

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R P.1144-7
(2015/07)

دليل تطبيق أساليب الانتشار للجنة الدراسات 3
للاتصالات الراديوية

السلسلة P

انتشار الموجات الراديوية



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

سلاسل 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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
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، 2016

© ITU 2016

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 P.1144-7

دليل تطبيق أساليب الانتشار للجنة الدراسات 3 للاتصالات الراديوية

(1995-1999-2001-2007-2009-2012-2015)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية دليلاً لتوصيات لجنة الدراسات 3 للاتصالات الراديوية التي تتضمن أساليب التنبؤ بالانتشار. كما أنها تسدي المشورة للمستعملين بشأن الأساليب الأكثر ملاءمة لتطبيقات معينة إلى جانب الحدود ومعلومات الدخل والخرج اللازمة لكل من هذه الأساليب.

مصطلحات رئيسية

انتشار الموجات الراديوية، أساليب التنبؤ، منتجات رقمية، الاستكمال الداخلي المكاني، نظام مراجع الارتفاع
إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن ثمة حاجة لمساعدة مستعملي توصيات السلسلة P لقطاع الاتصالات الراديوية (التي تعدها لجنة الدراسات 3 للاتصالات الراديوية)،

توصي

1 بأن تستعمل المعلومات المتضمنة في الجدول 1 كإرشادات لتطبيق مختلف أساليب الانتشار المتضمنة في توصيات السلسلة P لقطاع الاتصالات الراديوية (التي تعدها لجنة الدراسات 3 للاتصالات الراديوية)؛

2 بأن تستعمل المعلومات المتضمنة في الجدول 2 والملحق 1 كإرشادات لاستعمال مختلف الخرائط الرقمية للمعلومات الجيوفيزيائية اللازمة لتطبيق أساليب التنبؤ بالانتشار المذكورة في الفقرة 1 أعلاه من "توصي".

الملاحظة 1 - ترافق كلاً من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الجدول 1، أعمدة خاصة بالمعلومات تدل على:

التطبيق: الخدمة (الخدمات) أو التطبيق الذي تركز له التوصية.

النمط: الحالة التي تنطبق عليها التوصية، مثل الانتشار من نقطة-إلى-نقطة، أو من نقطة-إلى-منطقة، أو في خط البصر، إلخ.

بيانات الخرج: قيمة معلمة الخرج التي تنتجها طريقة التوصية مثل الخسارة على المسير.

التردد: مدى التردد الذي يطبق من أجله التوصية.

المسافة: مدى المسافة الذي يطبق من أجله التوصية.

النسبة المئوية من الوقت: القيم أو مدى قيم النسب المئوية من الوقت التي تطبق فيها التوصية؛ والنسبة المئوية من الوقت هي النسبة المئوية التي يتم أثناءها تجاوز الإشارة المتوقعة في خلال سنة متوسطة.

النسبة المئوية من المواقع: مدى النسب المئوية من المواقع التي تطبق فيها التوصية، وتقابل النسبة المئوية من المواقع النسبة المئوية من المواقع التي يتم فيها تجاوز الإشارة المتوقعة داخل مربع بضلع من 100 m إلى 200 m، على سبيل المثال.

ارتفاع المطراف: مدى ارتفاع هوائي المطراف الذي تطبق من أجله التوصية.

بيانات الدخل: قائمة من العلامات تستعملها طريقة التوصية؛ وترتب القائمة وفقاً لأهمية المعلمة، ويمكن، في بعض الحالات، أن تستعمل قيم افتراضية.

يبين الجدول 1 أن المعلومات متوفرة بالفعل في التوصيات نفسها، غير أن الجدول يتيح للمستعملين مسحاً سريعاً لقدرات التوصيات (وحدودها) دون الاضطرار إلى البحث عنها في النص.

* أجرت لجنة الدراسات 3 تعديلات صياغية على هذه التوصية في 2016 طبقاً للقرار ITU-R 1.

الجدول 1

الأساليب التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية للتنبؤ بالانتشار بالموجات الراديوية

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
التردد توصيلية الأرض	مطراف على الأرض	غير مطبقة	غير مطبقة	من 1 إلى 10 000 km	من 10 kHz إلى 30 MHz	شدة المجال	من نقطة-إلى-نقطة	جميع الخدمات	منحنيات انتشار الموجة الأرضية للترددات ما بين 10 kHz و 30 MHz	التوصية ITU-R P.368
البيانات المتعلقة بمواصفات المسير التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي الإرسال ارتفاع هوائي الاستقبال خط العرض وخط الطول للمرسل خط العرض وخط الطول للمستقبل بيانات الأرصاد الجوية الاستقطاب	حدود غير معرفة داخل الطبقة السطحية للغلاف الجوي (لا تناسب تطبيقات الطيران)	غير مطبقة	من 0,001 إلى 50 السنة المتوسطة والشهر الأسوأ	غير محددة لكنها تصل إلى الأفق الراديوي وإلى ما وراءه	من 100 MHz إلى 50 GHz	خسارة على المسير	من نقطة-إلى-نقطة	خدمات تستعمل محطات على سطح الأرض؛ التداخل	إجراء التنبؤ لتقدير التداخل بين المحطات على سطح الأرض عند ترددات تفوق 0,1 GHz تقريباً	التوصية ITU-R P.452
المسافة ارتفاع المرسل التردد ارتفاع المستقبل النسبة المئوية من الوقت	H1: 1,5 m إلى 20 km H2: 1 إلى 20 km	غير مطبقة	من 1 إلى 95	من 0 إلى 1 800 km (في التطبيقات الخاصة بالطيران، لا تعني مسافة أفقية مقدارها 0 km أن طول المسير يساوي 0 km)	من 125 MHz إلى 15,5 GHz	خسارة على المسير	من نقطة-إلى-منطقة	خدمة متنقلة للطيران	منحنيات الانتشار للخدمات المتنقلة للطيران وخدمات الملاحة الراديوية العاملة في نطاقات الموجات المتريية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF) والموجات السنتمترية (SHF)	التوصية ITU-R P.528

التوصية ITU-R P.1144-7

الجدول 1 (تابع)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
المسافة ارتفاع المرسل التردد ارتفاع المستقبل النسبة المئوية من الوقت بيانات عن إعاقه المسير بيانات عن المناخ معلومات عن التضاريس	ارتفاع كافٍ لضمان خلوص المسير المحدد في التوصية	غير مطبقة	كل النسب المئوية الزمنية في ظروف الجو الصافي؛ من 1 إلى 0,001 في وجود المواطل (1) والشهر الأسوأ بالنسبة للتوهين	وصولاً إلى 200 km في حال خط البصر	من 150 MHz إلى 40 GHz تقريباً	خسارة على المسير تحسن في التنوع (ظروف الجو الصافي) XPD (2) انقطاع خصائص الخطأ	من نقطة-إلى-نقطة في خط البصر	وصلات ثابتة في خط البصر	بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة راديوية للأرض في خط البصر	التوصية ITU-R P.530
خط العرض وخط الطول للمرسل خط العرض وخط الطول للمستقبل عدد الكلف الشمسية الشهر الوقت (أو الأوقات) في النهار الترددات قدرة المرسل نمط هوائي المرسل نمط هوائي المستقبل	غير مطبق	غير مطبقة	كل النسب المئوية	من 0 إلى 40 000 km	من 2 إلى 30 MHz	MUF (أقصى تردد مستعمل) أساسي شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية القدرة المتيسرة عند المستقبل نسبة الإشارة إلى الضوضاء LUF (أدنى تردد مستعمل) موثوقية الدارة	من نقطة-إلى-نقطة	إذاعة خدمة ثابتة خدمة متنقلة	طريقة التنبؤ بأداء الدارات العاملة بالموجات الديكامترية (HF)	التوصية ITU-R P.533
المسافة التردد	غير مطبق	غير مطبقة	من 0 إلى 50	من 0 إلى 4 000 km	من 30 إلى 100 MHz	شدة المجال	من نقطة-إلى-نقطة عبر الطبقة E المتفرقة	خدمة ثابتة خدمة متنقلة إذاعة	طريقة حساب شدة مجال الطبقة E المتفرقة	التوصية ITU-R P.534
التردد كسب هوائي المرسل كسب هوائي المستقبل هندسة المسير	حدود غير معرفة داخل الطبقة السطحية للغلاف الجوي (لا تناسب تطبيقات الطيران)	غير مطبقة	20، 50، 90، 99، 99,9	من 100 إلى 1 000 km	< 30 MHz	خسارة على المسير	من نقطة-إلى-نقطة	وصلات ثابتة عبر الأفق	تقنيات التنبؤ بالانتشار والمعطيات المطلوبة من أجل تصميم أنظمة المرحلة الراديو العابرة للأفق	التوصية ITU-R P.617

الجدول 1 (تابع)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
بيانات الأرصاد الجوية التردد زاوية الارتفاع ارتفاع المحطة الأرضية الفصل والزوايا بين مواقع المحطات الأرضية (في حالة كسب التنوع) قطر الهوائي والكفاءة (في حالة التناكول) زاوية الاستقطاب (في حالة XPD ⁽²⁾)	لا توجد حدود	غير مطبقة	0,001 إلى 5 (في حالة التوهين بالمطر؛ 0,001 إلى 50 (في حالة التوهين الكامل؛ 0,001 إلى 1 في حالة التمييز XPD ⁽²⁾)	أي ارتفاع مداري عملي	من 1 إلى GHz 55	خسارة على المسير كسب التنوع وفك الاقتران XPD ⁽²⁾ (في وجود الهواطل)	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلي	بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.618
خسارة الإرسال الدنيا الأساسية التردد النسبة المئوية من الوقت زاوية ارتفاع المحطة الأرضية تطبيقات الطيران)	حدود غير معرفة داخل الطبقة السطحية للغلاف الجوي (لا تناسب تطبيقات الطيران)	غير مطبقة	من 0,001 إلى 50	حتى 200 km	من 100 MHz إلى 105 GHz	المسافة التي تتحقق منها الخسارة المطلوبة على المسير	مسافة التنسيق	تنسيق الترددات للمحطة الأرضية	معطيات الانتشار المطلوبة لتقدير مسافات التنسيق في مدى الترددات من 100 MHz إلى 105 GHz	التوصية ITU-R P.620
احتمال التجاوز	لا توجد حدود	غير مطبقة	من 0.01 إلى 2 من أجل معدل هطول الأمطار والتوهين الناجم عن المطر على طول مسير الميل	أي ارتفاع مداري عملي	من 12 إلى GHz 50	تغير ظواهر الانتشار	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلي نماذج معدل الأمطار	وصف خصائص التغير لظاهرة الانتشار وتقدير المخاطر المرتبطة بهامش الانتشار	التوصية ITU-R P.678
احتمال التجاوز	لا توجد حدود	حدود غير معرفة	غير مطبقة	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,5 إلى GHz 5,1	خسارة المسير تأثير البيئة المحلية	من نقطة-إلى-منطقة	إذاعة ساتلية	بيانات الانتشار المطلوبة لتصميم الأنظمة الإذاعية الساتلية	التوصية ITU-R P.679
التردد زاوية الارتفاع الكسب الأقصى للهوائي في اتجاه التسديد	لا توجد حدود	غير مطبقة	حتى 0,001% عبر توزيع Rice-Nakagami حد مقداره 0,01% من أجل التداخل ⁽¹⁾	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,8 إلى GHz 8	خو على سطح البحر مدة الخبو التداخل (من ساتل مجاور)	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة متنقلة بحرية ساتلية	Propagation data required for the design of Earth-space maritime mobile telecommunication systems	التوصية ITU-R P.680

الجدول 1 (تابع)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
التردد زاوية الارتفاع النسبة المئوية للمسافة المختارة النسبة التقريبية للحجب البصري	لا توجد حدود	غير مطبقة	غير مطبقة النسبة المئوية للمسافة المختارة: 1 إلى 80% (1)	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,8 إلى GHz 20	خجو على المسير مدة الخجو مدة غياب الخجو	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة متنقلة برية ساتلية	بيانات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات البرية المتنقلة أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.681
التردد زاوية الارتفاع الاستقطاب الكسب الأقصى للهوائي في اتجاه التسديد ارتفاع الهوائي	لا توجد حدود للخجو على سطح البحر حتى 1 km للانعكاس الأرضي أثناء الهبوط	غير مطبقة	حتى 0,001% عبر توزيع Rice- ⁽¹⁾ Nakagami	أي ارتفاع مداري عملي	من 1 إلى GHz 2 خجو على سطح البحر انتشار عبر مسيرات متعددة انطلاقاً من الأرض والطائرة أثناء الهبوط من 1 إلى GHz 3 (انتشار عبر مسارات متعددة انطلاقاً من الأرض)	خجو على سطح البحر انتشار عبر مسيرات متعددة انطلاقاً من الأرض والطائرة أثناء الهبوط	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة متنقلة للطيران ساتلية	معطيات الانتشار المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة للطيران أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.682
خط العرض وخط الطول للمرسل خط العرض وخط الطول للمستقبل المسافة قدرة المرسل التردد ثوابت أرضية الموسم عدد الكلف الشمسية الساعة من اليوم	غير مطبق	غير مطبقة	50	من 0 إلى 16 000 km	من 30 إلى 150 kHz	شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية	من نقطة-إلى-نقطة من نقطة-إلى- منطقة	خدمة ثابتة خدمة متنقلة	التنبؤ بشدة المجال عند الترددات تحت 150 kHz تقريباً	التوصية ITU-R P.684
التردد المسافة قدرة المرسل كسب الهوائي	غير مطبق	غير مطبقة	من 0 إلى 5	من 100 إلى 1 000 km	من 30 إلى 100 MHz	القدرة المستقبلية معدل الرشقات	من نقطة-إلى-نقطة عبر رشقات شهابية	خدمة ثابتة خدمة متنقلة إذاعة	Communication by meteor- burst propagation	التوصية ITU-R P.843
خط العرض وخط الطول للمرسل خط العرض وخط الطول للمستقبل المسافة عدد الكلف الشمسية قدرة المرسل التردد	غير مطبق	غير مطبقة	1، 10، 50	من 50 إلى 12 000 km	من 0,15 إلى 1,7 MHz	شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية	من نقطة-إلى- منطقة	إذاعة	التنبؤ بشدة مجال الموجة الأيونوسفيرية عند ترددات بين 150 و 1 700 kHz تقريباً	التوصية ITU-R P.1147

الجدول 1 (تابع)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
التردد المسافة عوامل تتعلق بالأسقف والحوائط	الثابت: حوالي 2 m إلى 3 m المتنقل: حوالي 0,5 m إلى 3 m	غير مطبقة	غير مطبقة	داخل المباني	من 900 MHz إلى 100 GHz	خسارة على المسير امتداد التأخير	أساليب الانتشار داخل المباني	خدمة متنقلة شبكة محلية راديوية	بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ لتخطيط أنظمة الاتصالات الراديوية العاملة داخل المباني وشبكات المنطقة المحلية الراديوية العاملة في مدى الترددات بين 300 MHz و 100 GHz	التوصية ITU-R P.1238
التردد أبعاد الخلية ارتفاع المطاريف المعلومات الإحصائية المتعلقة بارتفاع المباني	لا توجد أي حدود؛ 0 إلى 300 m (حالة نمطية)	حتى 100	من 0,001 إلى 1 (لحساب انخفاض التغطية بسبب المطر)	من 0 إلى 5 km	من 3 إلى 60 GHz	تغطية انخفاض التغطية المؤقت بسبب المطر	من نقطة-إلى- منطقة	نفاذ راديوي عريض النطاق	معطيات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة النفاذ الراديوية عريضة النطاق للأرض العاملة في نطاق التردد من 3 إلى 60 GHz	التوصية ITU-R P.1410
التردد المسافة أبعاد الشوارع ارتفاعات الهياكل	الثابت: حوالي 4 إلى 50 m المتنقل: حوالي 0,5 إلى 3 m	غير مطبقة	غير مطبقة	> 1 km	من 300 MHz إلى 100 GHz	خسارة الانتشار امتداد التأخير	أساليب الانتشار على مسيرات قصيرة المسافة	متنقلة	بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ لتخطيط أنظمة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى المعدة للعمل خارج المباني والشبكات المحلية الراديوية في مدى الترددات المتراوحة بين 300 MHz و 100 GHz	التوصية ITU-R P.1411

التوصية ITU-R P.1144-7

الجدول 1 (تابع)

الطريقة	العنوان	التطبيق	النمط	بيانات الخرج	التردد	المسافة	النسبة المئوية من الوقت	النسبة المئوية من المواقع	ارتفاع المطراف	بيانات الدخل
التوصية ITU-R P.1546	طريقة التنبؤ من نقطة-إلى-منطقة لخدمات الأرض في مدى الترددات بين 30 MHz و 3 000 MHz	خدمات الأرض	من نقطة-إلى-منطقة	شدة المجال	من 30 إلى 3 000 MHz	من 1 إلى 1 000 km	من 1 إلى 50	من 1 إلى 99	المرسل/الثابت : الارتفاع الفعلي من أقل من 0 m إلى 3 000 m المستقبل/المتنقل : m 1 ≤	ارتفاع التضاريس وتغطية الأرض (اختياري) صنف المسير المسافة ارتفاع هوائي الإرسال التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي الاستقبال زاوية خلوص التضاريس الأرضية النسبة المئوية للمواقع تدرج الانكسارية
التوصية ITU-R P.1622	Prediction methods required for the design of Earth-space systems operating between 20 THz and 375 THz	وصلات بصرية ساتلية	من نقطة-إلى-نقطة	خسارة بسبب الامتصاص خسارة بسبب الانتثار ضوضاء الخلفية اتساع التلاؤم زاوية الوصول نقل الحزمة تمديد الحزمة	من 20 إلى 375 THz	وصلات بصرية أرض-فضاء للمجال البعيد	غير مطبقة	غير مطبقة	لا توجد أي حدود	طول الموجة ارتفاع المطراف زاوية الارتفاع معلمة بنية الاضطرابات
التوصية ITU-R P.1623	طريقة التنبؤ بديناميات الخبو على المسيرات أرض-فضاء	ساتلية	من نقطة-إلى-نقطة	مدة الخبو ميل الخبو	من 10 إلى 50 GHz	أي ارتفاع مداري عملي	غير مطبقة	غير مطبقة	لا توجد أي حدود	التردد زاوية الارتفاع عتبة التوهين عرض نطاق المرشح
التوصية ITU-R P.1812	طريقة تنبؤ بانتشار خاصة بمسير لخدمات الأرض من نقطة-إلى-منطقة في نطاقات الموجات المترية (VHF) والموجات الاديسمترية (UHF)	خدمات الأرض	من نقطة-إلى-منطقة	شدة المجال	30-3 000 MHz	غير محددة ولكنها تصل إلى الأفق الراديوي وتتجاوز	من 1 إلى 50	من 1 إلى 99	لا توجد قيم محددة داخل الطبقة السطحية للغلاف الجوي (لا تناسب تطبيقات الطيران)	بيانات المظهر الجانبي للمسير التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي المرسل ارتفاع هوائي المستقبل خط طول وعرض المرسل خط طول وعرض المستقبل بيانات أرضاد جووية الاستقطاب

الجدول 1 (تتمة)

بيانات الدخل	ارتفاع المطارات	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
طول الموجة الرؤية (في الضباب) طول المسير معلمة بنية الاضطرابات	لا توجد حدود	غير مطبقة	غير مطبقة	لا توجد حدود	من 20 إلى 375 THz	الحسارة بين الامتصاص الحسارة بين الانتثار ضوضاء الخلفية اتساع التلاؤم تمديد الحزمة	من نقطة إلى نقطة	وصلات بصرية للأرض	طرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم الوصلات البصرية للأرض في الفضاء الحُر	التوصية ITU-R P.1814
بيانات أرصاد جوية التردد زاوية الارتفاع ارتفاع المحطة الأرضية المباعدة والزوايا بين مواقع المحطات الأرضية (للكسب المتنوع) قطر الهوائي وكفاءته (بالنسبة للتلاؤم)	لا توجد حدود	غير مطبقة	غير مطبقة	بين 2 و 60 km للمسيرات الأرضية ساتل في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض	من 4 إلى 40 GHz للمسيرات الأرضية ومن 4 إلى 55 GHz للمسيرات أرض-فضاء	توهين المطر لمسيرات الأرض إجمالي التوهين والتلاؤم التروبوسفيري للمسيرات أرض-فضاء	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة ساتلية للأرض	تركيب السلاسل الزمنية للتوهين التروبوسفيري	التوصية ITU-R P.1853
بيانات وصف المسير التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي الإرسال وكسبه واتجاه السمات الخاص به ارتفاع هوائي الاستقبال وكسبه واتجاه السمات الخاص به خط الطول والعرض للمرسل خطا الطول والعرض للمستقبل الاستقطاب	">8000 متر فوق متوسط مستوى سطح البحر (m.s.l) ولكن بالقرب من سطح الأرض، داخل التروبوسفير"	غير مطبقة	من 0,001 إلى 99,999	من 3 إلى 1 000 km	من 30 إلى 50 GHz	حسارة المسير	من نقطة إلى نقطة	خدمات الأرض	نموذج انتشار أرضي واسع المدى للأغراض العامة في مدى الترددات من 30 MHz إلى 50 GHz	التوصية ITU-R P.2001
بيانات أرصاد جوية التردد زاوية الارتفاع التيسر ارتفاع المنصة المحمولة جواً قطر الهوائي وكفاءته (بالنسبة للتلاؤم)	بين سطح الأرض والفضاء	غير مطبقة	من 0,001 إلى 50	أي ارتفاع	من 1 إلى 55 GHz	حسارة المسير	من نقطة إلى نقطة	محمول جواً	التنبؤ بتوهين المسير على الوصلات بين منصة محمولة جواً والفضاء وبين منصة محمولة جواً وسطح الأرض	التوصية ITU-R P.2041

(1) النسبة المئوية من الانقطاع؛ من أجل تيسر الخدمة، تطرح القيمة من 100.

(2) XPD: تمييز الاستقطاب المتقاطع.

الجدول 2

المنتجات الرقمية لقطاع الاتصالات الراديوية من أجل أساليب التنبؤ بانتشار الموجات الراديوية

تعليقات	استكمال داخلي للمتغير	استكمال داخلي من حيث الاحتمال	الاستكمال الداخلي المكاني اللازم (انظر الملحق 1)	استبانة الشبكة	الوصف	توصيات قطاع الاتصالات الراديوية
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	متوسط ΔN السنوي متوسط N_0 السنوي	P.452
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتريوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	القيمة المتوسطة للفترة الرطبة للانكسارية (Nwet)	P.453
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$0.75^\circ \times 0.75^\circ$	<ul style="list-style-type: none"> تدرج الانكسارية في أخفض 65 m من الغلاف الجوي (وحدات km/N) تدرج الانكسارية في أخفض 1 km من الغلاف الجوي (وحدات km/N) النسبة المئوية من الزمن التي يكون تدرج الانكسارية أثناءها في أدنى $-100 < 100$ m وحدات km/N 	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتريوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	بيانات مجرى السطح	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتريوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	بيانات المجرى المرفوع	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتريوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	خرائط رقمية من أجل ΔN و N_0	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	غير مطلوب	$0.5^\circ \times 0.5^\circ$	مناطق مناخ الانتشار التريوسفيري	P.617
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$0.5^\circ \times 0.5^\circ$	خريطة للمعدلات المناخية	P.678
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$	<ul style="list-style-type: none"> مُعَامِلَات طول مسير التجاوز على طول المسيرات أرض-فضاء دالتي التقابل للمكونين الهيدروستاتي والرطب 	P.834
			غير مطلوب	$5^\circ \times 5^\circ$		

الجدول 2 (تابع)

تعليقات	استكمال داخلي للمتغير	استكمال داخلي من حيث الاحتمال	الاستكمال الداخلي المكاني اللازم (انظر الملحق 1)	استبانة الشبكة	الوصف	توصيات قطاع الاتصالات الراديوية
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتروبوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير مطبق	غير مطلوب	353 موقعاً	البيانات التجريبية للخصائص الجوية الرأسية (الملحق 2)	P.835
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتروبوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير مطبق	غير محدد	1.5° × 1.5°	بيانات التنبؤ بالطقس للخصائص الجوية الرأسية (الملحق 3)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية ⁽¹⁾	1.125° × 1.125°	احتمال تجاوز بخار الماء العمودي (IWVC) (%)	P.836
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية ⁽¹⁾	1.125° × 1.125°	احتمال تجاوز كثافة بخار الماء عند سطح الأرض (Rho) (%)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية ⁽¹⁾	1.125° × 1.125°	ارتفاع مستوى بخار الماء	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتروبوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	1.125° × 1.125°	احتمال تجاوز معدل تساقط الأمطار (%) (معدل الأمطار)	P.837
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	غير مطلوبة	غير مطبقة	تحويل إحصاءات معدل الأمطار بأزمنة تكامل مختلفة (الملحق 3)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	1.5° × 1.5°	متوسط الارتفاع (km) السنوي لخط تساوي درجة الحرارة (صفر درجة)	P.839
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية	1.125° × 1.125°	الإحصاءات السنوية للمحتوى العمودي للماء السائل المنخفض في السحاب الإحصاءات الشهرية للمحتوى العمودي للماء السائل المنخفض في السحاب تقريب محتوى الماء السائل المنخفض في السحاب بتوزع لوغاريتمي طبيعي	P.840
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتروبوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	1.5° × 1.5°	متوسط درجة الحرارة السنوية على السطح	P.1510
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي التكعيب	0.5° × 0.5°	الارتفاع الطبوغرافي (a.m.s.l.) (km)	P.1511

الجدول 2 (تتمة)

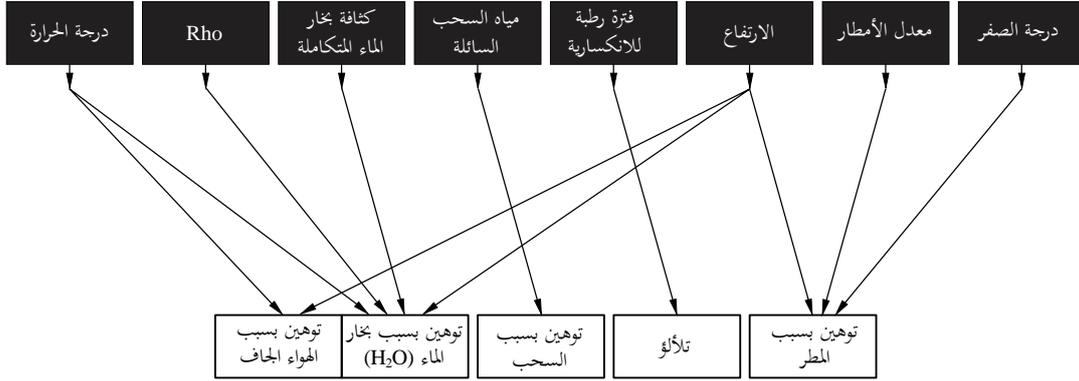
أسماء الملفات	استكمال داخلي للمتغير	استكمال داخلي من حيث الاحتمال	الاستكمال الداخلي المكاني اللازم (انظر الملحق 1)	استبانة الشبكة	الوصف	توصيات القطاع ITU-R
يُحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	متوسط ΔN السنوي متوسط N_0 السنوي	ITU-R P.1812
يُحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. ⁽²⁾	خطي	غير مطبق	ثنائي الخطية	متعددة	الانكسارية والتدرج عند مستوى سطح الأرض في الكيلومتر الأدنى من الغلاف الجوي	ITU-R P.2001
FoEs50.txt FoEs10.txt FoEs01.txt FoEs0.1.txt	خطي	خطي	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	التردد الحرج للانتشار المتفرق للطبقة E ($F_0 E_s$)	ITU-R P.2001 و ITU-R P.534

(1) تجرى معايرة المتغيرات عند النقاط الشبكية المحيطة بالارتفاع المطلوب قبل الاستكمال الداخلي المكاني وفقاً لإجراء المعايرة المبين في التوصية.

(2) يرد ملف المعلومات (readme) ضمن الملف (المكونات) المضغوط على الصفحة الإلكترونية المصاحبة للتوصية.

يبين الشكل 1 العلاقة بين الخرائط الجغرافية (الخانات السوداء) وتأثير الانتشار (الخانات البيضاء) لتيسير الاطلاع.

الشكل 1



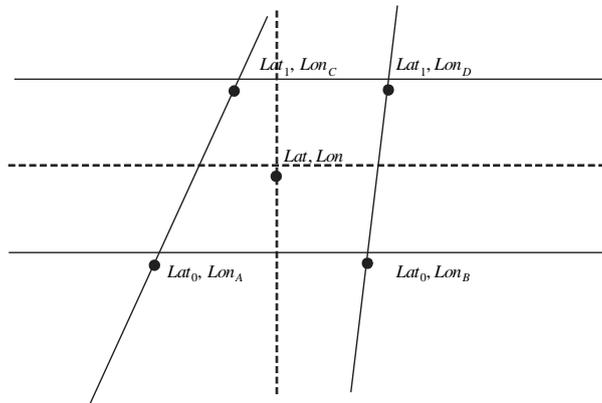
P.1144-01

الملحق 1

1 أ استكمال داخلي ثنائي الخطية على شبكة شبه منحرفة

البيان: قيم X عند النقاط الأربع المحيطة بالشكل: (Lat_0, Lon_A) و (Lat_0, Lon_B) و (Lat_1, Lon_C) و (Lat_1, Lon_D) أي $X(Lat_0, Lon_A)$ و $X(Lat_0, Lon_B)$ و $X(Lat_1, Lon_C)$ و $X(Lat_1, Lon_D)$.
المسألة: تحديد قيمة $X(Lat, Lon)$ في نقطة فاصلة (Lat, Lon) ، باستعمال الاستكمال الداخلي ثنائي الخطية.

الشكل 2



P.1144-02

الحل: تعريف المتغيرين المساعدین s و t :

$$t = \frac{Lat - Lat_0}{Lat_1 - Lat_0}$$

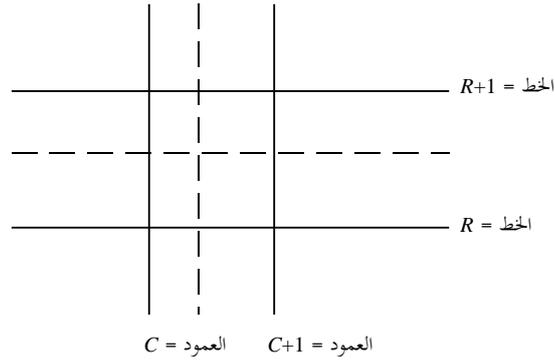
$$s = \frac{Lon - Lon_A + t(Lon_A - Lon_C)}{Lon_B - Lon_A + t(Lon_A - Lon_C + Lon_D - Lon_B)}$$

وحساب:

$$\begin{aligned}
X(Lat, Lon) &= (1 - s) (1 - t) X(Lat_0, Lon_A) \\
&+ (1 - s) t X(Lat_1, Lon_C) \\
&+ s (1 - t) X(Lat_0, Lon_B) \\
&+ t s X(Lat_1, Lon_B)
\end{aligned}$$

1 ب استكمال داخلي ثنائي الخطية على شبكة مربعة

الشكل 3



P.1144-0 3

البيان: قيم I في النقاط الأربع المحيطة بالشكل: $I(R, C)$ و $I(R, C + 1)$ و $I(R + 1, C)$ و $I(R + 1, C + 1)$ حيث R و $R + 1$ و C و $C + 1$ هي أعداد صحيحة ترقم الصفوف والأعمدة.

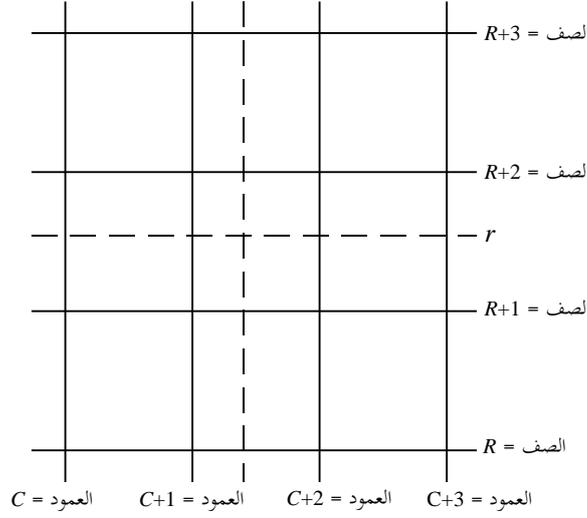
المسألة: تحديد $I(r, c)$ ، حيث تعد r عدداً كسرياً للخطوط بين R و $R + 1$ و c عدداً كسرياً للأعمدة بين C و $C + 1$ باستعمال الاستكمال الداخلي ثنائي الخطية.

الحل: حساب

$$\begin{aligned}
I(r, c) &= I(R, C) [(R + 1 - r)(C + 1 - c)] \\
&+ I(R + 1, C) [(r - R)(C + 1 - c)] \\
&+ I(R, C + 1) [(R + 1 - r)(c - C)] \\
&+ I(R + 1, C + 1) [(r - R)(c - C)]
\end{aligned}$$

2 استكمال داخلي ثنائي التكعيب

الشكل 4



P1144-0 4

البيان: قيم I في نقاط الشبكة الست عشرة المحيطة:

$$\begin{aligned}
 &I(R,C), I(R,C+1), I(R,C+2), I(R,C+3), \\
 &I(R+1,C), I(R+1,C+1), I(R+1,C+2), I(R+1,C+3), \\
 &I(R+2,C), I(R+2,C+1), I(R+2,C+2), I(R+2,C+3), \\
 &I(R+3,C), I(R+3,C+1), I(R+3,C+2), I(R+3,C+3).
 \end{aligned}$$

حيث R و $R+1$ ، إلخ...؛ و C و $C+1$ إلخ... هي أعداد صحيحة.

المسألة: حساب $I(r,c)$ ، حيث تعد r عدداً كسرياً للخطوط بين $R+1$ و $R+2$ و c عدداً كسرياً للأعمدة بين $C+1$ و $C+2$ باستعمال الاستكمال الداخلي ثنائي التكعيب.

الحل:

الخطوة 1: حساب القيمة المستكملة عند كل عدد كسري في العمود c المرغوب بالنسبة إلى كل صف x ، حيث $x = \{r, r+1, r+2, r+3\}$ ، كالتالي:

$$RI(X,c) = \sum_{j=C}^{C+3} I(X,j) K(c-j)$$

حيث:

$$K(\delta) = \begin{cases} (a+2)|\delta|^3 - (a+3)|\delta|^2 + 1 & \text{for } 0 \leq |\delta| \leq 1 \\ a|\delta|^3 - 5a|\delta|^2 + 8a|\delta| - 4a & \text{for } 1 \leq |\delta| \leq 2 \\ 0 & \text{for } 2 \leq |\delta| \end{cases}$$

و

$$a = -0,5$$

الخطوة 2: حساب $I(r,c)$ باستعمال الاستكمال الداخلي للاستكمالات أحادية الأبعاد، $RI(R,c)$ و $RI(R+1,c)$ و $RI(R+2,c)$ و $RI(R+3,c)$ بنفس الطريقة المستعملة في استكمالات الصفوف.

3 الإحداثيات الجغرافية والارتفاع

ما لم يُنص على خلاف ذلك، فإن خطوط الطول والعرض في سلسلة التوصيات P لقطاع الاتصالات الراديوية هي خطوط جيوديسية وليست مقيسة بالنسبة إلى مركز الأرض؛ أي تؤخذ خطوط الطول والعرض بالنسبة إلى المحسم الإهليلجي WGS-84 (أي أن خطوط الطول والعرض تقدّم عادة بأنظمة الملاحة الساتلية العالمية مثل GPS).

وما لم يُنص على خلاف ذلك، فإن الارتفاع في سلسلة التوصيات P لقطاع الاتصالات الراديوية هو الارتفاع فوق متوسط مستوى سطح البحر وليس الارتفاع بالنسبة إلى المحسم الإهليلجي WGS-84. ويمكن أن يقرب الارتفاع فوق متوسط مستوى سطح البحر h_{amsl} (m) من الارتفاع بالنسبة إلى المحسم الإهليلجي WGS-84، h_{WGS-84} (m)، على النحو التالي:

$$h_{amsl} = h_{WGS84} - h_{EGM2008} \quad (m)$$

حيث يعرف الارتفاع $h_{EGM2008}$ (m) كالتموج في نسخة عام 2008 من نموذج الجاذبية الأرضية لدى الوكالة الوطنية للاستخبارات الجغرافية المكانية (NGA) بالولايات المتحدة. ويمكن الحصول على قيم EGM2008 في مواقع محددة من تطبيقات مختلفة. وعلى النحو المبين في الشكل 5، يبلغ فرق أسوأ الحالات بين الارتفاع بالنسبة إلى المحسم الإهليلجي WGS-84 والارتفاع فوق متوسط مستوى سطح البحر ~ 100 m. وينبغي للمستخدمين الانتباه إلى أن مصادر مختلفة للارتفاع (مثل أجهزة استقبال GPS، أو برنامج المعلومات الجغرافية أو نظام المعلومات الجغرافية، وما إلى ذلك) يمكن أن تستخدم مراجع مختلفة للارتفاع.

الشكل 5

EGM2008 (m)

