**السلسلة P**

**انتشار الموجات الراديوية**

**معطيات الانتشار المطلوبة لتقدير مسافات التنسيق في مدى الترددات  
من MHz 100 إلى GHz 105**

**التوصيـة ITU-R  P.620-7  
(2017/06)**

**تمهيـد**

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 لمدى 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 الكهرتقنية 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](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>) | |
| **السلسلة** | **العنـوان** |
| **BO** البث الساتلي | |
| **BR** التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية | |
| **BS** الخدمة الإذاعية (الصوتية) | |
| **BT** الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) | |
| **F** الخدمة الثابتة | |
| **M** الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة | |
| **P انتشار الموجات الراديوية** | |
| **RA** علم الفلك الراديوي | |
| **RS** أنظمة الاستشعار عن بُعد | |
| **S** الخدمة الثابتة الساتلية | |
| **SA** التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | |
| **SF** تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | |
| **SM** إدارة الطيف | |
| **SNG** التجميع الساتلي للأخبار | |
| **TF** إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | |
| **V** المفردات والمواضيع ذات الصلة | |

|  |
| --- |
| ***ملاحظة****: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.* |

*النشر الإلكتروني*جنيف، 2018

© ITU 2018

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).

التوصيـة ITU-R P.620-7[[1]](#footnote-1)\*

معطيات الانتشار المطلوبة لتقدير مسافات  
التنسيق في مدى الترددات من MHz 100 إلى GHz 105

(المسألة ITU‑R 208/3)

 (2017-2005-2003-1999-1997-1995-1992-1986)

مجال التطبيق

تتضمن هذه التوصية أسلوباً للتنبؤ بتحديد منطقة التنسيق حول محطة أرضية تعمل في مدى الترددات من MHz 100 إلى GHz 105. وتقدَّم أساليب التنبؤ لحساب منطقة التنسيق خلال فترات الجو الصافي وفترات الانتثار بالماء الجوي (مثل الانتثار بالمطر) على حد سواء.

مصطلحات أساسية

منطقة التنسيق، مسافة التنسيق، الجو الصافي، انتثار بالماء الجوي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

*أ )* أن منطقة التنسيق هي المنطقة المحيطة بمحطة أرضية والمعرّفة بحيث يمكن اعتبار أي تداخل بين المحطة الأرضية المعنية ومحطات الأرض خارج هذه المنطقة مهملاً؛

*ب)* أن تحديد منطقة التنسيق ينبغي أن يعتمد على أفضل معطيات متيسرة بشأن الانتشار وأن يكون متحفظاً بالقدر المطلوب؛

*ج)* أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (إسطنبول، 2000) (WRC-2000) أقر مراجعة التذييل 7 للوائح الراديو (التي تم تحديثها مؤخراً في المؤتمر (WRC-15 اعتماداً على المواد الواردة في التوصية ITU-R SM.1448 والتي تعتمد بدورها على مواد وردت في التوصية ITU-R P.620 تشمل مدى الترددات من MHz 100 إلى GHz 105؛

*د )* أن القرار 74 (WRC-03) يصف عملية لجعل الأسس التقنية التي يقوم عليها التذييل 7 مواكبة للعصر،

توصي

بأن تستعمل الإدارات، لدى تحديد منطقة التنسيق عند الترددات فوق MHz 100، طرائق حساب الانتشار المحددة في الملحق 1.

الملحق 1

# 1 مقدمة

يتناول هذا الملحق معطيات انتشار لكي تستعمل في حساب منطقة التنسيق ويعرض طريقة مباشرة لتقدير عوامل الانتشار المعنية في تحديد مسافات التنسيق.

وتمثل منطقة التنسيق المنطقة التي يمكن فيها إهمال التداخل الذي يحدث خارجها بين محطة أرضية ومحطات للأرض (أو بين محطات أرضية تعمل في الاتجاهين) تعمل في إطار الافتراضات المتحفظة الواردة في مكان آخر. وفي الجزء المتبقي من هذه التوصية فإن عبارة محطات للأرض يمكن أن تمثل أيضاً المحطات الأرضية العاملة في الاتجاهين. ولذلك فإن تحديد مسافة التنسيق تستوجب المقارنة بين خسارة الإرسال المطلوبة (الحد الأدنى من خسارة الإرسال الأساسية المسموح بها، (dB) *Lb*( *p*)، الذي لا يتجاوز نسبة مئوية سنوية محددة من الزمن *p*)، على أساس اعتبارات النظام ونموذج التداخل، وخسارة الإرسال الذي يسهم فيها محيط الانتشار. ومسافة التنسيق المطلوبة هي تلك المسافة التي تتساوى فيها الخسارتان.

وهنالك نماذج انتشار متنوعة لتشمل مختلف مجالات التردد ولكي تأخذ في الحسبان مختلف آليات الانتشار. وتتنبأ هذه النماذج بخسارة الانتشار كتابع للمسافة. وتحدد مسافات التنسيق بحساب خسارة الانتشار تكرارياً مع المساحة حتى الوصول إما إلى مستوى الخسارة في الإرسال أو إلى مسافة مقيدة.

ولا بد من الإشارة إلى أن منطقة التنسيق لا تمثل منطقة يستثنى داخلها تقاسم الترددات بين المحطة الأرضية والمحطة للأرض. وغالباً ما يكون هذا التقاسم ممكناً بل إن منطقة التنسيق تساعد في تحقيق ذلك بالإشارة إلى أماكن احتمال التداخل بين المحطة الأرضية وأي محطات للأرض الذي يحتاج إلى التقدير باستخدام تحليل أكثر تفصيلاً يعتمد على توصيات ITU-R ذات الصلة.

وإضافة إلى توفير طريقة حساب كفاف التنسيق توفر هذه التوصية أيضاً معلومات تمكّن من إعداد الأكفة المساعدة إسهاماً في سرعة إزالة غالبية حالات التداخل الكامنة أثناء المراحل اللاحقة لتحليل التنسيق من أجل محطات الأرض الواقعة داخل كفاف التنسيق.

# 2 بنية التوصية

التوصية مبنية على النحو التالي:

الملحق 1: المنهجية الإجمالية لتحديد منطقة التنسيق

المرفق 1 للملحق 1: تعريف معلمات الدخل

المرفقان 2 و3 للملحق 1: المعادلات المطلوبة لحساب أكفة التنسيق

المرفق 4 للملحق 1: مخطط إشعاع مرجعي لهوائيات نظام المرحلات الراديوية في خط البصر

المرفق 5 للملحق 1: تعريف جميع المعلمات.

# 3 اعتبارات عامة

## 1.3 افتراضات

يعتمد تحديد خصائص الانتشار في مسافة التنسيق بالنسبة لمحطة أرضية على الافتراضات التالية:

- مواقع المحطات للأرض التي يلتمس التنسيق معها غير معروفة؛

- في هندسة مسار التداخل لا يتوفر سوى المعلومات المتعلقة بالمحطة الأرضية؛

- ضرورة وضع افتراضات تقييدية حذرة بالنسبة لهندسة باقي مسير التداخل كما هو مبين أدناه.

وتصنف ظواهر الانتشار في هذا الملحق في أسلوبين على النحو التالي:

- *الأسلوب (1)*: ظواهر الانتشار في الجو الصافي:

- التي تتأثر بحكم سطح الأرض (الانعراج والانكسار والجريان والانعكاس/الانكسار الطبقي)،

- وعن طريق الانتثار التروبوسفيري. وتقتصر هذه الظواهر على الانتشار على امتداد مسير الدائرة العظمى؛

- *الأسلوب (2)*: الانتثار بالماء الجوي الذي لا يقتصر على مسير الدائرة العظمى ولكنه يقتصر، كما سيذكر في هذا الملحق، على المحطات الأرضية المجهزة بسواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

ومن الضروري بالنسبة لكل سمت انطلاقاً من المحطة الأرضية ولكل من أسلوبي الانتشار الواردين أعلاه تحديد مسافة تكون فيها خسارة الانتشار مساوية للحد الأدنى المطلوب من خسارة الإرسال الأساسية المسموح بها. وتكون هذه المسافة (مسافة التنسيق) هي أكبر المسافتين المحسوبتين.

ويمكن دوماً لطريقة التكرار أن تستخدم خطوة موحدة من حيث الطول، ويوصى بأن يكون مقدارها km 1. وتكون دالات تحديد خسارة الانتشار في الأسلوب (1) رتيبة مع المسافة ومن الممكن، إذا أردنا، استخدام إجراء تكراري أكثر كفاءة.

## 2.3 لمحة موجزة عن نماذج الانتشار

لدى تحديد مسافات التنسيق من أجل أسلوب الانتشار (1) جرى تقسيم مدى التردد قيد النظر إلى ثلاثة أقسام:

- للترددات VHF/UHF الواقعة بين MHz 100 وMHz 790 يعتمد النموذج على مواءمة تجريبية للمعطيات المقيسة؛

- للترددات من MHz 790 إلى GHz 60 يستخدم نموذج انتشار يأخذ في الحسبان الانتثار التروبوسفيري والجريان والانعكاس/الانكسار الطبقي؛

- للترددات من GHz 60 إلى GHz 105 يستخدم نموذج ميليمتري يعتمد على الخسارة في الفضاء الحر وعلى تقدير متحفظ للامتصاص الغازي مع مراعاة وسائل تعزيز الإشارة في النسب المئوية الصغيرة من الزمن.

ويختلف عموماً مدى دخل المعلمة بالنسبة لكل آلية من آليات نموذج أسلوب الانتشار (1).

ومن أجل تحديد مسافات التنسيق لأسلوب الانتشار (2) تجري نمذجة التناثر المتناحي من الماء الجوي وذلك في الحجم المشترك الذي يتشكل من الحزم الرئيسية للمحطات التي يحتمل أن تكون مصدر التداخل. ولأغراض تنسيق الترددات في النطاقات دون GHz 1 وفوق GHz 40,5 يمكن إهمال التداخل الذي يتسبب عن تناثر الماء الجوي، إذ تكون سوية الإشارة المتناثرة دون GHz 1 منخفضة جداً وتكون فوق GHz 40,5، رغم حدوث قدر لا بأس به من التناثر، موهنة جداً على امتداد المسير من حجم التناثر إلى محطة الأرض.

وبالنسبة للأسلوب (1) تتدرج المسافة بالزيادة اعتباراً من حد أدنى محدد يختلف تبعاً لعوامل الانتشار ذات الصلة بكل مدى من الترددات. أما بالنسبة للأسلوب (2) فإن المسافة تتدرج بالنقصان اعتباراً من حد أقصى يرد في الجدول 2. وبالنسبة للأسلوب المساعد (2) تتدرج المسافة بالنقصان اعتباراً من مسافة التنسيق في الأسلوب الرئيسي (2) من أجل نفس السمت.

وينبغي حساب الخسارة الناجمة عن الحجب بحكم التضاريس المحيطة بالمحطة الأرضية وذلك بالطريقة الموصوفة في البند 1 من المرفق 2 تبعاً لزوايا ارتفاع الأفق على امتداد أشعة مختلفة انطلاقاً من المحطة الأرضية. وينبغي أن تؤخذ هذه الخسارة الإضافية في الحسبان بالنسبة لجميع الترددات التي تتراوح بين MHz 100 وGHz 105.

# 4 معلومات المناخ الراديوي

## 1.4 معطيات المناخ الراديوي

لأغراض حساب مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1) صنفت مناطق العالم إلى مناطق مناخات راديوية (انظر البند 2.4) وفقاً لمعلمة أرصاد جوية راديوية يشار إليها بالرمز β*p* وهي تعبر عن احتمال ظروف الانتشار الشاذ في الجو الصافي.

وتعتمد قيمة β*p* على خط العرض. وتتحدد درجة خط العرض الواجب استخدامها في تحديد قيمة β*p* الصحيحة بالمعادلة التالية:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1a)  (1b) |

حيث ζ هي موقع المحطة الأرضية من حيث درجة العرض (بالدرجات).

عندئذ تتحدد قيمة β*p* باستخدام العلاقة:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2a)  (2b) |

وبالنسبة للترددات الواقعة بين MHz 790 وGHz 60 تستخدم قرينة الانكسار السطحي عند مستوى البحر في مركز المسير *N*0 في حسابات أسلوب الانتشار (1). ويمكن حساب ذلك باستخدام المعادلة:

 (3)

## 2.4 مناطق المناخ الراديوي

لدى حساب مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1) يقسم العالم إلى أربع مناطق مناخية راديوية أساسية. وتحدد هذه المناطق على النحو التالي:

- *المنطقة 1A:* الأراضي الساحلية ومناطق الشواطئ، أي الأراضي المتاخمة لمنطقة B أو منطقة C (انظر أدناه)، حتى ارتفاع m 100 بالنسبة إلى متوسط سوية البحر أو الماء، ولكنها تقتصر على مسافة أقصاها km 50 من أقرب منطقة B أو منطقة C حسبما تكون الحالة، وإذا لم تتوفر معلومات دقيقة عن كفاف مسافة m 100 يمكن استعمال قيمة تقريبية (300 قدم مثلاً)؛

- *المنطقة 2A:* كل الأراضي عدا الأراضي الساحلية والشواطئ المعرّفة في المنطقة 1A أعلاه؛

- *المنطقة B:* البحار والمحيطات والمياه الداخلية الكبرى الباردة الواقعة في خطوط عرض تتجاوز 30، باستثناء البحر المتوسط والبحر الأسود؛

- *المنطقة C:* البحار والمحيطات والمياه الداخلية الكبرى الباردة الواقعة في خطوط عرض دون 30، وكذلك البحر المتوسط والبحر الأسود؛

ويحتاج الأمر إلى معلمات المسافة التالية لكل منطقة في مختلف نماذج الترددات:

(km) *dlm*: أطول مسافة مستمرة داخل الأرض، المنطقة 2A، ضمن مسافة المسير الراهنة؛

(km) *dtm*: أطول مسافة برية مستمرة (أي داخل الأرض + ساحلية)، المنطقة 1A + المنطقة 2A، ضمن مسافة المسير الراهنة.

وإذا دعت الضرورة يتعين إعادة تقييم هذه المسافات لكل مسافة مسير بأكملها داخل عرى التكرار في نماذج الانتشار.

المساحات الكبيرة من المياه الداخلية

تعرّف منطقة كبيرة من المياه الداخلية، تعتبر أنها واقعة في المنطقة B أو المنطقة C حسبما يكون ملائماً، لغرض التنسيق إدارياً على أنها منطقة تبلغ مساحتها ما لا يقل عن 2km 7 800، ولكن باستثناء مناطق الأنهار. والجزر الواقعة داخل مساحات المياه هذه تعتبر جزءاً منها في حسابات هذه المنطقة إذا كانت مرتفعاتها دون m 100 فوق متوسط سوية الماء لأكثر من %90 من مساحتها. أما الجزر التي لا تلبي هذه المعايير فتصنف على أنها مساحة برية وذلك لأغراض حساب مساحة المياه.

مناطق البحيرات الداخلية الكبرى أو المناطق البرية الرطبة

ينبغي للإدارات أن تعتبر المناطق الداخلية التي تزيد مساحتها عن 2km 7 800 والتي تحتوي على العديد من البحيرات الصغيرة أو على شبكة من الأنهار جزءاً من المنطقة 1A الساحلية إذا كانت تلك المنطقة تحتوي على أكثر من %50 من المياه وكان ارتفاع أكثر من %90 من الأرض فيها دون m 100 فوق متوسط سوية المياه.

ونظراً لصعوبة تجنب الالتباس في تحديد المناطق المناخية التابعة للمنطقة 1A ومساحات المياه الداخلية الواسعة والبحيرات الداخلية الكبرى والمناطق البرية الرطبة يطلب من الإدارات أن تسجل لدى مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد تلك المناطق الواقعة داخل حدودها الوطنية والتي ترغب في اعتبارها تابعة لإحدى هذه الفئات. وما لم تتوفر معلومات مسجلة خلافاً لذلك تعتبر كل المناطق البرية على أنها تابعة للمنطقة المناخية 2A.

## 3.4 استخدام المعلومات المناخية الراديوية من توصيات أخرى

في بعض الأجزاء التي تتناول حسابات كل من الأسلوب (1) والأسلوب (2) ترد الإشارة إلى معلومات مناخية راديوية مستقاة من توصيات ITU-R أخرى، وهي:

أ ) التوصية ITU‑R P.836 لكثافة بخار الماء؛

ب) التوصية ITU‑R P.837 لمعدل هطول المطر؛

ج) التوصية ITU‑R P.839 لارتفاع المطر.

يشار إلى هذه التوصيات حيثما يكون ضرورياً للحصول على معلمة مناخية راديوية لموقع معين بإحداثيات خط الطول وخط العرض. وفي أجزاء أخرى من حسابات الأسلوب (1) والأسلوب (2) تستخدم قيم ثابتة لبعض المعلمات المناخية الراديوية. وفي هذه الحالات لا حاجة إلى الإشارة إلى توصيات أخرى.

# 5 حدود المسافة

## 1.5 حدود المسافة الدنيا

تتحدد مسافة التنسيق في أي اتجاه بحكم عدد من العوامل التي وردت أعلاه وقد تمتد هذه المسافات، على أساس عوامل الانتشار لوحدها، من مسافة قريبة نسبياً من المحطة الأرضية إلى عدة مئات الكيلومترات. ولكن من الضروري، لدواعي عملية وكذلك لكي تؤخذ بالحسبان الافتراضات التي ينبغي طرحها بشأن المسير الراديوي، تقرير الحدود الدنيا لمسافات التنسيق (*dmin*) التي تحسب على النحو التالي:

كخطوة أولى تمهيدية تحسب مسافة التنسيق الدنيا كتابع للتردد (GHz) *f*، حتى GHz 40، باستخدام المعادلة:

               km (4)

ثم تحسب مسافة التنسيق الدنيا في أي تردد داخل المدى MHz 100 إلى GHz 105 باستخدام العلاقة:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5a)  (5b)  (5c)  (5d)  (5e)  (5f) |

يلاحظ في المعادلة (5b) أن  (40) تقدر باستخدام المعادلة (4) حيث 40 = *f*.

وتنطبق المسافة الدنيا على كل من أسلوبي الانتشار (1) و(2)، وتستخدم المسافة الدنيا وقدرها 55 كيلومتراً في جميع الترددات.

## 2.5 حدود المسافة العظمى

من الضروري أيضاً وضع حدود عليا (*dmax*1 و*dmax*2) للمسافة العظمى المستخدمة في الحسابات التكرارية في أسلوبي الانتشار (1) و(2) على التوالي. ويحسب حد المسافة القصوى لأسلوب الانتشار (1) (*dmax*1) تبعاً للمعادلة التالية:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6a)  (6b) |

وحدود المسافة القصوى لحساب أسلوب الانتشار (*dmax*2) (2) واردة في الجدول 2.

## 3.5 استخدام حدود المسافة للحسابات التكرارية

في حسابات الأسلوب (1) تتدرج المسافة بالزيادة اعتباراً من الحد الأدنى للمسافة ولا يتجاوز مطلقاً الحد الأقصى للمسافة. وفي حسابات الأسلوب (2) تتدرج المسافة بالنقصان اعتباراً من الحد الأقصى للمسافة (أو من الكفاف الأساسي في حالة الأسلوب المساعد (2)) ولا يستمر مطلقاً لمسافات دون الحد الأدنى.

# 6 تحديد مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1) - آليات الانتشار في الدائرة العظمى

## 1.6 مسافات التنسيق على أساس النسب المئوية من الزمن لأسوأ شهر

يعتمد حساب مسافة التنسيق على سوية التداخل التي لا ينبغي تجاوزها لأكثر من متوسط محدد لنسبة مئوية سنوية من الزمن *p*1. وفي الحالات التي يتعين فيها أن يقوم التنسيق على أساس نسبة مئوية من الزمن لأسوأ شهر، *pw*1 يمكن حساب النسبة المئوية السنوية من الزمن المكافئة *p*1 التي تتطلبها هذه الطريقة على النحو التالي:

ولتكن العلاقة:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7a)  (7b) |

عندئذ:

 (8)

حيث (%) *p*1 هي متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن لأسلوب الانتشار (1).

وإذا دعت الحاجة يتعين تحديد قيمة *p*1 كأن تكون ≤12*p*1 *pw*1.

## 2.6 حساب مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1)

ينبغي استخدام الطرائق التالية لتحديد مسافات التنسيق لأسلوب الانتشار (1):

- للترددات الواقعة بين MHz 100 وMHz 790 الطريقة الموصوفة في البند 2 من التذييل 2؛

- للترددات الواقعة بين MHz 790 وGHz 60 الطريقة الموصوفة في البند 3 من التذييل 2؛

- للترددات الواقعة بين GHz 60 وGHz 105 الطريقة الموصوفة في البند 4 من التذييل 2.

# 7 تحديد مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (2) - الانتثار بسبب الماء الجوي

## 1.7 اعتبارات عامة

يتحدد كفاف التنسيق للانتثار بسبب الماء الجوي (الانتثار بالمطر مثلاً) في هندسة مسير تختلف كل الاختلاف عن هندسة المسير في آليات الانتشار على الدائرة العظمى. ومن باب التقريب الأولي تتناثر الطاقة متناحية بسبب المطر مما قد يؤدي إلى التداخل بالنسبة لزوايا تناثر منفرجة وبالنسبة لتقاطعات الحزم بعيداً عن مسير الدائرة العظمى.

ولهذا الأسلوب من التناثر صُرف النظر عن استخدام التصنيف السابق لسطح الأرض إلى مناطق برية وساحلية وبحرية.

## 2.7 مسافات التنسيق على أساس النسب المئوية من الزمن لأسوأ شهر

يعتمد حساب مسافة التنسيق على سوية تداخل لا يجوز تجاوزها لأكثر من متوسط محدد من النسبة المئوية السنوية من الزمن *p*2. وفي الحالات التي يتعين فيها أن يقوم التنسيق على أساس النسبة المئوية من الزمن لأسوأ شهر *pw*2 يمكن تحديد النسبة المئوية السنوية من الزمن المكافئة التي يتطلبها استعمال الطريقة على النحو التالي:

 (9)

حيث:

1,9  10–4  *pw*2  7,8

## 3.7 حساب الأكفة بأسلوب الانتشار (2)

في حالة أسلوب الانتشار (2) ينبغي حساب مسافات التنسيق باستخدام الطريقة الموصوفة في التذييل 3. ولا ضرورة لهذا الحساب إلا في مدى التردد من GHz 1 إلى GHz 40,5. ومن الممكن خارج نطاق التردد هذا إهمال التناثر الناجم عن المطر وتكون مسافة التنسيق للأسلوب (2) مساوية لمسافة التنسيق الدنيا بحسب المعادلة (5).

# 8 الأكفة المساعدة

## 1.8 اعتبارات عامة

تعتمد أكفة التنسيق على افتراضات أسوأ حالة بالنسبة للتداخل. وقد لا تنطبق هذه الافتراضات بالضرورة على أرض الواقع، وفي بعض الظروف ترسم الأكفة المساعدة لاستبعاد محطات أرض لا تنطبق الافتراضات عليها.

وبالنسبة لأسلوب الانتشار (1) لا يتطلب اشتقاق الأكفة المساعدة أي معلومات انتشار إضافية. أما بالنسبة لأسلوب الانتشار (2) فإن الأكفة المساعدة تولد من أجل قيم مختلفة لزاوية التجنب وهي زاوية التخالف في السمت لمحور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض بعيداً عن اتجاه المحطة الأرضية. وهذا ينطوي على اعتبارات انتشار إضافية يأتي ذكرها في البند 2.8.

## 2.8 الانتثار بالماء الجوي (أسلوب الانتشار (2))

يحسب كفاف التنسيق لأسلوب الانتشار (2) حول محطة أرضية على افتراض أسوأ حالة هندسة فاصلة، أي أن الحزمتين الرئيسيتين تتقاطعان تماماً في مستوى الدائرة العظمى الذي يشمل كلتا المحطتين. وينجم عن ذلك منطقة تنسيق واسعة يجب أن تجري داخلها حسابات مفصلة لسويات التداخل الذي يسببه الانتثار بالماء الجوي. وعلى صعيد الواقع من المحتمل جداً أن يقع أسلوب الانتشار (2) خارج سطح الدائرة العظمى وألا يقع فيه، وعلاوة على ذلك من المستبعد أن تتقاطع الفصوص الرئيسية للهوائيات تقاطعاً تاماً. وفي أي من الحالتين من الممكن توليد أكفة مساعدة تؤدي إلى مناطق أصغر من منطقة التنسيق. وينبغي حساب الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2)، التي تأخذ في الحسبان التخالف السمتي  لحزمة هوائي محطة أرض عن اتجاه المحطة الأرضية، تبعاً للطريقة الموصوفة في البند 4 من المرفق 3. وأي محطة تقع خارج الكفاف ذي الصلة لزاوية التجنب الخاصة بها لا حاجة لأن تعتبر مصدر تداخل ذي أهمية.

ومسافة التنسيق الدنيا لأسلوب الانتشار (2) لا تختلف عن مثيلتها لأسلوب الانتشار (1) أي *dmin*. وينبغي إعداد الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) لزوايا التجنب °2 و°5 و°10 و°20 و°30 وزوايا إضافية حسبما يكون ملائماً. ومن الضروري بذل كل جهد ممكن لاستخدام مخطط الهوائي الفعلي لدى تحديد الأكفة المساعدة، ولكن إذا لم يتوفر هذا المخطط عندئذ يمكن استخدام مخطط الهوائي المرجعي الوارد في المرفق 4.

المرفق 1  
للملحق 1

الجدول 1

معلمات الدخل

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| *dc* | km | المسافة من المحطة الأرضية إلى الساحل بالاتجاه قيد النظر المستخدمة في حساب مسافة تنسيق أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (24) | دخل |
| *dh* | km | مسافة الأفق الراديوي المرئية من مركز هوائي المحطة الأرضية | البند 1 في المرفق 2 | دخل أو اشتقاق |
| *dlm* | km | أطول مسافة برية مستمرة، المنطقة 2A، داخل المسافة *di*، المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة تنسيق أسلوب الانتشار (1) | البند 2.4 في الملحق 1 | دخل |
| *dtm* | km | أطول مسافة على الأرض (أي برية + ساحلية)، المنطقة 1A + المنطقة 2A، داخل المسافة *di* المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة تنسيق أسلوب الانتشار (1) | البند 2.4 في الملحق 1 | دخل |
| *f* | GHz | التردد، MHz 100 إلى GHz 105 | - | دخل |
| *GT* | dB | كسب هوائي محطة الأرض، يفترض أن يكون dB 42، المستخدم في حساب مسافة تنسيق أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (57) | دخل |
| *hR* | km | ارتفاع المطر الفعلي فوق الأرض | المرفق 3 | دخل |
| *Lb*( *p*1) | dB | الحد الأدنى المسموح به من خسارة الإرسال الأساسية المطلوبة من أجل %*p*1 من زمن أسلوب الانتشار (1) | البند 1 | دخل |
| *Lb*( *p*2) | dB | الحد الأدنى المسموح به من خسارة الإرسال الأساسية المطلوبة من أجل %*p*2 من زمن أسلوب الانتشار (1) | البند 1 | دخل |
| *p*1 | % | متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن لأسلوب الانتشار (1)، حيث *p*1 هي في النطاق:  %1 إلى %50 بالنسبة لتردد *f بين* MHz 100 وMHz 790 %0,001 إلى %50 بالنسبة لتردد *f* بين MHz 790 وGHz 105 | المعادلة (8) | دخل أو اشتقاق |
| *pw*1 | % | النسبة المئوية من الزمن في أسوأ شهر لأسلوب الانتشار (1) | البند 1.6 | دخل |
| *p*2 | % | متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن لأسلوب الانتشار (2) %0,001 إلى %10 | المعادلة (9) | دخل أو اشتقاق |

الجدول 1 ( *تتمة*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| *pw*2 | % | النسبة المئوية من الزمن في أسوأ شهر لأسلوب الانتشار (2) | البند 2.7 | دخل |
| *rE* | km | نصف القطر الفعلي للأرض (km 8 500 =) | المرفق 3 | دخل |
| *R*( *p*2) | mm/h | معدل هطول المطر الذي يجري تجاوزه وسطياً بمقدار %*p*2 من السنة، المستخدم في حسابات أسلوب الانتشار(2) | المرفق 3 | دخل |
| *s* | km | الزيادة في المسافة المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق (القيمة الموصى بها هي km 1) | البند 1 | دخل |
|  | بالدرجات | زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية | البند 3 من المرفق 3 | دخل |
|  | بالدرجات | تخالف زاوي من محور الحزمة الرئيسية للهوائي | البند 1.4 من المرفق 3 | دخل |
| γ** | dB/km | التوهين النوعي بسبب المطر | المرفق 3 | دخل |
| *h* | بالدرجات | زاوية ارتفاع الأفق في المحطة الأرضية | البند 1 من المرفق 2 | دخل |
| ρ | g/m3 | كثافة بخار الماء الجوي التي يجري تجاوزها بمقدار %50 من الزمن | المعادلتان (21) و(56) | دخل |
| ρ0 | g/m3 | كثافة بخار الماء الجوي التي يجري تجاوزها بمقدار %50 من الزمن في المحطة الأرضية | المعادلة (22b) | دخل |
| ρ*dmin* | g/m3 | كثافة بخار الماء الجوي التي يجري تجاوزها بمقدار %50 من الزمن عند *dmin* على السمت ذي الصلة | المعادلة (22b) | دخل |
| ρ*i* | g/m3 | كثافة بخار الماء الجوي التي يجري تجاوزها بمقدار %50 من الزمن لكل خطوة من خطوات التكرار في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (32) | دخل |
| ω | بالدرجات | زاوية استقطاب محطة الأرض بالنسبة لمركز الحجم المشترك المستخدمة في حساب الأكفة المساعدة بأسلوب الانتشار (2) | البند 4 من التذييل 3 | دخل |
| ζ | بالدرجات | خط عرض المحطة الأرضية (الشمال موجب، الجنوب سالب) | المعادلتان (1a) و(1b) | دخل |

المرفق 2  
للملحق 1  
  
حساب مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1)

# 1 حجب الموقع

قد يحدث بالنسبة لأسلوب الانتشار (1) أن تتعرض المحطة الأرضية لبعض الحجب (حجب الموقع) بحكم التضاريس المجاورة لها. ويستخدم تعبير *Ah* في نموذج أسلوب الانتشار (1) ليأخذ ذلك في الحسبان. وتحسب الخسارة الإضافية الناجمة عن حجب الموقع في جوار المحطة الأرضية على امتداد كل اتجاه شعاعي كما يلي.

تحدد مسافة الأفق الراديوي *dh* المرئية من مركز هوائي المحطة الأرضية بالعلاقة التالية:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *dh* = | km 0,5  مسافة الأفق (km)  km 5,0 | إذا لم تتوفر المعلومات عن مسافة الأفق أو إذا كانت المسافة km 0,5 >  إذا كانت هذه المسافة داخل مدى km 0,5 ≥ مسافة الأفق ≥ km 5,0  إذا كانت مسافة الأفق km 5,0 < |

تحسب زاوية الأفق θ*h* (بالدرجات). وهي تعرّف هنا على أنها الزاوية المرئية من مركز هوائي المحطة الأرضية بين المستوى الأفقي وشعاع يمسح الأفق المادي بالاتجاه المقصود. وتكون قيمة θ*h* موجبة عندما يكون الأفق المادي فوق المستوى الأفقي. ومن الضروري تحديد الزوايا الأفقية لجميع السموت حول أي محطة أرضية. وعملياً يكفي القيام بذلك عموماً بزيادات متعاقبة في السمت بمقدار 5 درجات. ومع ذلك لا بد من بذل كل جهد ممكن لتحديد زوايا الأفق الدنيا التي قد تحدث بين تلك السموت التي نظر فيها في الزيادات المتعاقبة بمقدار  درجات وأخذ هذه الزوايا في الاعتبار.

عندئذ يحسب تصحيح مسافة الأفق (dB) *Ad* على امتداد كل سمت من محطة أرضية باستخدام المعادلة:

 

ويحسب مجموع الخسارة الناجمة عن حجب التضاريس على امتداد كل سمت من محطة أرضية على النحو التالي:

|  |  |
| --- | --- |
| *Ah* | (11a)  (11b)  (11c) |

ويتعين تحديد قيمة *Ah* لكي تفي بالشرطين التاليين:

*Ah* ≤ (30 + θ*h*)

و (12)

*Ah* ≥ –10

وجدير بالذكر أن قيمة θ*h* في المعادلات (10) و(11) و(12) يتعين أن تكون دوماً بالدرجات. ويلاحظ أن الحدود المعرّفة في المعادلة (12) محددة لأن الحماية خارج هذه الحدود قد لا تتحقق في الأحوال الواقعية.

# 2 الترددات من MHz 100 حتى MHz 790 شاملة

يقتصر نموذج الانتشار الوارد في هذا الفرع على متوسط نسبة مئوية سنوية من الزمن *p*1 في المدى من %1 إلى %50.

ويتعين استخدام عملية التكرار الموصوفة في البند 1 من الملحق 1. ويجري تقييم المعادلة (14) ومن ثم يتكرر حساب المعادلات من (15) إلى (18) ابتداءً من مسافة التنسيق الدنيا *dmin* التي تنتج عن الطريقة الموصوفة في البند 1.5 وذلك بالنسبة للمسافات *di* حيث *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا، متزايدة بخطوات مناسبة. وفي كل تكرار يشار إلى *di* على أنها المسافة الجارية. وتستمر هذه العملية إلى أن تصبح صحيحة أي من المتراجحتين التاليتين:

*L*2( *p*1)  *L*1( *p*1) (13a)

أو

*di*  *dmax*1 (13b)

ثم تؤخذ مسافة التنسيق المطلوبة *d*1 من المسافة الراهنة للتكرار الأخير.

والزيادة التدريجية الموصى بها في المسافة (km) *s هي* km 1. والمعادلات (16) و(17a) و(17b) لا تتناول إلا المسيرات التي تنتمي كلها إلى تصنيف واحد. وعندما يشتمل على أقسام تنتمي إلى أكثر من منطقة واحدة (بر و/أو بحر بارد و/أو بحر دافئ، انظر البند 2.4) يمكن استنتاج مسافة التنسيق بتطبيق الاستكمال الداخلي على النتائج المحسوبة على افتراض أن كل المسير براً أو بحراً. وعندما يشتمل مسير بحري على أقسام من منطقة البحار الدافئة ينبغي افتراض كل البحار على امتداد المسير على أنها بحار دافئة.

 (14)

حيث (dB) *Lb*( *p*1) هي الحد الأدنى المسموح به من خسارة الإرسال الأساسية المطلوبة من أجل %*p*1 من الزمن.

حسابات تكرارية

في بداية كل عملية تكرارية تحسب المسافة الراهنة من أجل *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا:

 (15)

ويجري تقييم مقادير الخسارة *Lbl*( *p*1) و *Lbs*( *p*1)لافتراض أن المسير بري كلياً (المنطقة 1A أو 2A) أو بحر بارد كلياً (المنطقة B) أو بحر دافئ كلياً (المنطقة C) على التوالي، على التعاقب من المعادلات التالية:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | لمسيرات تقع كلياً في المنطقة 1A أو 2A | (16) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| لمسيرات كلها في المنطقة B |  | *Lbs*( *p*1) *=* | (17a) |
| لمسيرات كلها في المنطقة C | (17b) |

وتحسب خسارة الإرسال الأساسية في المسافة الراهنة كما يلي:

 (18)

حيث قيمة *dtm* معرّفة في البند 2.4 من الملحق 1.

# 3 الترددات بين MHz 790 وGHz 60

يقتصر نموذج الانتشار الوارد في هذا الفرع على متوسط نسبة مئوية سنوية من الزمن ( *p*1) في المدى %0,001 إلى %50.

ويتعين استعمال عملية تكرارية كتلك الموصوفة في البند 1 من الملحق 1. ويجري تقييم المعادلات من (20) إلى (30) ثم يجري اعتباراً من مسافة التنسيق الدنيا *dmin* الناتجة باستخدام الطريقة الموصوفة في البند 1.5 حساب المعادلات (31) إلى (41) تكرارياً بالنسبة للمسافات *di* حيث *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا، المتزايدة بخطوات متناسبة. وفي كل تكرار يشار إلى قيمة *di* على أنها المسافة الراهنة. وتستمر هذه العملية إلى أن يصبح أي من الشرطين التاليين صحيحاً:

(*L*5( *p*1)  *L*3( *p*1))

و (*L*6( *p*1)  *L*4( *p*1)) (19a)

أو  *di*  *dmax*1 (19b)

عندئذ تكون مسافة التنسيق المطلوبة *d*1 هي المسافة الراهنة للتكرار الأخير.

والزيادة التدريجية للمسافة الموصى بها (km) *s* هي km 1.

ثم يحسب التوهين النوعي (dB/km) بسبب الهواء الجاف كما يلي:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20a)  (20b) |

ويعبر عن التوهين النوعي بسبب بخار الماء كدالة لقيمة ρ وهي كثافة بخار الماء لوحدات 3m/g بحسب المعادلة التالية:

 (21)

ويحسب التوهين النوعي (dB/km) بسبب بخار الماء بالنسبة لنموذج الانتشار التروبوسفيري باستعمال كثافة لبخار الماء قدرها 3m/g 3,0:

γ*wt*  γ*w* (3,0) (22a)

ويستقى من التوصية ITU-R P.836 متوسط كثافات بخار الماء ρ0 في المحطة الأرضية وρ*dmin* عند مسافة *dmin* على امتداد السمت المقصود.

ثم يحسب التوهين الناجم عن بخار الماء لذلك الجزء من المسير الذي يقع داخل المسافة الدنيا باستخدام المعادلة:

 (22b)

حيث ρ0 وρ*dmin* معرفتان في المرفق 1 للملحق 1.

ويحسب التوهين النوعي للجريان المعتمد على التردد (dB/km):

 (23)

بالنسبة لنموذج الجريان الموجه

يحسب مقدار التصحيح للاقتران المباشر في المجال فوق البحر (dB):

 (24)

حيث (km) *dc* هي المسافة من محطة أرضية واقعة في البر إلى الساحل في الاتجاه المقصود.

*وتكون dc* صفر في الظروف الأخرى.

يحسب ذلك الجزء من الخسائر التي لا تعتمد على المسافة (dB):

 (25)

تحسب القيمة الدنيا المطلوبة للخسائر التي تعتمد على المسافة (dB):

 (26)

يحدد عامل يراعي مقدار الخسائر الإضافية المعتمدة على المسير وغيرها من الخسائر، بما فيها تلك المرتبطة بارتفاع التضاريس:

*L*  8,5 (27)

بالنسبة لنموذج التناثر التربوسفيري

يحسب ذلك الجزء من الخسائر التي تعتمد على التردد (dB):

 (28)

يحسب ذلك الجزء من الخسائر التي لا تعتمد على المسافة (dB):

 (29)

حيث:

θ*h*: زاوية ارتفاع الأفق في المحطة الأرضية (بالدرجات)

*N*0: انكسارية السطح في مستوى البحر في مركز المسير.

يحسب الحد الأدنى للقيمة المطلوبة للخسائر التي تعتمد على المسافة (dB):

*L*4( *p*1)  *Lb*( *p*1) – *A*2 (30)

الحسابات التكرارية

في بداية كل عملية تكرار تحسب المسافة الراهنة من أجل *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا:

 (31)

بالنسبة للموقع على سطح الأرض عند مسافة *di* على السمت المقصود يستقى من التوصية ITU-R P.836 تجاوز كثافة بخار الماء من أجل %50 من زمن (3m/g) ρ*i*. ثم يحسب التوهين المعتمد على المسافة بسبب الامتصاص الغازي باستخدام المعادلة:

 (32)

حيث γ*w*(ρ*n*) تحسب من المعادلة (21).

تحسب المعلمات التالية التي تعتمد على المنطقة:

 (33)

حيث *dlm* معرّفة في البند 2.4 من الملحق 1.

 (34)

حيث *dtm* معرّفة في البند 2.4 من الملحق 1.

1 تقتصر على 1 ≥ 1.

 (35)

σ تقتصر على σ ≤ 3,4–.

 (36)

2 تقتصر على 2 ≥ 1.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (37a)  (37b) |

يحسب حدوث الجريان المعتمد على المسير β ومعلمة مرتبطة بذلك Γ لحساب الاعتماد على الزمن لخسارة الإرسال الأساسية:

 (38)

 (39)

يحسب الجزء المعتمد على المسافة في الخسائر (dB) لأجل الجريان:

 (40)

ومن أجل الانتثار التروبوسفيري:

 (41)

# 4 الترددات ما بين GHz 60 وGHz 105

يعتمد نموذج الانتشار في مدى التردد الميليمتري من GHz 60 إلى GHz 105 على الخسارة في الفضاء الحر وعلى تقدير متحفظ للامتصاص الغازي بالإضافة إلى هامش لمراعاة تعزيزات الإشارة في نسب مئوية صغيرة من الزمن. ويصح استخدام نموذج الانتشار هذا للنسب المئوية السنوية من الزمن *p*1 في المدى من %0,001 إلى %50.

ويتعين استخدام عملية تكرارية كما أشير في البند 1 من الملحق 1. ويجري تقييم المعادلات من (43) إلى (47) ثم يجري تكرار المعادلتين (48) و(49) اعتباراً من مسافة التنسيق الدنيا *dmin* بحسب الطريقة الموصوفة في البند 1.5، حيث *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا، متزايدة بخطوات مناسبة. وفي كل عملية تكرارية يشار إلى *di* على أنها المسافة الراهنة.

وتستمر هذه العملية إلى أن تصح إحدى المتراجحتين:

*L*9( *p*1)  *L*8( *p*1) (42a)

أو

*di*  *dmax*1 (42b)

عندئذ تكون مسافة التنسيق المطلوبة *d*1 هي المسافة الراهنة لآخر تكرار.

ومسافة الزيادة الموصى بها (km) *s هي* km 1.

يحسب الامتصاص النوعي (dB/km) للهواء الجاف في مدى التردد GHz 105-60 باستخدام المعادلة:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (43a)  (43b) |

ويحسب امتصاص بخار الماء النوعي (dB/km) لمحتوى بخار ماء جوي بمقدار 3m/g 3 كما يلي:

 (44)

ويحسب التقدير المتحفظ للامتصاص الغازي النوعي كما يلي:

γ*gm*  γ*om* +γ*wm* dB/km (45)

من أجل التردد المطلوب وقيمة حجب الموقع في المحطة الأرضية (dB) *Ah* المحسوبة باستخدام الطريقة الموصوفة في البند 1 من هذا التذييل، يحسب ذلك الجزء الذي لا يعتمد على المسافة من خسارة الإرسال الأساسية كما يلي:

*L*7  92,5  20 log ( *f* )  *Ah*                dB (46)

تحسب القيمة المطلوبة الدنيا للخسائر المعتمدة على المسافة (dB):

*L*8( *p*1)  *Lb*( *p*1) – *L*7                dB (47)

الحسابات التكرارية

في بداية كل عملية تكرار تحسب المسافة الراهنة من أجل *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا:

 (48)

تحسب الخسائر المعتمدة على المسافة بالنسبة للمسافة الراهنة:

 (49)

المرفق 3  
للملحق 1  
  
حساب مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (2)

# 1 لمحة عامة

تعتمد منهجية تحديد مسافة التنسيق لحساب تداخل الانتثار بالمطر بالنسبة لأسلوب الانتشار (2) على معادلة رادار بمحطتين وما يسمى تقريب "الحزمة الضيقة" لهوائي المحطة الأرضية حيث تُعوَّض خسارة الانتشار الناجمة عن حجم الانتثار في هوائي المحطة الأرضية بكسب الهوائي. وعليه فإن الطريقة تعتمد بالدرجة الأولى على طول المسير من محطة الأرض إلى حجم الانتثار، أي خلية المطر.

وتمكّن الخوارزمية الواردة أدناه من الحصول على مقدار خسارة الإرسال (dB) *Lr*( *p*2) كدالة بالنسبة لمعدل هطول المطر (mm/h) *R*( *p*2) وتستخدم كمعلمة المسافة الفاصلة بين حافة خلية المطر والموقع الممكن لمحطة الأرض (km) *ri*. ويوضح الشكل 1 هندسة عملية تناثر المطر.

الشكل 1

هندسة عملية تناثر المطر



ارتفاع المطر

الشعاع الأفقي لمحطة الأرض

سطح الأرض

نحو محطة الأرض

محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية

المحطة   
الأرضية

وتكون كيفية تحديد كفاف تناثر الماء الجوي على النحو التالي:

ينبغي استخراج قيمة *R*(*p*2) من التوصية ITU-R P.837 من أجل المتوسط المطلوب من النسبة المئوية *p*2 (%0,001 إلى %10) وتحديد نقطتي خط العرض وخط الطول الملائمتين لموقع المحطة الأرضية.

ثم تحسب قيم *Lr*(*p*2) لقيم *ri* المتدرجة في النقصان ابتداءً من مسافة الحساب القصوى *dmax*2 لأسلوب الانتشار (2) الواردة في الجدول 2. ومسافة التناقص الموصى بها (km) *s هي* km 1. وتنتقص قيمة *ri* تدريجياً حتى تكون القيمة المقابلة لمقدار *Lr*(*p*2) بالكاد دون خسارة الإرسال المطلوبة *Lb*(*p*2). وعليه تنتقص قيمة *ri* تدريجياً حتى تصح إحدى المتراجحتين:

 (50a)

أو:

 (50b)

حيث يمثل هذا الشرط الأخير مسافة الحساب الدنيا.

عندئذ تكون مسافة الحساب *dr* هي القيمة السابقة مباشرة لقيمة *ri*:

 (51)

وتكون مسافة الحساب الناتجة *dr* هي طول مسير الانتشار بين محطة الأرض وحافة خلية المطر التي سينجم عنها خسارة مسير الإرسال المطلوبة. وعلى افتراض تناحي الانتثار من خلية المطر في السمت يعرّف كفاف التنسيق على أنه دائرة مركزها حافة خلية المطر ونصف قطرها *dr*.

عندئذ يرسم كفاف التنسيق على أنه دائرة نصف قطرها *dr* يقع مركزها على مسافة *de* من المحطة الأرضية على امتداد الاتجاه السمتي للمحطة الأرضية حيث *de* هي المسافة من المحطة الأرضية إلى حافة خلية المطر كما يبين الشكل 1. وفيما يلي كيفية تحديد المسافة *de*.

# 2 مسافة الحساب العظمى

كما ذكر في البند 2.5 في الملحق 1 لا بد من وضع حدود عليا للمسافة القصوى المستخدمة في التحديد التكراري لمسافة الحساب التي تبدأ عندها الحسابات التكرارية. ومسافة الحساب العظمى المستخدمة من أجل أسلوب الانتشار (2) (*dmax*2) تعتمد على درجة خط العرض وهي واردة في الجدول 2.

الجدول 2

مسافات الحسابات العظمى (km) (*dmax*2) لأسلوب الانتشار (2)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| خط العرض (بالدرجات) | 30-0 | 40-30 | 50-40 | 60-50 | 60 < |
| المسافة (km) | 350 | 360 | 340 | 310 | 280 |

# 3 حساب كفاف التنسيق بأسلوب الانتشار (2)

يحدد مقدار تجاوز معدل هطول المطر من أجل %*p*2 من الزمن *R*(*p*2) من التوصية ITU-R P.837 بالنسبة لخط العرض وخط الطول للمحطة الأرضية. ويلاحظ أن %*p*2 هي متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن التي تطبق في أسلوب الانتشار (2).

وإذا تم تجاوز معدل هطول المطر أثناء %*p*2 من الوقت *R*(*p*2) ≥ mm/h 0,1 فإنه ينبغي تحديد أكفة تنسيق أسلوب الانتشار (2) من أجل هطول مطر افتراضي قدره mm/h 0,1.

وجدير بالملاحظة أيضاً أن معدل هطول المطر وارتفاع المطر لن يتفاوت تفاوتاً كبيراً بين موقع المحطة الأرضية وموقع خلية المطر على امتداد اتجاه السمت للمحطة الأرضية إذ إن المسافة بين هاتين النقطتين تكون عموماً أقل من km 30~ عندما لا تقل زوايا ارتفاع المحطة الأرضية عن .

يحدد التوهين النوعي (dB/km)γ*R* الناجم عن المطر باستخدام التوصية ITU-R P.838 بافتراض استقطاب عمودي.

يحدد قطر خلية المطر (km) *dc* كما يلي:

 (52)

يحدد متوسط ارتفاع المطر فوق الأرض (km) *hR* من التوصية ITU-R P.839 بالنسبة لخطي العرض والطول للمحطة الأرضية.

تحسب معلمة وسيطة η:

 (53)

تحسب المسافة المرجعية (km) *rm* من أجل التوهين خارج حجم التناثر المشترك:

 (54)

ويجري تقييم التوهين النوعي بسبب الهواء الجاف (dB/km) من العلاقة التالية:

 (55)

يحدد اعتماداً على التوصية ITU-R P.836 كثافة بخار الماء السطحية (3m/g)ρ التي تتجاوز الحد بنسبة %50 من الزمن عند خطي العرض والطول للمحطة الأرضية. ويلاحظ أيضاً، من قبيل التبسيط في تحديد أكفة أسلوب الانتشار (2)، أن كثافة بخار الماء تفترض ثابتة على امتداد المسير. عندئذ يحدد التوهين النوعي لبخار الماء في شكل dB/km كما يلي:

 (56)

يحدد كسب هوائي محطة الأرض (يفترض أن يكون dBi 42):

*GT*  42 (57)

الحسابات التكرارية

تقيّم المعادلات (58) إلى (77) شاملة، ابتداءً بمسافة الحساب القصوى المأخوذة من الجدول 2 لقيم متناقصة للمسافة *ri* حيث تكون *ri* مسافة الانفصال الراهنة بين خلية المطر والموقع الممكن لمحطة أرض وحيث تكون *i* = 0، 1، 2 ... وهكذا:

 (58)

تواصل هذه العملية حتى يتحقق الشرط الوارد في المتراجع (50) وعندئذ يكون لمسافة حساب التناثر الناجم عن المطر *dr* القيمة الأسبق للمسافة *ri*، أي:

 (59)

وإذا أدى حساب التكرار إلى *dmin* > *dr* عندئذ *dr* = *dmin* ومن ثم تنتهي عملية التكرار، مع العلم بأنه بالنسبة لأسلوب الانتشار (2)، فإن المسافة km 55 = *dmin*.

ويحدد الارتفاع فوق سطح الأرض لنقطة التقاطع بين حزمتي الهوائي من محطة الأرض ومن المحطة الأرضية:

 (60)

حيث:

δ هي الفاصل الزاوي بين خلية المطر والنقطة على سطح الأرض في المسافة الراهنة *ri*:

 (61)

*rE*: نصف القطر الفعلي للأرض *rE* = km 8 500.

يحدد طول المسير من محطة الأرض إلى نقطة تقاطع الحزمتين:

 (62)

يحدد طول المسير من تقاطع الحزمتين إلى المحطة الأرضية:

 (63)

حيث:

ε: زاوية ارتفاع هوائي المحطة الأرضية.

تحدد المسافة الأفقية من المحطة الأرضية إلى حافة خلية المطر:

 (64)

تحسب المعلمة *hc* التي تعتمد على المنطقة داخل خلية المطر حيث تتقاطع الحزمتان:

 (65)

يحسب التوهين من النقطة في المسافة الراهنة إلى تقاطع الحزمتين:

 (66)

والتوهين من تقاطع الحزمتين إلى المحطة الأرضية:

 (67)

ومن هذه الحسابات يقيم مجموع توهين المسار من أجل التناثر بسبب المطر تحت ارتفاع المطر:

 (68)

ومجموع توهين المسير للتناثر من طبقة الانصهار ومن الجليد فوق ارتفاع المطر:

 (69)

تحسب دالة نقل التناثر الفعلي للتناثر بسبب المطر تحت ارتفاع المطر:

 (70)

ومن أجل التناثر بسبب الجليد فوق ارتفاع المطر:

 (71)

عندئذ تحسب دالة نقل التناثر الفعال الإجمالي كما يلي:

 (72)

يحدد الانحراف من تناثر رايلي للترددات التي تتجاوز GHz 10:

 (73)

يلاحظ أن هذا الانحراف من تناثر رايلي لا ينطبق إلا على تناثر بسبب المطر تحت ارتفاع المطر.

والآن يقيّم التوهين الناجم عن الغازات في الجو من العلاقات التالية. أولاً تحدد أطوال المسير المكافئة لكي تأخذ في الحسبان التناقص في التوهين النوعي الغازي بازدياد الارتفاع. ومن أجل المسير من محطة الأرض إلى خلية المطر يكون ذلك:

 (74a)

 (74b)

ومن أجل المسير من خلية المطر إلى المحطة الأرضية:

 (75a)

 (75b)

عندئذ يحدد التوهين الغازي كما يلي:

 (76)

وأخيراً تتحدد خسارة الإرسال كما يلي:

 (77)

وتكون المسافة *dr* التي تنتج عن عملية التكرار هذه هي المسافة من محطة الأرض إلى حافة خلية المطر ويكون كفاف التنسيق عندئذ في شكل دائرة نصف قطرها *dr* يكون مركزها على مسافة *de* من المحطة الأرضية على امتداد اتجاه سمتها، كما هو مبين في الشكل 2.

الشكل 2

موقع كفاف التنسيق



كفاف التنسيق

سمت الحزمة الرئيسية   
لهوائي المحطة الأرضية

المحطة الأرضية

# 4 تحديد الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2)

تمكّن الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) من أن يؤخذ في الحسبان التخالف السمتي لحزمة هوائي محطة أرض بالنسبة لموقع المحطة الأرضية المنسِّقة. ويبين الشكل 3 منطقة تناثر الماء الجوي مسقطة على مستو أفقي. وفي هذا الشكل تقع المحطة الأرضية ومحطة الأرض عند النقطتين A وB على التوالي حيث تكون محطة الأرض على شعاع تحدده زاوية ω من النقطة C في مركز الكفاف الرئيسي، أو الإضافي، لأسلوب الانتشار (2) وتكون النقطة C أيضاً مركز الكفاف المساعد.

وتمثل المساحة المظللة في الشكل 3 المنطقة الحرجة على امتداد محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية وذلك بين المحطة الأرضية وارتفاع المطر. ويمكن في داخل هذه المنطقة الحرجة تشكيل حجم مشترك بين حزمة المحطة الأرضية وحزمة أي محطة للأرض داخل الكفاف الرئيسي، أو الإضافي، لأسلوب الانتشار (2). ويكون طول هذه المنطقة الحرجة *b* ويكون مداها الأفقي الأقصى عند النقطة M. وسوف يؤدي تقاطع هذه المنطقة الحرجة مع محور الحزمة الرئيسية لمحطة ما إلى قدر لا بأس به من التداخل الناجم عن تناثر الماء الجوي عن طريق اقتران الفصين الرئيسيين.

الشكل 3

هندسة الانتشار في المستوى الأفقي

المحطة الأرضية A



محطة الأرض B

محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض

محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية

وبالنسبة لنقطة ما داخل الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2) تسمى الزاوية المقابلة للمنطقة الحرجة الزاوية الحرجة ψ. وتمثل زاوية الحماية υ زاوية محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض بعيداً عن المنطقة الحرجة. وتكون ϕ زاوية تجنب الحزمة بين محور الحزمة الرئيسية لمحطة الأرض وموقع المحطة الأرضية. وهي مجموع الزاويتين ψ وυ وهذه الكمية هي التي لها قيمة ثابتة بالنسبة لكفاف مساعد محدد. ويجري توليد كل كفاف مساعد بتغيير الزاوية ω واستخراج المسافة *rb* من النقطة C إلى الكفاف المساعد. وكلما تزداد الزاوية ω من 0 إلى 360 تتغير الزاويتان ψ وυ ولكن مجموعهما يبقى على حاله.

ويمكن استخدام الخوارزمية في البند 1.4 في هذا التذييل لحساب الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) بالنسبة لقيمة معينة من زاوية تجنب الحزمة ϕ.

وتقوم الطريقة على أساس تنقيص المسافة *rb* تدريجياً وتكرارياً بين محطة الأرض والمحطة الأرضية ابتداءً من مسافة الكفاف الرئيسي *dr* الواردة في المعادلة (59) أعلاه حتى الوصول إلى أقل قيمة للمسافة *rb* التي تتحقق فيها الخسارة الدنيا المطلوبة أو حتى الوصول إلى مسافة التنسيق الدنيا. وبالنسبة لكل قيمة من قيم *rb* تقرر الزاوية الحرجة ψ ثم تحسب زاوية الحماية υ. ثم يستخدم كسب الهوائي في محطة الأرض المقابل لقيمة υ والمسافة الراهنة *rb* عندئذ في المعادلة (77) لحساب خسارة المسير في أسلوب الانتشار (2).

وتكرر العملية الموصوفة أعلاه بالنسبة لكل زاوية ω لتوليد كفاف مساعد كامل لقيمة معينة من قيم زاوية تجنب الحزمة ϕ. وبالنسبة لبعض اقترانات زاوية تجنب الحزمة والزاوية ω فقد يتصادف كفاف مساعد مع الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2).

## 1.4 الخوارزمية خطوة خطوة

ترسم الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) بحساب المسافات على امتداد الأشعة من مركز الكفاف الرئيسي أو الإضافي في أسلوب الانتشار (2) وهو النقطة C عند المسافة *b*/2 من المحطة الأرضية على امتداد سمت محور حزمتها الرئيسية. والمسافة *b*/2 تساوي *de* حيث *de* محسوبة في المعادلة (64).

بالنسبة للقيمة المختارة لزاوية تجنب الحزمة ϕ يولّد الكفاف المساعد لقيم الزاوية ω التي تشمل المجال من 0 إلى  في خطوات مقدار كل منها  على النحو التالي:

أ ) تحدد *rb* لمسافة الكفاف الرئيسي أو الإضافي في الأسلوب (2) المحسوبة في المعادلة (59).

ب) تحسب قيمة ψ من:

 (78)

 (79)

** (80)

ج) إذا كانت ψ < ϕ عندئذ يتصادف الكفاف المساعد في الأسلوب (2) مع الكفاف الرئيسي أو الإضافي في الأسلوب (2) بالنسبة للقيمة الراهنة ω ويستكمل حساب القيمة ω وينتقل إلى الخطوة ي). وإلاّ تتبع الخطى التالية د) إلى ط) إلى أن يتحقق أحد شروط الانتهاء الموصوفة في الخطوة و) والخطوة ط).

د) *تنتقص rb* بطرح مقدار km 0,2، من قيمتها.

ﻫ) يعاد حساب الزاوية الحرجة ψ باستخدام المعادلات (78) و(79) و(80).

و) إذا كانت (0.5 *b* sin ω/sin ψ2) > *dmin*، وكان الكفاف المساعد في الأسلوب (2) مصادف لمسافة التنسيق الدنيا *dmin* وقد اكتمل الحساب من أجل القيمة الراهنة ω - ينتقل إلى الخطوة ي) وإلاّ إلى الخطوة ز).

ز) تحسب زاوية الحماية ψ − ϕ  υ.

ح) *تحسب قيمة G*(υ)، وهي كسب هوائي محطة الأرض عند الزاوية υ بالنسبة إلى محور الحزمة، باستخدام مخطط الهوائي المرجعي الوارد في التذييل 4.

ط) في المعادلة (77)، يستخدم الكسب المحسوب في الخطوة ح) بدلاً من *GT* والقيمة الجديدة للمسافة *rb*، وتحسب خسارة المسير المقابلة في أسلوب الانتشار (2) *Lr*. فإذا كانت *Lr*  *Lb*( *p*2) عندئذ تزاد *rb* بإضافة km 0,2 إلى قيمتها وتؤخذ هذه المسافة على أنها المسافة من أجل الشعاع الراهن. وإلاّ تكرر العملية ابتداءً من الخطوة د).

ي) حالما تعرف القيمة الجديدة *rb* من أجل القيمة الراهنة للزاوية ω تحسب الزاوية θ*d* من موقع المحطة الأرضية، وإذا دعا الأمر المسافة *d*، إلى نقطة الكفاف تلك، كما يلي:

 (81)

 (82)

يكون الكفاف المساعد في أسلوب الانتشار (2) متناظراً حول محور الحزمة الرئيسية للمحطة الأرضية. وهكذا فإن قيم *d* وθ*d* المقابلة لقيم ω من 181 إلى 359 يمكن التوصل إليها على أساس أن النتائج بالنسبة لأي قيمة معينة من قيم ω *هي نفسها بالنسبة لقيمة* (ω−) أو (ω − 360).

ومقدار خطوة التزايد *rb* المستخدمة أعلاه، أي km 0,2، مناسب في معظم الأحوال. وهو يتحكم بخشونة النتيجة عندما ينظر إليها كمجموعة من قيم *rb.* وبالنسبة للقيم المنخفضة لارتفاع حزمة المحطة الأرضية تزداد الخشونة البادية في قيم *d* وθ*d* ومن الممكن عندئذ تصغير مسافة الخطوة.

المرفق 4  
للملحق 1  
  
مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات خط البصر في أنظمة المرحلات الراديوية  
لاستعمالها في دراسات التنسيق وتقييم التداخل

انظر التوصية ITU-R F.699 - مخططات الإشعاع المرجعية لأنظمة الهوائيات اللاسلكية الثابتة التي يجب استعمالها في دراسات التنسيق وفي تقييم التداخل في مدى الترددات من 100 MHz إلى حوالي GHz 70، من أجل حساب مخططات الإشعاع المتعملة لهذا الغرض ومدى الترددات القابل للتطبيق.

المرفق 5  
للملحق 1  
  
معلمات الدخل والاشتقاق

قد تكون معلمة ما في بعض الحالات إما معلمة دخل أو تكون مشتقة في إطار هذه التوصية. وقد أدرج وضع المعلمات (دخل أو اشتقاق) في الجدول 3. ويعرّف هذا الوضع على النحو التالي:

- *دخل:* معلمة دخل قيمتها غير محددة أو لا يمكن الحصول عليها في إطار هذه التوصية، مثال ذلك التردد ودرجة عرض المحطة الأرضية وغير ذلك.

- *اشتقاق:* معلمة تشتق قيمتها أو تعرّف (كأن تكون ثابتاً مثلاً) أو تكون محسوبة في إطار هذه التوصية، مثال ذلك معدل هطول المطر على السطح *R*( *p*) (mm/h) (تستقى من الخرائط والرسوم)، و*dmax*2 (تؤخذ من الجدول 3)، ومسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (km) *d*1 (1) (محسوبة)، وغيرها.

الجدول 3

تعريف المصطلحات

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| *A*1 | dB | الجزء الذي لا يعتمد على المسافة في خسارة الجريان | المعادلة (25) | اشتقاق |
| *A*2 | dB | الجزء الذي لا يعتمد على المسافة في خسارة التناثر التربوسفيري | المعادلة (29) | اشتقاق |
| *Ac* | dB | تصحيح من أجل الاقتران المباشر داخل المجاري فوق البحر | المعادلة (24) | اشتقاق |
| *Ad* | dB | التصحيح من أجل مسافة الأفق على امتداد كل سمت من محطة أرضية | المعادلة (10) | اشتقاق |
| *Ag* | dB | التوهين الناجم عن الغازات في الغلاف الجوي في حسابات أسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2) | المعادلتان (32) و(76) | اشتقاق |
| *Ah* | dB | مجموع الخسارة بسبب حجب التضاريس على امتداد كل سمت من محطة أرضية | المعادلات (11a) إلى (11c) والبند 1 من المرفق 2 | اشتقاق |
| *Aw* | dB | التوهين الناجم عن بخار الماء فوق ذلك الجزء من المسير داخل المسافة الدنيا بالنسبة لأسلوب الانتشار (1) | المعادلة (22b) | اشتقاق |
| *b* | km | المسافة الأفقية بين المحطة الأرضية وأبعد حجم مشترك ممكن المستخدمة في حساب الأكفة المساعدة في أسلوب الانتشار (2) | البند 1.4 من المرفق 3 | اشتقاق |
| *C* | - | دالة نقل التناثر الفعال المستخدمة في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (72) | اشتقاق |
| *Ca، Cb* | - | دالات نقل التناثر الفعالة للتناثر فوق ارتفاع المطر ودونه | المعادلتان (71) و(70) | اشتقاق |
| *d* | km | المسافة من المحطة الأرضية إلى نقطة على الكفاف المساعد المستخدمة في حساب الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) | المعادلة (81) والبند 1.4 في المرفق 3 | اشتقاق |
| *d*1 | km | مسافة التنسيق لأسلوب الانتشار (1) | البنود 2 و3 و4 في المرفق 2 | اشتقاق |
| *dc* | km | المسافة من المحطة الأرضية إلى الساحل في الاتجاه المقصود المستخدمة في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (24) | دخل |
| *dc* | km | قطر خلية المطر المستخدمة في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (52) | اشتقاق |
| *de* | km | المسافة الأفقية من المحطة الأرضية إلى حافة خلية المطر | المعادلة (64) | اشتقاق |
| *dh* | km | مسافة الأفق الراديوي المرئية من مركز هوائي المحطة الأرضية | البند 1 في المرفق 2 | دخل |
| *di* | km | المسافة الراهنة من المحطة الأرضية المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلات (15) و(31) و(48) | اشتقاق |
| *dlm* | km | أطول مسافة مستمرة داخل البر، المنطقة 2A، داخل المسافة *di*، والمستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | البند 2.4 في الملحق 1 | دخل |
| d*max*1 | km | مسافة الحساب القصوى لأسلوب الانتشار (1) | البند 2.5 | اشتقاق |
| d*max*2 | km | مسافة الحساب القصوى لأسلوب الانتشار (2) | الجدول 2 | اشتقاق |
| d*min* | km | مسافة التنسيق الدنيا لأسلوب الانتشار (1) وأسلوب الانتشار (2) على السواء | المعادلات من (5a) إلى (5f) | اشتقاق |
|  | km | مسافة التنسيق الدنيا للترددات المنخفضة | المعادلة (4) | اشتقاق |

الجدول 3 ( *تابع*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| d*to*، d*tv* d*ro*، d*rv* | km | المسافات المستخدمة في تحديد التوهين الغازي لحسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلات (74a) و(74b) و(75a) و(75b) | اشتقاق |
| d*r* | km | المسافة من خلية المطر حيث الخسارة تساوي أو تتجاوز خسارة الإرسال المطلوبة لأسلوب الانتشار (2) | البند 1 في المرفق 3 | اشتقاق |
| d*tm* | km | أطول مسافة برية مستمرة (أي داخل البر + الساحل) المنطقة 1A + المنطقة 2A، داخل المسافة di المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | البند 2.4 في الملحق 1 | دخل |
| *D* | m | قطر الهوائي المستخدم في تحديد مخطط الإشعاع المرجعي للهوائي (التذييل 4) | المرفق 4 | دخل |
| *f* | GHz | التردد، MHz 100 إلى GHz 105 | لا ينطبق | دخل |
| *GL* |  | تعبير مستخدم في التحويل من النسبة المئوية من الزمن لأسوأ شهر إلى النسبة المئوية السنوية من الزمن | المعادلتان (7a) و(7b) | اشتقاق |
| *Gmax* | dB | كسب الهوائي على المحور المستخدم في مخطط الإشعاع المرجعي للهوائي (التذييل 4) | المرفق 4 | دخل |
| *GT* | dB | الكسب في هوائي محطة الأرض، يفترض أن يكون dB 42، المستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (57) | دخل |
| *hc* | km | معلمة تستخدم في حسابات أسلوب الانتشار (2) تبعاً للمنطقة داخل خلية المطر | المعادلة (65) | اشتقاق |
| *hm* | km | الارتفاع فوق الأرض لتقاطع الحزمتين في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (60) | اشتقاق |
| *hR* | km | ارتفاع المطر الفعلي فوق الأرض | لا ينطبق | دخل |
| *L( p1)* | dB | الحد الأدنى من خسارة الإرسال الأساسية المسموح بها والمطلوبة من أجل %p1 من الزمن في أسلوب الانتشار (1) | البند 1 | دخل |
| *Lb( p2)* | dB | الحد الأدنى من خسارة الإرسال الأساسية المسموح بها والمطلوبة من أجل %p2 من الزمن في أسلوب الانتشار (2) | البند 1 | دخل |
| *Lbl( p1)* | dB | خسارة تنطبق على مسير يفترض أن يكون بري كلياً (المنطقة 1A أو 2A) تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (16) | اشتقاق |
| *Lbs( p1)* | dB | خسارة تنطبق على مسير يفترض أن يقع كلياً في بحار باردة (المنطقة B) أو بحار دافئة (المنطقة C) تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلتان (17a) و(17b) | اشتقاق |
| *L1( p1) L2( p1) L3( p1) L4( p1) L5( p1) L6( p1) L7( p1) L8( p1) L9(p1)* | dB dB dB dB dB dB dB dB dB | خسائر مستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلات (14) و(18) و(26) و(30) و(40) و(41) و(46) و(47) و (49) | اشتقاق |
| *Lf* | dB | خسارة تعتمد على التردد تستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (28) | اشتقاق |

الجدول 3 ( *تابع*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| *Lr( p2)* | dB | خسارة الإرسال المستخرجة كدالة رتيبة لمعدل هطول المطر R والمستخدمة في تحديد مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (77) | اشتقاق |
| *N0* | – | انكسارية سطح مستوى البحر في مركز المسير | المعادلة (3) | اشتقاق |
| *p1* | % | متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن لأسلوب الانتشار (1)، حيث p1هي في المدى:  %1 إلى %50 من أجل f بين MHz 100 وMHz 790 %0,001 إلى %50 من أجل f بين MHz 790 وGHz 105 | المعادلة (8) والبند 1.6 | دخل |
| *pw1* | % | النسبة المئوية من الزمن لأسوأ شهر لأسلوب الانتشار (1) | البند 1.6 | دخل |
| *p2* | % | متوسط النسبة المئوية السنوية من الزمن لأسلوب الانتشار (2) تتراوح من %0,001 إلى %10 | المعادلة (9) والبند 2.7 | دخل أو اشتقاق |
| *pw2* | % | النسبة المئوية من الزمن لأسوأ شهر لأسلوب الانتشار (2) | البند 2.7 | دخل |
| *R( p2)* | mm/h | متوسط تجاوز معدل هطول المطر سطحياً %p2 من السنة، المستخدم في حسابات وأسلوب الانتشار (2) |  | دخل |
| *rb* | km | المسافة من مركز الحجم المشترك إلى الكفاف المساعد المستخدمة في حساب الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) | المعادلتان (78) و(79) والبند 1.4 في المرفق 3 | اشتقاق |
| *rE* | km | نصف القطر الفعلي للأرض (km 8 500 = ) | البند 3 في المرفق 3 | دخل |
| *ri* | km | المسافة الراهنة بين منطقة التناثر الأقصى والموقع المحتمل لمحطة أرض، وتستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (51) | اشتقاق |
| *rm* | km | المسافة المرجعية من أجل التوهين خارج حجم التناثر المشترك في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (54) | اشتقاق |
| *rr* | km | طول المسير من تقاطع الحزمتين إلى المحطة الأرضية في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (63) | اشتقاق |
| *rt* | km | طول المسير من تقاطع الحزمتين إلى محطة الأرض في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (62) | اشتقاق |
| *s* | km | الزيادة التدريجية في المسافة المستخدمة في الحساب التكراري لمسافة التنسيق (القيمة الموصى بها هي km 1) | البند 1 | دخل |
| *S* | - | الانحراف عن تناثر رايلي في حساب أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (73) | اشتقاق |
| β | - | معلمة تستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (38) | اشتقاق |
| β*p* | % | الحدوث النسبي للانتشار الشاذ في الجو الصافي | المعادلتان (2a) و(2b) | اشتقاق |
| δ | الأشعة | الفواصل الزاوية في مركز الأرض بين المحطة الأرضية والمسافة الراهنة في حسابات أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (61) | اشتقاق |
| *L* | – | هامش سماح لخسائر إضافية تعتمد على المسافة وغيرها بما في ذلك تلك المرتبطة بارتفاع التضاريس | المعادلة (27) | اشتقاق |
|  | بالدرجات | زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي المحطة الأرضية | البند 3 في المرفق 3 | دخل |
| Γ |  | تعبير مستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (39) | اشتقاق |
| Γ1 | dB | تعبير مستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (67) | اشتقاق |

الجدول 3 ( *تابع*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| Γ2 | dB | تعبير مستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (66) | اشتقاق |
| Γ*a* | dB | تعبير مستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (69) | اشتقاق |
| Γ*b* | dB | تعبير مستخدم في حساب مسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (68) | اشتقاق |
| *d* | dB/km | تعبير توهين نوعي يستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (23) | اشتقاق |
| *gm* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن الامتصاص الغازي والمستخدم في مدى التردد GHz 60 إلى GHz 105 | المعادلة (45) | اشتقاق |
| *o* | dB/km | التوهين النوعي بسبب الهواء الجاف | المعادلتان (20) و(55) | اشتقاق |
| *om* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن الهواء الجاف والمستخدم في مدى التردد GHz 60 إلى GHz 105 | المعادلتان (43a) و(43b) | اشتقاق |
| *R* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن المطر | المرفق 3 | دخل |
| *w* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن بخار الماء | المعادلة (21) | اشتقاق |
| *wv* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن امتصاص بخار الماء والمستخدم في تناثر الماء الجوي | المعادلة (56) | اشتقاق |
| *wt* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن امتصاص بخار الماء والمستخدم في نموذج انتشار التناثر التروبوسفيري (تستخدم كثافة بخار الماء بمقدار m/g3 3) | المعادلة (22a) | اشتقاق |
| *wm* | dB/km | التوهين النوعي الناجم عن امتصاص بخار الماء والمستخدم في مدى تردد GHz 60 إلى GHz 105 | المعادلة (44) | اشتقاق |
| η | − | معلمة وسيطة في حساب أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (53) | اشتقاق |
|  | m | طول الموجة المستخدم في تحديد مخطط الإشعاع المرجعي للهوائي (التذييل 4) | المرفق 4 | دخل |
| 1 | – | معلمة تعتمد على مدى مرور المسير فوق الأرض (داخل الأرض أو على الساحل) والمياه تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (34) | اشتقاق |
| 2 | – | معلمة تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (36) | اشتقاق |
| 4 | – | معلمة تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلتان (37a) و(37b) | اشتقاق |
| θ*d* | بالدرجات | السمت بالنسبة إلى اتجاه الحزمة الرئيسية من المحطة الأرضية إلى نقطة على الكفاف المساعد وتستخدم في حساب الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) | المعادلة (82) والبند 1.4 في المرفق 3 | اشتقاق |
| *h* | بالدرجات | زاوية ارتفاع أفق المحطة الأرضية | البند 1 في المرفق 2 | دخل |
| ρ | g/m3 | تجاوز كثافة بخار الماء في الغلاف الجوي لفترة %50 من الزمن | المعادلتان (21) و(56) | دخل |
| ρ0 | g/m3 | تجاوز كثافة بخار الماء في الغلاف الجوي لفترة %50 من الزمن عند المحطة الأرضية | المعادلة (22b) | دخل |
| ρ*dmin* | g/m3 | تجاوز كثافة بخار الماء في الغلاف الجوي لفترة %50 من الزمن عند dmin في السمت المقصود | المعادلة (22b) | دخل |
| ρ*i* | g/m3 | تجاوز كثافة بخار الماء في الغلاف الجوي لفترة %50 من الزمن لكل خطوة تكرارية في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (32) | دخل |

الجدول 3 ( *تتمة*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | الوحدات | التعريف | موقع التعريف | الوضع |
| σ | – | معلمة تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (36) | اشتقاق |
| τ | – | معلمة تستخدم في الحساب التكراري لمسافة التنسيق في أسلوب الانتشار (1) | المعادلة (33) | اشتقاق |
| υ | بالدرجات | زاوية الحماية المستخدمة في تحديد الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) | الخطوة ز) والبند 1.4 في المرفق 3 | اشتقاق |
| ω | بالدرجات | الزاوية القطبية لمحطة الأرض بالنسبة لمركز الحجم المشترك والمستخدمة في حساب الأكفة المساعدة لأسلوب الانتشار (2) | البند 4 في المرفق 3 | دخل |
|  | بالدرجات | الزاوية المقابلة بحكم المنطقة الحرجة التي قد يقع فيها الحجم المشترك بين المحطة الأرضية وحزمة أي محطة للأرض في أسلوب الانتشار (2) | المعادلة (80) والبند 1.4 في التذييل 3 | اشتقاق |
| ζ | بالدرجات | خط عرض المحطة الأرضية (الشمال موجب، الجنوب سالب) | المعادلتان (1a) و(1b) | دخل |
| ζ *r* | بالدرجات | خط عرض مرتبط بخط عرض المحطة الأرضية يستخدم في تحديد القيمة الملائمة للحدوث النسبي للانتشار الشاذ في الهواء الصافي، β*p* | المعادلتان (1a) و(1b) | اشتقاق |

1. \* ينبغي أن ترفع هذه التوصية إلى لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية. [↑](#footnote-ref-1)