R_{cv}$					دالة النقل الفعال بالانتشار	المرفق 2، الفقرة 3
$s$				km	تزايد المسافة المستعمل في حساب المسافة اللازمة التكراري	الملحق 1، الفقرة 1.3
$T$	√			K	درجة حرارة الضوضاء المكافئة	الملحق 2، الفقرة 2
$W$	√			dB	عامل التكافؤ للضوضاء الحرارية من أجل الإرسالات المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي	الملحق 2، الفقرة 2
$X(f)$		√	√	dB	التصحيح الاسمي عند التردد $f$	الملحق 1، الفقرة 4.4
$Z(f)$		√	√	dB/km	التصحيح الثابت عند التردد $f$	الملحق 1، الفقرة 4.4
$\alpha$	√				أس لتحديد التوهين الطولي الناجم عن المطر	المرفق 2، الفقرة 3

الجدول 12 (تتمة)

المعلمة	بلا رمز أسفل الحرف	برمز أسفل الحرف	بزاوية	الوحدات	التعريف	المرجع
$\alpha$	✓	✓	✓	درجات	زاوية السمات المقيسة عند المحطة الأرضية التي تجري التنسيق	المرفقات 3 و 4 و 6
$\beta$	✓				ظاهرة الجرى التابع للمسير	المرفق 1، الفقرة 3
$\beta_e$				%	النسبة المئوية من الوقت التي توجد فيها ظروف انتشار غير عادية في جو صاف	الملحق 1، الفقرة 1.4
$\gamma$		✓	✓	dB/km	توهين طولي	الملحقان 1 و 2
$\Gamma_1$					معلمة متصلة بظاهرة الجرى التابع للمسير	المرفق 1، الفقرة 3
$\Gamma_2$				dB	التوهين الإضافي خارج الحجم المشترك	المرفق 2، الفقرة 3
$\Delta d$				km	المسافة الأفقية إلى مركز الكفاف الدائري في أسلوب الانتشار <sup>(2)</sup> من المحطة الأرضية على طول سمت محور الحزمة الرئيسية للمحطة	الملحق 1، الفقرة 5 والمرفق 2، الفقرة 4
$\delta$	✓	✓		درجات	فرق في خطوط الطول مقيس من المحطة الأرضية	المرفقان 3 و 4
$\epsilon$	✓	✓	✓	درجات	زاوية ارتفاع مقيسة من موقع المحطة الأرضية	المرفقات 2 و 3 و 4 والمرفق 2
$\zeta$	✓	✓		درجات	معلمة تكافئ خط عرض المحطة الأرضية أو على صلة به	الملحق 1، الفقرة 1.4 والمرفقان 3 و 4
$\eta$	✓			<sup>(1)</sup> rad	متوسط الابتعاد المداري أو معدل دورانه	المرفق 4، الفقرة 3
$\theta_d$				درجات	زاوية مستخدمة في رسم الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار <sup>(2)</sup>	المرفق 7، الفقرة 2
$\lambda$	✓			M	الطولي الموجي للقدرة المسببة للتداخل	المرفقان 3 و 7
$\lambda$	✓			درجات <sup>(1)</sup>	معلمة خط الطول أو معدل تغيره	المرفق 4، الفقرة 3
$\mu$	✓			km <sup>3</sup> /s <sup>2</sup>	ثابت جاذبية الأرض	المرفق 4، الفقرة 3
$\mu$	✓				معلمة مستخدمة لتحديد $\beta$	المرفق 1، الفقرة 3
$\nu$	✓	✓		درجات	معلمة للابتعاد المداري الحقيقي لساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض في مداره	المرفق 4، الفقرة 3
$\xi$	✓			rad	الابتعاد المداري الشاذ لساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض	المرفق 4، الفقرة 3
$\rho$	✓			g/m <sup>3</sup>	كثافة بخار الماء في الجو	المرفق 1، الفقرة 3
$\tau, \sigma$	✓				معلمات مستخدمة لتحديد $\mu_1$ و $\mu_2$	المرفق 1، الفقرة 3
$\varphi$	✓	✓	✓	درجات	زاوية مقيسة من محور الحزمة الرئيسية لهوائي	المرفقات 3 و 4 و 7
$\psi$	✓	✓	✓	درجات	أطوال وزوايا متنوعة للقوس	المرفقات 3 و 4 و 7
$\omega$	✓			درجات <sup>(1)</sup>	زوايا متنوعة أو معدلات تغيرها	المرفقات 3 و 4 و 7
$\Omega_r$				درجات (s)	سرعة المبادرة لعقد الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض	المرفق 4، الفقرة 3

(1) بالرمز  $r$  أسفل الحرف، تكون المعلمة هي معدل التغير مقدراً بالوحدات/الثانية (s).

## الملحق 2

### معلومات النظام ومسافات التنسيق المحددة سلفاً لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية

#### 1 المدخل

تعطي الجداول من 14 إلى 16 قيم معلومات النظام الواجب استعمالها في الطرائق المحددة في الملحق 1 لتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية، عندما يكون النطاق مستخدماً بالتشارك مع خدمات الاتصال الراديوي للأرض أو مع محطات أرضية أخرى تعمل في الاتجاه المعاكس للإرسال.

ولا يعطي الجدول 14 إلا قيم معلومات النظام اللازمة في حالة محطة إرسال أرضية تتشارك نطاقات الترددات مع خدمات للأرض، بينما يعطي الجدول 15 قيم المعلومات اللازمة في حالة محطة استقبال أرضية تتشارك نطاقات الترددات مع خدمات للأرض، أما الجدول 16 فيعطي قيم المعلومات في حالة محطة إرسال أرضية تتشارك نطاق الترددات الموزع على اتجاهي الإرسال مع محطات أرضية أخرى تعمل في الاتجاه المعاكس للإرسال.

وتشتمل هذه الجداول التي تتضمن معلومات النظام على التوزيعات الأولية على الخدمات الفضائية وعلى خدمات الأرض طبقاً للمادة 5 في جميع نطاقات الترددات المحصورة بين 100 MHz و 105 GHz. والمعلومات غير مكتملة في بعض الأعمدة: ويعود ذلك في بعض الحالات إلى عدم الحاجة إلى حساب مسافات التنسيق لأن مسافات التنسيق المعينة مسبقاً يمكن تطبيقها، ويعود في حالات أخرى إلى كون التوزيعات جديدة، والأنظمة لن توضع في الخدمة قبل بضع سنوات؛ بينما تقوم لجان الدراسات التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد بتطوير معلومات النظام باستمرار.

والمعلومات الخاصة بالمحطة الأرضية التي يطلب لها التنسيق تقدم إلى مكتب الاتصالات الراديوية وفق النسق المحدد في التذييل 4 من لوائح الراديو في إطار إجراءات التبليغ والتنسيق.

وكل سطر معنون "الطريقة المستخدمة" في كل جدول، يحيل المستعمل إلى القسم المناسب في متن الملحق 1 حيث تشرح الطرائق الواجب اتباعها لتحديد منطقة التنسيق.

وتجدر الملاحظة بأن المحطة الأرضية التي يطلب لها تحديد منطقة التنسيق، معرفة باسم الخدمة المعطى في السطر الأول من كل جدول.

وعندما يتطلب الأمر وضع كفاف إضافي، كما هي الحال في الأنظمة الثابتة الرقمية، توجد معلومات النظام اللازمة في أحد الأعمدة المجاورة في الجداول 14 و 15 و 16. وفي غياب معلومات النظام المناسبة، يمكن استخدام المعادلة (142) في الفقرة 2 لحساب قيمة قدرة التداخل المسموح بها  $(P_r(p))$ .

ومسافات التنسيق المحددة سلفاً والواردة في الجدول 17 تستخدم للمحطات الأرضية للإرسال وللإستقبال، في الحالات التي تحددها حالة تقاسم الترددات الموافقة.

#### 2 حساب قدرة التداخل المسموح بها لإرسال مسبب للتداخل

تعطي الجداول 14 و 15 و 16 قيم المعلومات اللازمة لحساب قدرة التداخل المسموح بها لإرسال مسبب للتداخل (dBW) ضمن عرض النطاق المرجعي، هذه القدرة التي يجب عدم تجاوزها أثناء أكثر من  $p\%$  من الوقت عند طرفية هوائي الاستقبال لمحطة معرضة لتداخلات يسببها مصدر واحد، بالاستعانة بالصيغة العامة التالية:

$$(142) \quad P_r(p) = 10 \log (k T_e B) + N_L + 10 \log (10^{M_s/10} - 1) - W \quad \text{dBW}$$



حيث:

 $k$ : ثابت بولتزمان ( $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ) $T_e$ : درجة حرارة الضوضاء الحرارية لنظام الاستقبال (K)، مقيسة عند طرفية هوائي الاستقبال (انظر الفقرة 1.2 من هذا الملحق) $N_L$ : مساهمة ضوضاء الوصلة (انظر الفقرة 2.2 من هذا الملحق) $B$ : عرض النطاق المرجعي (Hz) أي عرض النطاق الذي تعمل فيه محطة الاستقبال المعرضة للتداخل، والذي يمكن فيه تحديد القيمة المتوسطة لقدرة الإرسال المسبب للتداخل $p$ : النسبة المئوية من الوقت التي يمكن أثناءها للتداخل الذي يسببه مصدر وحيد أن يتجاوز قيمة قدرة التداخل المسموح بها، علماً بأن مصادر التداخل يفترض أنها لا تجتمع متآونة:  $p = p_0/n$  $p_0$ : النسبة المئوية من الوقت التي يمكن أثناءها للتداخل الذي تسببه جميع المصادر أن يتجاوز قيمة العتبة المسموح بها $np^{17}$ : عدد مصادر التداخل المتكافئة والمتساوية في السوية وفي الاحتمال، والمفترض أن لا علاقة بينها أثناء نسب مئوية صغيرة من الوقت $M_s$ : هامش أداء الوصلة (dB) (انظر الفقرة 3.2 من هذا الملحق) $W$ : عامل التكافؤ للضوضاء الحرارية (dB) من أجل الإرسالات المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي. ويكون هذا العامل موجباً عندما تتسبب الإرسالات المسببة للتداخل في انحطاط يفوق ما تسببه الضوضاء الحرارية (انظر الفقرة 4.2 في هذا الملحق).

قد يكون لإحدى الإدارات سبباً يدعوها للاعتقاد أحياناً بأن محطة الاستقبال الأرضية الخاصة بها لديها ما يبرر ابتعادها عن القيم المصاحبة للمحطة الأرضية الواردة في الجدول 15. ويسترعى الانتباه إلى أن عروض النطاق B في بعض الأنظمة، أو أن النسبتين المئويتين من الوقت  $p$  و  $p_0$  كما في حالة أنظمة التخصيص حسب الطلب، قد يكون من الواجب تعديل قيمتها عما هي معطاة في الجدول 15.

## 1.2 حساب درجة حرارة الضوضاء لنظام استقبال

يمكن تعيين درجة حرارة الضوضاء (K) لنظام الاستقبال، مقيسة عند طرفية هوائي الاستقبال، باستخدام الصيغة التالية (إلا ما كان مبيناً صراحة في الجدول 14):

$$T_e = T_a + (\ell_{t1} - 1)290 + \ell_{t1} T_r \quad \text{K} \quad (143)$$

حيث:

 $T_a$ : درجة حرارة الضوضاء (K) التي ينتجها هوائي الاستقبال $\ell_{t1}$ : القيمة الرقمية للخسارة في خط الإرسال (مثل الدليل الموجي) بين طرفية الهوائي وطرفية المستقبل $T_r$ : درجة حرارة الضوضاء (K) عند طرفية المستقبل، بما فيها مساهمات جميع المراحل المتتالية.وتستعمل القيمة  $\ell_{t1} = 1,0$  لمستقبلات المرحلات الراديوية وحيث لا تكون خسارة الدليل الموجي معروفة لمحطة استقبال أرضية.

<sup>17</sup> في جداول معلمات النظام بالتذييل (Rev.WRC-15) 7، يُعبر عن المصطلح بكل من العامل "n" والعامل "N".

وعند تحديد أكفة التنسيق بين محطتين أرضيتين تعملان في اتجاهي الإرسال المتعاكسين، ينبغي استعمال درجات حرارة الضوضاء التالية لنظام استقبال المحطة الأرضية، إن لم تكن القيم واردة في الجدول 16. وهذا الافتراض ضروري لأن محطة الاستقبال للأرض يستعاض عنها في الحسابات بمحطة الاستقبال الأرضية.

الجدول 13

مدى الترددات (GHz)	$T_e$ (K)
$f < 10$	75
$10 < f < 17$	150
$f > 17$	300

## 2.2 تعيين العامل $N_L$

العامل  $N_L$  هو مساهمة ضوضاء الوصلة. وفي حالة مرسل-مستجيب في سائل فهو يشمل الضوضاء على الوصلة الصاعدة والتشكيل البيئي، إلخ. وفي غياب قيم في الجدول يفترض أن:

$$\text{dB } 1 = N_L \text{ للوصلات الثابتة الساتلية}$$

$$\text{dB } 0 = \text{لوصلات الأرض}$$

## 3.2 تعيين العامل $M_s$

العامل  $M_s$  هو العامل الذي يجب أن تُزاد به ضوضاء الوصلة في الجو الصافي لكي تصبح مساوية لقدرة التداخل المسموح به.

## 4.2 تعيين العامل $W$

العامل  $W$  (dB) هو سوية قدرة الضوضاء الحرارية في التردد الراديوي منسوبة إلى القدرة المستقبلية من إرسال مسبب للتداخل والتي تسبب، بدلاً من القيمة الأولى وفي عرض النطاق نفسه (المرجعي)، نفس التداخل (أي زيادة قدرة الضوضاء في القناة الصوتية أو الفيديوية أو في معدل الخطأ في البتات). وبصورة عامة يتوقف العامل  $W$  على خصائص الإشارتين المفيدة والمسببة للتداخل. وعندما تكون الإشارة المفيدة رقمية، يكون العامل  $W$  عادة مساوياً أو أقل من 0 dB، مهما تكن خصائص الإشارة المسببة للتداخل.

## 3 الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة استقبال أرضية حيال محطة إرسال أرضية

عند تحديد منطقة التنسيق لمحطة إرسال أرضية حيال محطة استقبال أرضية تعملان في نطاق ترددات موزع على اتجاهي الإرسال، يجب حساب الكسب في اتجاه الأفق لهوائي المحطة الأرضية المجهولة. وعندما تكون محطات الاستقبال الأرضية المجهولة تعمل مع سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يعطي الجدول 16 معلمات محطات الاستقبال الأرضية الواجب استعمالها في الحساب على النحو الموضح في الفقرة 1.2 من المرفق 6 للملحق 1.

وعندما تكون محطة الاستقبال الأرضية المجهولة تعمل مع سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، يعطي الجدول 16 الكسب في اتجاه الأفق للهوائي الواجب استعماله وفق جميع السموت. والقيم المعروضة بشكل جداول قد تم تعيينها بالطريقة المشروحة في الفقرة 1.2.2 من الملحق 1، والتي تستخدم القيم الدنيا والقصى لكسب الهوائي في اتجاه الأفق. ولهذا الغرض يكون الكسب الأقصى للهوائي في اتجاه الأفق هو كسب الهوائي من أجل زاوية خارج المحور تساوي زاوية الارتفاع الدنيا للتشغيل. أما الكسب الأدنى في اتجاه الأفق للهوائي فهو الكسب الملاحظ لزاوية كبيرة خارج المحور، تكون غالباً أكبر من 36° أو 48°.

وعند تعيين مداخل الجدول 16 المقابلة للكسب في اتجاه الأفق للهوائي بطريقة الكسب اللامتغير مع الزمن (TIG)، حدّد الفرق بين الكسبين الأفقيين الأدنى والأقصى بألا يتجاوز 30 dB. وعليه فقد أخذت قيمة الكسب في اتجاه الأفق بالطريقة TIG هي صغرى القيمتين: الكسب الأقصى للهوائي في اتجاه الأفق أو الكسب الأدنى للهوائي في اتجاه الأفق مضافاً إليه 20 dB. وعند تعيين الكسب في اتجاه الأفق بالطريقة TIG، استخدم مخطط الهوائي المرجعي الوارد في الفقرة 3 من المرفق 3 للملحق 1، ما عدا الحالات المبينة في الجداول التي قدّر فيها أن مخططاً مغايراً قد يكون أنسب.

التوصية ITU-R SM.1448-1

الجدول 14أ

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة إرسال أرضية

أبحاث فضائية وعمليات فضائية واستكشاف الأرض الساتلية	متنقلة ساتلية	عمليات فضائية وأبحاث فضائية	متنقلة ساتلية	متنقلة ساتلية	متنقلة ساتلية واستدلال راديوي ساتلية	عمليات فضائية	متنقلة ساتلية	أبحاث فضائية وعمليات فضائية	عمليات فضائية	استكشاف الأرض الساتلية وأرصاد جوية ساتلية	متنقلة ساتلية وعمليات فضائية	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للإرسال	
2 110-2 025 2 120-2 110 (فضاء سحيق)	2 025-1 980	1 850-1 750	1 675-1 668,4	1626,5-1610	-1 610 1 626,5	1 429-1 427	840-806	-449,75 450,25	-433,75 434,25	403-401	146,9-148,0	نطاقات الترددات (MHz)	
ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	مساعدات أرصاد جوية	ملاحة راديوية للطيران وعلم الفلك الراديوي	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة وإذاعية وملاحة راديوية للطيران	ثابتة ومتنقلة وتحديد راديوي للموقع	هواة وتحديد راديوي للموقع وثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة ومساعدات أرصاد جوية	ثابتة ومتنقلة	تسمية خدمة الأرض للاستقبال	
§ 2.1, § 2.2	§ 1.4.6	§ 2.1, § 2.2	§ 1.4.6	§ 1.4.6	§ 1.4.6	§ 2.1, § 2.2	§ 1.4.6	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1, § 2.2	الطريقة المستعملة	
A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	التشكيل في محطة الأرض (انظر الملاحظة 1)
0,01		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	$p_0$ (%)
2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	$n$
0,005		0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	$p$ (%)
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$N_L$ (dB)
26 (انظر الملاحظة 2)	26 (انظر الملاحظة 2)	33	33	33	33	33	33	20	20				$M_s$ (dB)
0		0	0	0	0	0	0	0	0				$W$ (dB)
49 (انظر الملاحظة 2)	49 (انظر الملاحظة 2)	35	35	35	35	35	35	16	16				$G_x$ (dBi) (انظر للملاحظة 3)
500 (انظر الملاحظة 2)	500 (انظر الملاحظة 2)	750	750	750	750	750	750	750	750				$T_e$ (K)
$310 \times 4$	$310 \times 4$	610	$310 \times 4$	610	$310 \times 4$	10 <sup>6</sup>	$4 \times 10^3$	610	$310 \times 4$	$310 \times 12,5$	$310 \times 12,5$		$B$ (Hz)
140-	140-	107-	131-	107-	131-	107-	131-	107-	131-	139-	139-		$P_r(p)$ $B$ في (dBW)

الملاحظة 1 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.

الملاحظة 2 استخدمت المعلومات التي تنطبق على محطة للأرض مرافقة للأنظمة عبر الأفق. ويمكن أيضاً استعمال معلومات المرحلات الراديوية في خط البصر المصاحبة لنطاق الترددات MHz 1 675-1 668,4 لتحديد كفاف إضافي. (WRC-03)

الملاحظة 3 لم تؤخذ بالحسبان الخسائر في المغذي.

## الجدول 14 ب

## المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة إرسال أرضية

ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية ومنتقلة ساتلية وأرصاد جوية ساتلية	عمليات فضائية وأبحاث فضائية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للإرسال
19,7-19,3	18,4-17,7	15,65-15,43	14,3-13,75	14,8-12,5	11,7-10,7	8,400-7,900	7,250-7,100 (انظر الملاحظة 5)	7,075-5,725	5,150- 5,091	5,150- 5,091	5,150- 5,091	5,091- 5,030	5,091- 5,030	2,690- 2,655	نطاقات الترددات (GHz)				
ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ملاحة راديوية للطيران	تحديد راديوي للموقع وملاحة راديوية (برية فقط)	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	تحديد راديوي للموقع	منتقلة للطيران (R)	ملاحة راديوية للطيران	منتقلة للطيران (R)	ملاحة راديوية للطيران	ثابتة ومنتقلة	تسمية خدمة الأرض للاستقبال				
§ 2.2	§ 2.1, § 2.2		1.2	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1	§ 2.1	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1	§ 2.1				§ 2.1, § 2.2	§ 2.1	الطريقة المستعملة				
N	N		-	N A	N A	N A	N A	N A	N A	N A	N A	N A						A	التشكيل في محطة الأرض (انظر الملاحظة 1)
0,005	0,005		0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01						0,01	(%) $p_0$
2	2		1	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2						2	$n$
0,0025	0,0025		0,01	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005	0,0025 0,005						0,005	(%) $p$
0	0		0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						0	(dB) $N_L$
25	25		1	40 33	40 33	40 33	40 33	37 33	37 33	37 33	37 33	37 33						26 (انظر الملاحظة 2)	(dB) $M_s$
0	0		0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0						0	(dB) $W$
48	48		36	52 52	50 50	46 46	46 46	46 46	46 46	46 46	46 46	46 46		6	6	10	6	49 (انظر الملاحظة 2)	(dB) $G_x$ (4)
1 100	1 100		2 636	1 100 1 500	1 100 1 500	750 750	750 750	750 750	750 750	750 750	750 750	750 750						500 (انظر الملاحظة 2)	(K) $T_e$
<sup>6</sup> 10	<sup>6</sup> 10		<sup>7</sup> 10	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4	<sup>6</sup> 10 <sup>3</sup> 10 × 4		<sup>6</sup> 10	<sup>3</sup> 10 × 150	<sup>3</sup> 10 × 37,5	<sup>3</sup> 10 × 150	<sup>3</sup> 10 × 4	(Hz) $B$
113-	113-		131-	98- 128-	98- 128-	10-3 131-	103- 131-	103- 131-	103- 131-	103- 131-	103- 131-	103- 131-		143-	160-	157-	160-	140-	(p) $P_r$ (dBW) التداخل المسموح به في $B$

الملاحظة 1 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.

الملاحظة 2 استخدمت معلومات المحطة للأرض المرتبطة بالأنظمة عبر الأفق. ويمكن أيضاً استعمال معلومات المرحلات الراديوية في خط البصر في نطاق الترددات MHz 7 075-5 725 لتحديد كفاف إضافي سوى أن  $G_x = 37$  dB.

الملاحظة 3 وصلات التغذية في أنظمة السوائل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المنتقلة الساتلية.

الملاحظة 4 لم تؤخذ بالحسبان الخسائر في المغذي.

الملاحظة 5 نطاقات الترددات الفعلية هي MHz 7 250-7 190 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية و MHz 7 155-7 100 و MHz 7 235-7 190 لخدمة الأبحاث الفضائية و MHz 7 235-7 145 لخدمة الأبحاث الفضائية.

الجدول 14 ج

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة إرسال أرضية

ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 2)	ثابتة ساتلية ومنتقلة ساتلية وملاحة رادوية ساتلية	استكشاف الأرض ساتلية وأبحاث فضائية	أبحاث فضائية	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 2)	ثابتة ساتلية	تسمية خدمة الاتصال الرادوي الفضائي للإرسال
50,2-47,2	47-42,5 50,2-47,2 50,4-51,4	40,5-40,0	34,7-34,2	29,5-29,1	29,1-28,6	25,25-24,65 29,5-27,0	نطاقات الترددات (GHz)
ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة وملاحة رادوية وعلم الفلك الرادوي	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة وتحديد رادوي للموقع	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	تسمية خدمة الأرض للاستقبال
§ 2.2	§ 2.1, § 2.2	§ 2.1, § 2.2		§ 2.2	§ 2.2	§ 2.1	الطريقة المستعملة
N	N	N		N	N	N	التشكيل في محطة الأرض (انظر الملاحظة 1)
0,001	0,005	0,005		0,005	0,005	0,005	$p_0$ (%)
1	1	1		1	2	1	$n_p$
0,001	0,005	0,005		0,005	0,0025	0,005	$p$ (%)
0	0	0		0	0	0	(dB) $N_L$
25	25	25		25	25	25	(dB) $M_s$
0	0	0		0	0	0	(dB) $W$
46	42	42		50	50	50	(dBi) $G_x$ (انظر الملاحظة 1)
2 000	2 600	2 600		2 000	2 000	2 000	(K) $T_e$
°10	°10	°10		°10	°10	°10	(Hz) $B$
111-	110-	110-		111-	111-	111-	(dBW) $Pr(p)$ في $B$

- الملاحظة 1 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.  
 الملاحظة 2 سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية.  
 الملاحظة 3 وصلات التغذية في الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية.  
 الملاحظة 4 لم تؤخذ بالحسبان الحسارات في المغذي.

## الجدول 15أ

## المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة استقبال أرضية

متنقلة ساتلية و متنقلة برية ساتلية و متنقلة بحرية ساتلية	إذاعية ساتلية (DAB)	متنقلة ساتلية	إذاعية ساتلية	أرصاد جوية ساتلية واستكشاف الأرض الساتلية	عمليات فضائية	عمليات فضائية وأبحاث فضائية	متنقلة ساتلية	أرصاد جوية ساتلية	متنقلة ساتلية	عمليات فضائية	أبحاث فضائية وعمليات فضائية	أبحاث فضائية	أرصاد جوية ساتلية و متنقلة ساتلية	عمليات فضائية وأبحاث فضائية	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للاستقبال
1 530-1 518 1 559-1 555 2 200-2 160 (انظر الملاحظة 1)	-1 452 1 492	890-856	790-620	470-460	402-401	-400,15 401	401-400,15	401-400,15	399,9-335,4	167-163 273-272 (انظر الملاحظة 5)	184-174	143,65-143,6	138-137	138-137	نطاقات الترددات (MHz)
ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة وإذاعية	ثابتة و متنقلة وإذاعية	ثابتة و متنقلة وإذاعية	ثابتة و متنقلة	مساعدات أرصاد جوية وثابتة و متنقلة	مساعدات أرصاد جوية	مساعدات أرصاد جوية	مساعدات أرصاد جوية	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة وإذاعية	ثابتة و متنقلة وتحديد راديوي للموقع	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة	تسمية خدمة الأرض للإرسال
§ 1.4.6	§ 1.4.5	§ 1.4.6	§ 1.4.5	§ 2.1	§ 2.1	-	§ 1.4.6	§ 1.4.6	§ 1.4.6	§ 2.1	§ 2.1	§ 2.1	§ 2.1	§ 2.1	الطريقة المستعملة
N	N				N	N				N				N	التشكيل في المحطة الأرضية (انظر الملاحظة 2)
10				0,012	0,1	0,1		0,012		1,0			0,1	0,1	$p_0$ (%)
1				1	2	2		1		1			2	2	$n_p$
10				0,012	0,05	0,05		0,012		1,0			0,05	0,05	$p$ (%)
0				0	0	0		0		0			0	0	$N_L$ (dB)
1				1	1	1		4,3		1			1	1	$M_s$ (dB)
0				0	0	0		0		0			0	0	$W$ (dB)
37 (انظر الملاحظة 4)	38			5	-	-				15			-	-	$E_B$ (dBW) في A
37	38			5	-	-				15			-	-	$E_B$ (dBW) في N (انظر الملاحظة 3)
0	3			11-	-	-				1-			-	-	$P_r$ (dBW) في A
0	3			11-	-	-				1-			-	-	$P_r$ (dBW) في N
37	35			16	-	-				16			-	-	$G_x$ (dBi)
$3^{10} \times 4$	$3^{10} \times 25$			85	1	1		$3^{10} \times 177.5$		$3^{10}$			1	1	عرض النطاق المرجعي B (Hz)
176-				178-	208-	208-		148-		173-			199-	199-	قدرة التداخل المسموح به $P_r$ (dBW) في (p) B

الملاحظة 1 استعملت في النطاق MHz 2 200-2 160 معلومات محطة الأرض المصاحبة للمرحلات الراديوية في خط البصر. وإذا كانت إحدى الإدارات تعتقد أن الأنظمة عبر الأفق يجب أن تؤخذ في الاعتبار في هذا النطاق، يمكن استخدام المعلومات المرفقة للنطاق MHz 2 690-2 500 لتحديد منطقة التنسيق.

الملاحظة 2 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.

الملاحظة 3 تعرف E بأنها القدرة المشعة المكافئة المتناحية لمحطة الأرض المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي.

الملاحظة 4 هذه القيمة منخفضة بقدر 50 dB عن القيمة الاسمية لأغراض تحديد منطقة التنسيق، نظراً إلى أن الاحتمال الضعيف لوقوع إرسالات كبيرة القدرة في عرض النطاق الضيق نسبياً للمحطة الأرضية.

الملاحظة 5 معلومات الخدمة الثابتة المبينة في العمود لنطاق الترددات MHz 167-163 و MHz 273-272، لا تنطبق إلا على النطاق MHz 167-163.

الجدول 15 ب

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة استقبال أرضية

ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية وإذاعية ساتلية		متنقلة ساتلية واستدلال راديوي ساتلية	إذاعية ساتلية	استكشاف الأرض الساتلية (GSO)	عمليات فضائية (GSO و non-GSO)	أبحاث فضائية وفضاء سحيق (non-GSO)	أبحاث فضائية في جوار الأرض (GSO و non-GSO)		أرصاد جوية ساتلية (GSO)	أرصاد جوية ساتلية (non-GSO)	عمليات فضائية (GSO و non-GSO)	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للاستقبال
								مأهولة	غير مأهولة				
4,200-3,400	2,690-2,500		2,4835-2,500 (انظر الملاحظة 6)	2,360-2,310	2,290-2,200	2,290-2,200	2,300-2,290	1,710-1,700 2,290-2,200	1,710-1,670	1,710-1,670	1,535-1,525	نطاقات الترددات (GHz)	
ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة و تحديد راديوي للموقع		ثابتة و متنقلة و تحديد راديوي للموقع	ثابتة و متنقلة و تحديد راديوي للموقع	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة	ثابتة و متنقلة و مساعدات أرصاد جوية	ثابتة و متنقلة و مساعدات أرصاد جوية	ثابتة	تسمية خدمة الأرض للإرسال	
1.2	5.4.1 و 1.2		6.4.1	5.4.1	1.2	2.2، 1.2	§ 2.2	2.2، 1.2	1.2 و (انظر الملاحظة 1)	2.2 و (انظر الملاحظة 1)	2.2، 1.2	الطريقة المستعملة	
N	A	N	A	N	N	N	N	N	N	N	N	التشكيل في المحطة الأرضية (انظر الملاحظة 2)	
0.005	0,03	0,003	0,03	10	1,0	1,0	0,001	0,001	0,1	0,011	0,006	1,0	(%) $p_0$
3	3	3	3	1	2	2	1	1	2	2	3	1	$n_p$
0,0017	0,01	0,001	0,01	10	0,5	0,5	0,001	0,001	0,05	0,0055	0,002	1,0	(%) $p$
1	1	1	1	0		0	0	0		0	0	0	(dB) $N_L$
2	7	2	7	1		1	0,5	1		0,9	2,8	1	(dB) $M_s$
0	4	0	4	0		0	0	0		0	0	0	(dB) $W$
55	55	72 (انظر الملاحظة 4)	72 (انظر الملاحظة 4)	37	72 (انظر الملاحظة 4)	72	27- (انظر الملاحظة 5)	27- (انظر الملاحظة 4 والملاحظة 5)	92 (انظر الملاحظة 4)	92 (انظر الملاحظة 4)	50	A	(dBW) $E$ في $B$ (انظر الملاحظة 3)
42	42	76	76	37	76	76	27-	27-	-	-	37	N	
13	13	28 (انظر الملاحظة 4)	28 (انظر الملاحظة 4)	0	28 (انظر الملاحظة 4)	28	71- (انظر الملاحظة 5)	71- (انظر الملاحظة 4 والملاحظة 5)	40 (انظر الملاحظة 4)	40 (انظر الملاحظة 4)	13	A	(dBW) $P_f$ في $B$
0	0	32	32	0	32	32	71-	71-	-	-	0	N	
42	42	44	44	37	44	44	44	44	52	52	37		(dBi) $G_s$
610	610	610	610	310 × 4	610	610	1	1	310 × 4	610	310		(Hz) $B$
				176-	154-	154-	222-	216-	177-	142-	184-		(dBW) $Pr(p)$ في $B$

معلومات  
ومعايير  
التداخل  
في المحطة  
الأرضية

معلومات  
محطة  
الأرض

عرض النطاق المرجعي  
قدرة التداخل  
المسموح به



ملاحظات تتعلق بالجدول 15 ب):

الملاحظة 1 انظر الجدول 17.

الملاحظة 2 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.

الملاحظة 3 تعرف E بأنها القدرة المشعة المكافئة المتناحية لمحطة الأرض المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي.

الملاحظة 4 استعملت في هذا النطاق معلمات محطات الأرض المصاحبة للأنظمة عبر الأفق. فإذا كانت إحدى الإدارات تعتقد بأن لا لزوم لاعتبار الأنظمة عبر الأفق، يمكن استعمال معلمات المرحلات الراديوية في خط البصر المصاحبة لنطاق الترددات 4.2-3.4 GHz لتحديد منطقة التنسيق، علماً بأن  $E = 50 \text{ dBW}$  لمحطات الأرض التماثلية وأن  $G_x = 37 \text{ dBi}$ . وعلى كل حال فقط لخدمة الأبحاث الفضائية، (انظر الملاحظة 5) عندما لا تكون الأنظمة عبر الأفق مأخوذة بالاعتبار، يكون  $E = 20 \text{ dBW}$  و  $P_i = -17 \text{ dBW}$  لمحطات الأرض التماثلية ويكون

$$E = -23 \text{ dBW} \text{ و } P_i = -60 \text{ dBW} \text{ لمحطات الأرض الرقمية، ويكون } G_x = 37 \text{ dBi}.$$

الملاحظة 5 هذه القيم مقدرة لعرض نطاق قدره 1 Hz وهي تقل بقدر 30 dB عن القدرة الكلية المفترضة للإرسال.

الملاحظة 6 استعملت في النطاق 2,5-2,4835 GHz معلمات محطات الأرض المصاحبة للمرحلات الراديوية في خط البصر. وإذا كانت إحدى الإدارات تعتقد أن الأنظمة عبر الأفق يجب أن تؤخذ بالاعتبار في هذا النطاق، يمكن استعمال المعلمات المصاحبة لنطاق التردد 2 500-2 690 MHz لتحديد منطقة التنسيق.

الجدول 15 ج

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة استقبال أرضية

ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 7)	إذاعية ساتلية	إذاعية ساتلية		ثابتة ساتلية		أبحاث فضائية (انظر الملاحظة 10)		استكشاف الأرض الساتلية (انظر الملاحظة 9)	استكشاف الأرض الساتلية (انظر الملاحظة 7)	أرصاء جوية ساتلية (انظر الملاحظة 9)	أرصاء جوية ساتلية (انظر الملاحظة 7 والملاحظة 8)	ثابتة ساتلية		ثابتة ساتلية واستدلال راديوي ساتلية	ثابتة ساتلية	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للاستقبال		
						فضاء سحيق	ثابتة ساتلية					ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية					
18,8-17,7 19,3-19,7	-17,7 17,8	12,75-12,5 (انظر الملاحظة 12)		12,75-10,7 13,65-13,4 (انظر الملاحظة 7)		-8,450 8,500	-8,400 8,450	8,400 -8,025	8,400 -8,025	-7,750 7,900	-7,450 7,550	7,750-7,250		-6,700 7,075	-5,150 5,216	4,800-4,500	نطاقات الترددات (GHz)	
ثابتة ومنتقلة	ثابتة	ثابتة ومنتقلة		ثابتة ومنتقلة		ثابتة ومنتقلة		ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة		ثابتة ومنتقلة	ثابتة ومنتقلة	ملاحة راديوية للطيران	تسمية خدمة الأرض للإرسال	
1.2	5.4.1	5.4.1		2.2 و 1.2		2.2		2.2	1.2	2.2	2.2 و 1.2	1.2		2.2	1.2	1.2	الطريقة المستعملة	
N		N	A	N	A	N	N	N	N	N	N	N	A	N		N	A	التشكيل في المحطة الأرضية (انظر الملاحظة 1)
0,003		0,003	0,03	0,003	0,03	0,1	0,001	0,011	0,083	0,001	0,002	0,005	0,03	0,005		0,005	0,03	$p_0$ (%)
2		1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3		3	3	$n$
0,0015		0,003	0,03	0,0015	0,015	0,05	0,001	0,0055	0,0415	0,0005	0,001	0,0017	0,01	0,0017		0,0017	0,01	$p$ (%)
1		1	1	1	1	0	0	0	1	-	-	1	1	1		1	1	$N_L$ (dB)
6		4	7	4	7	1	0,5	4,7	2	-	-	2	7	2		2	7	$M_s$ (dB)
0		0	4	0	4	0	0	0	0	-	-	0	4	0		0	4	$W$ (dB)
35		55	55	40	40	25 (انظر الملاحظة 5)	25 (انظر الملاحظة 5)	55	55	55	55	55	55	55		92 (انظر الملاحظة 3)	92 (انظر الملاحظة 3)	A في (dBW) $E_B$
40	40	42	42	43	43	18-	18-	42	42	42	42	42	42	42		42 (انظر الملاحظة 4)	42 (انظر الملاحظة 4)	N (انظر الملاحظة 2)
10-		10	10	5-	5-	17- (انظر الملاحظة 5)	17- (انظر الملاحظة 5)	13	13	13	13	13	13	13		40 (انظر الملاحظة 3)	40 (انظر الملاحظة 3)	A في (dBW) $P_r$
5-	7-	3-	3-	2-	2-	60-	60-	0	0	0	0	0	0	0		0	0	N $B$
45	47	45	45	45	45	42	42	42	42	42	42	42	42	42		52 (انظر الملاحظة 3 والملاحظة 4)	52 (انظر الملاحظة 3 والملاحظة 4)	(dBi) $G_r$
°10		°10×27	°10×27	°10	°10	1	1	°10	°10	°10	°10	°10	°10	°10		°10	°10	عرض النطاق المرجعي (انظر الملاحظة 6)
		131-	131-			216-	220-	142-	154- (انظر الملاحظة 11)	125-	125-			151,2-				$P_r(p)$ (dBW) في $B$

معلومات  
ومعايير  
التداخل  
في المحطة  
الأرضية

معلومات  
محطة  
الأرض

عرض النطاق  
المرجعي (انظر  
الملاحظة 6)

قدرة التداخل  
المسموح به

ملاحظات تتعلق بالجدول 15 ج):

- الملاحظة 1 A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.
- الملاحظة 2 تعرف E بأنها القدرة المشعة المكافئة المتناحية لمخطة الأرض المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي.
- الملاحظة 3 استعملت في هذا النطاق معلومات محطات الأرض المصاحبة للأنظمة عبر الأفق. فإذا كانت إحدى الإدارات تعتقد بأن لا لزوم لاعتبار الأنظمة عبر الأفق، يمكن استعمال معلومات المرحلات الراديوية في خط البصر المصاحبة لنطاق الترددات 3,4-4,2 GHz لتحديد منطقة التنسيق.
- الملاحظة 4 يفترض أن الأنظمة الرقمية ليست أنظمة عبر الأفق، وعليه يكون  $G_{\text{E}} = 42,0$  dBi. وقد استعملت معلومات الأنظمة التماثلية عبر الأفق للأنظمة الرقمية عبر الأفق.
- الملاحظة 5 هذه القيم مقدرة لعرض نطاق قدره 1 Hz وهي تقل بقدر 30 dB عن القدرة الكلية المفترضة للإرسال.
- الملاحظة 6 قد يكون من المرغوب فيه في بعض أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية أن يختار عرض نطاق مرجعي أكثر عرضاً B. ومثل هذا الاختيار سينتج عنه في كل الأحوال مسافات تنسيق أصغر، وكل قرار يتخذ لاحقاً بشأن تخفيض عرض النطاق المرجعي قد يتطلب تنسيقاً جديداً للمحطة الأرضية.
- الملاحظة 7 أنظمة سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- الملاحظة 8 تستطيع سواتل الأرصاد الجوية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض والمبلغ عنها بموجب الرقم 461A.5 أن تستخدم معلومات التنسيق ذاتها.
- الملاحظة 9 أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- الملاحظة 10 المحطات الأرضية في خدمة الأبحاث الفضائية العاملة في النطاق 8,4-8,5 GHz تعمل مع سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- الملاحظة 11 في حالة المحطات الأرضية الكبيرة:

$$P_r(p) = (G - 180) \text{ dBW}$$

وفي حالة المحطات الأرضية الصغيرة:

$$\text{من أجل } 26 < G \leq 29 \text{ dBi} \quad \text{dBW} \quad P_r(20\%) = 2(G - 26) - 140$$

$$\text{من أجل } G > 29 \text{ dBi} \quad \text{dBW} \quad P_r(20\%) = G - 163$$

$$\text{من أجل } G \leq 26 \text{ dBi} \quad \text{dBW} \quad P_r(p)\% = G - 163$$

الملاحظة 12 تنطبق على الخدمة الإذاعية الساتلية في النطاقات غير المخطط لها في الإقليم 3.

الجدول 15د

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة استقبال أرضية

ملاحظة راديوية ساتلية	متنقلة ساتلية	إذاعية ساتلية وثابتة ساتلية	متنقلة ساتلية	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 5)	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 6)	أبحاث فضائية		أبحاث فضائية (فضاء سحيق)	استكشاف الأرض الساتلية (انظر الملاحظة 5)	استكشاف الأرض الساتلية (انظر الملاحظة 4)	إذاعية ساتلية	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية	أرصاد جوية ساتلية	تسمية خدمة الاتصال الراديوي الفضائي للاستقبال
						غير مأهولة	مأهولة								
47,0-43,5	47,0-43,5	42,5-40,5	40,5-39,5	40,5-37,5	40,5-37,5	38,0-37,0		32,3-31,8	27,0-25,5	27,0-25,5	22,0-21,4	19,7-19,3	19,3-18,8	18,4-18,0	نطاقات الترددات (GHz)
متنقلة	متنقلة	ثابتة وإذاعية	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة		ثابتة ومتنقلة راديوية	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	ثابتة ومتنقلة	تسمية خدمة الأرض للإرسال
–	6.4.1	1.2 و 5.4.1	6.4.1	1.2	2.2	2.2 و 1.2		2.2 و 1.2	1.2	2.2	5.4.1	2.2	2.2 و 1.2	1.2	الطريقة المستعملة
	N	–	N	N	N	N		N	N	N		N	N	N	التشكيل في المحطة الأرضية (انظر الملاحظة 1)
				0,003	0,02	0,001	0,1	0,001	0,25	0,25		0,01	0,003	0,05	$p_0$ (%)
				2		1	1	1	2	2		1	2	2	$n_p$
				0,0015		0,001	0,1	0,001	0,125	0,125		0,01	0,0015	0,025	$p$ (%)
				1	1	0		0	0	0		0	0	0	$N_L$ (dB)
				6	6,8	1		1	14	11,4		5	5	18,8	$M_s$ (dB)
				0	0	0		0	0	0		0	0	0	$W$ (dB)
		–	–	–	–	–		–	–	–		–	–		A $E$ (dBW)
40	40	44	35	35	35	28–		28–	42	42	40	40	40	40	N في $B$ (انظر الملاحظة 2)
		–	–	–	–	–		–	–	–		–	–		A $P_r$ (dBW)
7–	7–	1–	10–	10–	10–	73–		81–	3–	3–	7–	7–	7–	7–	N في $B$
47	47	45	45	45	45	45		53	45	45	47	47	47	47	$G_n$ (dBi)
		<sup>6</sup> 10	<sup>6</sup> 10	<sup>6</sup> 10	<sup>6</sup> 10	1		1	<sup>7</sup> 10	<sup>7</sup> 10		<sup>6</sup> 10	<sup>6</sup> 10	<sup>7</sup> 10	عرض النطاق المرجع (انظر الملاحظة 7)
					140–	217–		216–	116–	120–		137–	140–	115–	$P_r(p)$ في $B$ (dBW)

\* في التذييل (Rev.WRC-15) 7 يشير نص هذا الحقل إلى الملاحظة 6 بالجدول.

ملاحظات تتعلق بالجدول 15 د)

- 1 انظر الملاحظة A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.
- 2 انظر الملاحظة E تعرف بأنها القدرة المشعة المكافئة المتاحة لمحطة الأرض المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي.
- 3 انظر الملاحظة وصلات التغذية في الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية.
- 4 انظر الملاحظة أنظمة سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- 5 انظر الملاحظة أنظمة سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- 6 انظر الملاحظة أنظمة ساتلية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية.
- 7 انظر الملاحظة قد يكون من المرغوب فيه في بعض أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية أن يختار عرض نطاق مرجعي أكثر عرضاً B. ومثل هذا الاختيار سينتج عنه في كل الأحوال مسافات تنسيق أصغر، وكل قرار يتخذ لاحقاً بشأن تخفيض عرض النطاق المرجعي قد يتطلب تنسيقاً جديداً للمحطة الأرضية.

الجدول 16أ

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة إرسال أرضية تعمل في نطاقات الترددات المتشاركة في اتجاهي الإرسال مع محطات استقبال أرضية

ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية وأرصاد جوية ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)		متنقلة ساتلية للطيران (R)		ثابتة ساتلية ومتنقلة ساتلية	متنقلة ساتلية		استكشاف الأرض ساتلية وأرصاد جوية ساتلية	متنقلة ساتلية	تسمية الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الإرسال الأرضية
8,400-8,025	8,400-8,025	7,075-6,700	5,216-5,150		5,091-5,030		2,690-2,655	1,675-1,670		0,402-0,401	-0,272 0,273	نطاقات الترددات (GHz)
استكشاف الأرض الساتلية	استكشاف الأرض الساتلية	ثابتة ساتلية	استدلال راديوي ساتلية	ثابتة ساتلية	متنقلة ساتلية للطيران (R)		ثابتة ساتلية وإذاعية ساتلية	أرصاد جوية ساتلية		عمليات فضائية	عمليات فضائية	تسمية الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الاستقبال الأرضية
GSO	Non-GSO	Non-GSO		Non-GSO	Non-GSO	Non-GSO		GSO	Non-GSO	Non-GSO	Non-GSO	المدار (انظر الملاحظة 6)
N	N	N						N	N	N	N	التشكيل في محطة الاستقبال الأرضية (انظر الملاحظة 1)
0,083	0,011	0,005						0,011	0,006	0,1	1,0	$p_0$ (%)
2	2	3						2	3	2	1	$n_p$
0,0415	0,0055	0,0017						0,0055	0,002	0,05	1,0	$p$ (%)
1	0	1						0	0	0	0	$N_L$ (dB)
2	4,7	2	2	2			2	0,9	2,8	1	1	$M_s$ (dB)
0	0	0						0	0	0	0	$W$ (dB)
		50,7		48,5	45	45		45	30	20	20	$G_m$ (dBi) (انظر الملاحظة 2)
(انظر الملاحظة 8)	10	10		10	(انظر الملاحظة 8)*	8		(انظر الملاحظة 8)	19 (انظر الملاحظة 9)	19	19	$G_r$ (dBi) (انظر الملاحظة 4)
°3	°5	°3	°3	°3	°10	°10	°3	°3	°5	°10	°10	$\epsilon_{min}$ (انظر الملاحظة 5)
		75	75	75	340	340	75	118	370	500	500	$Te$ (K) (انظر الملاحظة 7)
°10	°10	°10			°10×37,5	°10×37,5		°10×4	°10	1	°10	عرض النطاق المرجعي (Hz) $B$
154-	142-	151-			163,5-	163,5-		178-	145-	208-	177-	قدرة التداخل المسموح به $Pr (p)$ (dBW) $B$

\* في التذييل (Rev.WRC-15) 7، تُعتبر هذه الخانة قيمة ثابتة، وهذا غير ممكن. وبالنسبة لأسلوب، يُفترض أن تكون المحطتان الأرضيتان في نفس خط العرض (انظر الفقرة 1.1.3 من المرفق 1).

ملاحظات تتعلق بالجدول 16 أ):

- 1 الملاحظة A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.
- 2 الملاحظة الكسب في محور الهوائي لمحطة الاستقبال الأرضية.
- 3 الملاحظة وصلات التغذية في أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية.
- 4 الملاحظة الكسب في اتجاه الأفق لهوائي محطة الاستقبال الأرضية (انظر الفقرة 3 من متن المرفق 1 والفقرة 3 من هذا المرفق).
- 5 الملاحظة زاوية الارتفاع الدنيا التشغيلية بالدرجات (للأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض).
- 6 الملاحظة مدار الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الاستقبال الأرضية (للأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض).
- 7 الملاحظة درجة حرارة الضوضاء الحرارية لنظام الاستقبال عند طرفية هوائي الاستقبال (في الجو الصافي). انظر الفقرة 2.1 من المرفق 2 بشأن القيم الناقصة.
- 8 الملاحظة يُحسب الكسب في اتجاه الأفق للهوائي وفق الإجراء المشروح في التذييل 6 للمرفق 1. وحيث لا تعطى أي قيمة محددة للكسب  $G_m$ ، تستعمل القيمة 42 dB.
- 9 الملاحظة الكسب في اتجاه الأفق للهوائي في حالة الأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض هو:  $G_e = G_{min} + 20$  dB (انظر الفقرة 1.2.2 من متن المرفق 1) حيث:  $D/\lambda = 13$  و  $G_{min} = 10 - 10 \log(D/\lambda)$  (انظر الملحق 3 للمرفق 1 في بشأن تعريفات الرموز).
- 10 الملاحظة (SUP WRC-03).

الجدول 16 ب

المعلومات اللازمة لتعيين مسافة التنسيق في حالة محطة إرسال أرضية تعمل في نطاقات الترددات المتشاركة في اتجاهي الإرسال مع محطات استقبال أرضية

استكشاف الأرض الساتلية وأبحاث فضائية		ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية	ثابتة ساتلية		ثابتة ساتلية		تسمية الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الإرسال الأرضية	
40,5-40,0		19,6-19,3	19,6-19,3	18,4-17,7	17,8-17,3	12,75-12,5		11,7-10,7		نطاقات الترددات (GHz)	
ثابتة ساتلية ومنتقلة ساتلية		ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 4)	ثابتة ساتلية (انظر الملاحظة 3)	ثابتة ساتلية وأرصاد جوية ساتلية	إذاعية ساتلية	ثابتة ساتلية		ثابتة ساتلية		تسمية الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الاستقبال الأرضية	
Non-GSO	GSO	GSO	Non-GSO	GSO		Non-GSO	GSO	Non-GSO	GSO	المدار (انظر الملاحظة 7)	
			N	N			N	A	N	A	التشكيل في محطة الاستقبال الأرضية (انظر الملاحظة 1)
0,003		0,003	0,01	0,003		0,003		0,03	0,003	0,03	$p_0$ (%)
2		2	1	2		2		2	2	2	$n_p$
0,0015		0,0015	0,01	0,0015		0,0015		0,015	0,0015	0,015	$p$ (%)
1		1	0	1		1		1	1	1	$N_L$ (dB)
6		6	5	6		4		7	4	7	$M_s$ (dB)
0		0	0	0		0		4	0	4	$W$ (dB)
54,4	50,8	49,5	53,2	58,6		31,2		51,9			$G_m$ (dBi) (انظر الملاحظة 2)
7 (انظر الملاحظة 12)	9 (انظر الملاحظة 9)	10 (انظر الملاحظة 10)	10	9 (انظر الملاحظة 9)		11 (انظر الملاحظة 11)	9 (انظر الملاحظة 9)	10 (انظر الملاحظة 9)	9 (انظر الملاحظة 9)	9 (انظر الملاحظة 9)	$G_r$ (dBi) (انظر الملاحظة 5)
°10	°10	°10	°5	°5		°10	°5	°5	°6	°5	$\epsilon_{min}$ (انظر الملاحظة 6)
300		300	300	300		150		150	150	150	$T_e$ (K) (انظر الملاحظة 8)
			°10	°10		°10		°10	°10	°10	$B$ (Hz)
			141-	138-		144-	144-	144-	144-	144-	$Pr(p)$ (dBW) في $B$

معلومات ومعايير التداخل في محطة الاستقبال الأرضية

معلومات محطة الاستقبال الأرضية

عرض النطاق المرجعي

قدرة التداخل المسموح به



ملاحظات تتعلق بالجدول 16 ب):

- 1 الملاحظة A: تشكيل تماثلي، N: تشكيل رقمي.
- 2 الملاحظة الكسب في محور الهوائي لمحطة الاستقبال الأرضية.
- 3 الملاحظة وصلات التغذية في أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية.
- 4 الملاحظة أنظمة سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.
- 5 الملاحظة الكسب الأفقي (في اتجاه الأفق) لهوائي محطة الاستقبال الأرضية (انظر الفقرة 3 من متن هذا المرفق والفقرة 3 من هذا الملحق).
- 6 الملاحظة زاوية الارتفاع الدنيا التشغيلية بالدرجات (للأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض).
- 7 الملاحظة مدار الخدمة الفضائية التي تعمل فيها محطة الاستقبال الأرضية (للأنظمة المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض).
- 8 الملاحظة درجة حرارة الضوضاء الحرارية لنظام الاستقبال عند مرطبي مخرج هوائي الاستقبال (في الجو الصافي). يتم الرجوع إلى الفقرة 1.2 من هذا الملحق بشأن القيم الناقصة.
- 9 الملاحظة يحسب الكسب الأفقي وفق الطريقة المشروحة في المرفق 6 من الملحق 1. وحيث لا تعطى أي قيمة محددة للكسب  $G_m$ ، تستعمل القيمة 42 dBi.
- 10 الملاحظة يحسب الكسب الأفقي للهوائي وفق الطريقة المشروحة في المرفق 6 من الملحق 1، ما عدا أن مخطط الهوائي التالي يمكن استعماله بدلاً من المخطط المعطى في الفقرة 3 من المرفق 3 للملحق 1، فيكون:  $G = 32 - 25 \log \varphi$  عندما  $1^\circ \leq \varphi < 48^\circ$ ، ويكون:  $G = -10$  عندما  $48^\circ \leq \varphi < 180^\circ$  (انظر المرفق 3 من الملحق 1 بشأن تعريفات الرموز).
- 11 الملاحظة يكون الكسب الأفقي للهوائي في حالة الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض هو:  $G_e = G_{max}$  (انظر الفقرة 1.2.2 من متن هذا الملحق 1) من أجل  $G = 36 - 25 \log(\varphi)$  (يتم الرجوع إلى المرفق 3 للملحق 1 بشأن تعريفات الرموز).
- 12 الملاحظة يكون الكسب الأفقي للهوائي في حالة الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض هو:  $G_e = G_{max}$  (انظر الفقرة 1.2.2 من متن هذا الملحق 1) من أجل  $G = 32 - 25 \log(\varphi)$  (يتم الرجوع إلى المرفق 3 للملحق 1 بشأن تعريفات الرموز).

## الجدول 17

## مسافات التنسيق المعينة مسبقاً

مسافة التنسيق (في حالات التقاسم المتعلقة بالخدمات ذات التوزيعات بتساوي الحقوق) (km)	حالة تقاسم الترددات	
	موقع/نمط المحطة الأرضية	موقع/نمط محطة الأرض
500	متنقلة (طائرة)	محطة على سطح الأرض في النطاقات التي تقل عن 1 GHz والتي ينطبق عليها الرقم 11A.9. محطة متنقلة على سطح الأرض في نطاقات التردد الواقعة بين 1 و 3 GHz والتي ينطبق عليها الرقم 11A.9
500	محطة على سطح الأرض	طائرة (متنقلة) (جميع النطاقات)*
1 000	متنقلة (طائرة)	طائرة (متنقلة) (جميع النطاقات)*
580	محطة في خدمة مساعدات الأرصاد الجوية (مسيار راديوي)	محطة على سطح الأرض في نطاقَي التردد التاليين: MHz 401-400,15 MHz 1 675-1 668,4
1 080	محطة في خدمة مساعدات الأرصاد الجوية (مسيار راديوي)	طائرة (متنقلة) في نطاقَي التردد التاليين: MHz 401-400,15 MHz 1 675-1 668,4
100	محطة على سطح الأرض	محطة على سطح الأرض في خدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS) في نطاقات التردد التالية: MHz 1 626,5-1 610 MHz 2 500-2 483,5 MHz 2 516,5-2 500
400	محطة على سطح الأرض	محطة أرضية محمولة جواً في خدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS) في نطاقات التردد التالية: MHz 1 626,5-1 610 MHz 2 500-2 483,5 MHz 2 516,5-2 500
تعتبر مسافة التنسيق هي مسافة الرؤية بدلالة زاوية ارتفاع المحطة الأرضية بالنسبة إلى الأفق، من أجل مسبار راديوي واقع على ارتفاع 20 km فوق السوية المتوسطة لسطح البحر، مع الافتراض بأن نصف قطر الأرض يساوي 4/3 قيمته الحقيقية (انظر الملاحظة 1)	محطة في خدمة مساعدات الأرصاد الجوية	محطة استقبال أرضية في خدمة الأرصاد الجوية الساتلية
500	متنقلة (طائرات)	محطات أرضية لوصلات التغذية في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO MSS) (جميع النطاقات)
(انظر الملاحظة 2)	محطة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران	محطات أرضية لوصلات التغذية في الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاق التردد MHz 5 150-5 091
880	متنقلة (طائرات)	محطة استقبال أرضية في خدمة الأبحاث الفضائية في نطاق التردد: MHz 2 290-2 200
500	متنقلة (طائرات)	مقامة على سطح الأرض في نطاقات لا تغطي الصفوف السابقة حالات تقاسم الترددات فيها

\* في التذييل (Rev.WRC-15) 7، يعبر عن هذا بمصطلح "طائرة (متنقلة)".

ملاحظات تتعلق بالجدول 17:

الملاحظة 1: تفترض مسافة التنسيق  $d$  (km) للمحطات الأرضية الثابتة في خدمة الأرصاد الجوية الساتلية بالنسبة إلى محطات خدمة مساعدات الأرصاد الجوية، أن المسبار الراديوي يقع على ارتفاع 20 km، وهي معطاة بدلالة زاوية ارتفاع الأفق الطبيعي  $\epsilon_h$  (بالدرجات) وفق كل سمت، بالصيغة التالية:

$$d = 100 \quad \text{for} \quad \epsilon_h \geq 11^\circ$$

$$d = 582 \left( \sqrt{1 + (0,254 \epsilon_h)^2} - 0,254 \epsilon_h \right) \quad \text{for} \quad 0^\circ < \epsilon_h < 11^\circ$$

$$d = 582 \quad \text{for} \quad \epsilon_h \leq 0^\circ$$

مسافتا التنسيق الدنيا والقصوى هما على التوالي 100 km و 582 km وتقابلان زاويتي أفق طبيعي أكبر من  $11^\circ$  وأصغر من  $0^\circ$ .  
الملاحظة 2: فيما يخص مسافة التنسيق في نطاق التردد 5 150-5 091 MHz إزاء محطات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران، انظر الرقم 444A.5.