

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R P.1144-10**  
(2019/08)

دليل تطبيق أساليب الانتشار للجنة  
الدراسات 3 للاتصالات الراديوية

السلسلة P  
انتشار الموجات الراديوية

## تمهيد

يضع قطاع الاتصالات الراديوية دور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

## سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها 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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
<b>انتشار الموجات الراديوية</b>	<b>P</b>
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
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 هذا المنشور بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

## التوصية ITU-R P.1144-10

## دليل تطبيق أساليب الانتشار للجنة الدراسات 3 للاتصالات الراديوية

(1995-1999-2001-2007-2009-2012-2015-2017/06-2017/12-2019)

### 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 والخروج اللازمة لكل من هذه الأساليب.

### مصطلحات أساسية

انتشار الموجات الراديوية، أساليب التنبؤ، منتجات رقمية، الاستكمال الداخلي المكاني، نظام مراجع الارتفاع

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

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

### توصي

**1** بأنه ينبغي أن 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** بأنه ينبغي أن 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 -** ترافق كلاً من توصيات قطاع الاتصالات الراديوية في الجدول 1، أعمدة خاصة بالمعلومات تدل على:

**التطبيق:** الخدمة (الخدمات) أو التطبيق الذي تكرر 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 بضع 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 للمستخدمين مسحاً سريعاً لقدرات التوصيات (وحدودها) دون الاضطرار إلى البحث عنها في النص.

## الجدول 1

## الأساليب التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية للتنبؤ بالانتشار بالموجات الراديوية

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة 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: حد أدنى يبلغ 1,5 m H2: حد أدنى يبلغ 1,5 m	غير مطبقة	من 1 إلى 99	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 المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF) والموجات السنتيمترية (SHF)	التوصية ITU-R P.528

التوصية ITU-R P.1144-10

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 إعاقة 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 الهواطل <sup>(1)</sup> والشهر الأسوأ بالنسبة للتوهين	وصولاً إلى 200 km في حال خط البصر	من 150 MHz إلى 100 GHz تقريباً	خسارة على المسير تحسن في التنوع (ظروف الجو الصافي) XPD <sup>(2)</sup> 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 الديكامتريّة (HF)	التوصية ITU-R P.533
المسافة التردد	غير مطبق	غير مطبقة	من 0,1 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	0,001 إلى 99,999	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 الراديوية 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 والزاوية بين مواقع المحطات الأرضية (في حالة كسب التنوع) قطر الهوائي والكفاءة (في حالة التالو) زاوية الاستقطاب (في حالة XPD <sup>(2)</sup> )	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 <sup>(2)</sup> )	أي ارتفاع مداري عملي	من 1 إلى 55 GHz	خسارة على المسير كسب التنوع وفك الاقتران XPD <sup>(2)</sup> (في وجود الهواطل)	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلي	بيانات الانتشار وطرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم أنظمة الاتصالات أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.618
التردد زاوية ارتفاع المحطة الأرضية فصل المسار الزاوي طول المسير التوهين الغازي كسب التالو التوهين الأقصى المسموح به في الإشارة المطلوبة	لا توجد حدود	غير مطبقة	0,001 إلى 50	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,1 GHz إلى 100 GHz	خسارة إرسال أساسية لتداخل وحيد المصدر خسارة إرسال أساسية في الجور الصافي لتداخل متعدد المصادر	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلي	بيانات الانتشار المطلوبة لتقدير التداخل بين محطات في الفضاء ومحطات على سطح الأرض	التوصية ITU-R P.619
خسارة الإرسال الدنيا الأساسية التردد النسبة المئوية من الوقت زاوية ارتفاع المحطة الأرضية	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 50 إلى 12 GHz	تغير ظواهر الانتشار	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلي نماذج معدل الأمطار	وصف خصائص التغير لظاهرة الانتشار وتقدير المخاطر المرتبطة بمش الانتشار	التوصية ITU-R P.678
التردد زاوية الارتفاع الكسب الأقصى للهوائي في اتجاه التسديد	حدود غير معرفة	حدود غير معرفة	غير مطبقة	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,5 إلى 5,1 GHz	خسارة المسير تأثير البيئة المحلية	من نقطة-إلى-منطقة	إذاعة ساتلية	بيانات الانتشار المطلوبة لتصميم الأنظمة الإذاعية الساتلية	التوصية ITU-R P.679

التوصية ITU-R P.1144-10

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 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 <sup>(1)</sup>	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,8 إلى 8 GHz	خبو على سطح البحر مدة الخبو التداخل (من ساتل مجاور)	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة متنقلة بحرية ساتلية	بيانات الانتشار الضرورية لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة البحرية أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.680
التردد زاوية الارتفاع النسبة المئوية للمسافة المجتازة النسبة التقريبية للحجب البصري	لا توجد حدود	غير مطبقة	غير مطبقة النسبة المئوية للمسافة المجتازة: 1 إلى 80% <sup>(1)</sup>	أي ارتفاع مداري عملي	من 0,8 إلى 20 GHz	خبو على المسير مدة الخبو مدة غياب الخبو	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 للخبو على سطح البحر حتى 1 km للانعكاس الأرضي أثناء الهبوط	غير مطبقة	حتى 0,001% عبر توزيع Rice-Nakagami <sup>(1)</sup>	أي ارتفاع مداري عملي	من 1 إلى 2 GHz (خبو على سطح البحر) من 1 إلى 3 GHz (انتشار عبر مسارات متعددة انطلاقاً من الأرض)	خبو على سطح البحر انتشار عبر مسارات 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 1 000 إلى 100 km	من 30 إلى 100 MHz	القدرة المستقبلية معدل الرشقات	من نقطة-إلى-نقطة عبر رشقات شهابية	خدمة ثابتة خدمة متنقلة إذاعة	الاتصالات التي تستعمل الانتشار بالرشقات الشهابية	التوصية ITU-R P.843



## التوصية ITU-R P.1144-10

### الجدول 1 (تابع)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
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 12 000 إلى 50 km	من 0,15 إلى MHz 1,7	شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية	من نقطة-إلى- منطقة	إذاعة	التنبؤ بشدة مجال الموجة الأيونوسفيرية عند ترددات بين 150 kHz و 1 700 تقريباً	التوصية ITU-R P.1147
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 300 MHz إلى 450 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 المطراف 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	معديات 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

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 أبعاد الشوارع ارتفاعات الهياكل	الثابت: حوالي 4 إلى 50 m المتنقل: حوالي 0,5 إلى 3 m	غير مطبقة	غير مطبقة	km 1 >	من 300 MHz إلى 100 GHz	خسارة الانتشار امتداد التأخر	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 المتروحة بين 300 MHz و 100 GHz	التوصية ITU-R P.1411
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	المرسل/الثابت: الارتفاع الفعلي من أقل من 0 m إلى 3 000 m المستقبل/المتنقل: m 1 ≤	من 1 إلى 99	من 1 إلى 50	من 1 إلى 1 000 km	من 30 إلى 4 000 MHz	شدة المجال	من نقطة-إلى- منطقة	خدمات الأرض	طريقة التنبؤ من نقطة-إلى-منطقة لخدمات الأرض في مدى الترددات بين 30 MHz و 3 000 MHz	التوصية ITU-R P.1546
طول الموجة ارتفاع المطراف زاوية الارتفاع معلمة بنية الاضطرابات	لا توجد أي حدود	غير مطبقة	غير مطبقة	وصلات بصرية أرض-فضاء للمجال البعيد	من 20 إلى 375 THz	خسارة بسبب الامتصاص خسارة بسبب الانتثار ضوضاء الخلفية اتساع التلاؤم زاوية الوصول نقل الحزمة تمديد الحزمة	من نقطة-إلى-نقطة	وصلات بصرية ساتلية	طرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم الأنظمة أرض- فضاء العاملة بين 20 THz و 375 THz	التوصية ITU-R P.1622

## التوصية ITU-R P.1144-10

## 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 عتبة التوهين عرض نطاق المرشح	لا توجد حدود	غير مطبقة	غير مطبقة	أي ارتفاع مداري عملي	من 10 إلى 50 GHz	مدة الخبو، ميل الخبو	من نقطة-إلى-نقطة	ساتلية	طريقة التنبؤ بديناميات الخبو على المسيرات أرض-فضاء	التوصية ITU-R P.1623
بيانات المظهر الجانبي للمسير التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي المرسل ارتفاع هوائي المستقبل خطا طول وعرض المرسل خطا طول وعرض المستقبل بيانات أرصاء جوية الاستقطاب	لا توجد قيم محددة داخل الطبقة السطحية للغلاف الجوي (لا تناسب تطبيقات الطيران)	من 1 إلى 99	من 1 إلى 50	غير محددة ولكنها تصل إلى الأفق الراديوي وتتجاوزه	3 000-30 MHz	شدة المجال	من نقطة-إلى- منطقة	خدمات الأرض	طريقة تنبؤ بانتشار خاصة بمسير لخدمات الأرض من نقطة-إلى- منطقة في نطاقات الموجات المترية (VHF) والموجات الديسيمترية (UHF)	التوصية ITU-R P.1812
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 التلألؤ تمديد الحزمة	من نقطة-إلى-نقطة	وصلات بصرية للأرض	طرائق التنبؤ المطلوبة لتصميم الوصلات البصرية للأرض في الفضاء الحر	التوصية ITU-R P.1814
بيانات أرصاء جوية التردد زاوية الارتفاع ارتفاع المحطة الأرضية المباعدة والزوايا بين مواقع المحطات الأرضية (للكسب المتنوع) قطر الهوائي وكفاءته (بالنسبة للتلألؤ)	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 وللمسيرات الأرضية ومن 4 إلى 55 GHz للمسيرات أرض-فضاء	توهين المطر لمسيرات الأرض إجمالي التوهين والتلألؤ التروبوسفيري للمسيرات أرض-فضاء	من نقطة-إلى-نقطة	خدمة ساتلية للأرض	تركيب السلاسل الزمنية للتوهين التروبوسفيري	التوصية ITU-R P.1853

## التوصية ITU-R P.1144-10

## الجدول 1 (تتمّة)

بيانات الدخل	ارتفاع المطراف	النسبة المئوية من المواقع	النسبة المئوية من الوقت	المسافة	التردد	بيانات الخرج	النمط	التطبيق	العنوان	الطريقة
بيانات وصف المسير التردد النسبة المئوية من الوقت ارتفاع هوائي الإرسال وكسبه وإتجاه السمّت الخاص به ارتفاع هوائي الاستقبال وكسبه وإتجاه السمّت الخاص به خط الطول والعرض للمرسل خطا الطول والعرض للمستقبل الاستقطاب	"> 8 000 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	خسارة 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 أرصاء جوية التردد زاوية الارتفاع التيسر ارتفاع المنصة المحمولة جواً قطر الهوائي وكفاءته (بالنسبة للتألو)	بين سطح الأرض والفضاء	غير مطبقة	من 0,001 إلى 50	أي ارتفاع	من 1 إلى 55 GHz	خسارة 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، طرح القيمة من 100.

(2) XPD: تمييز الاستقطاب المتقاطع.

## 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	$1,5 \times 1,5$ °	متوسط $\Delta N$ السنوي متوسط $N_0$ السنوي	P.452
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	لوغاريتمي	ثنائي الخطية	$0,75 \times 0,75$ °	التوزيعات الاحتمالية السنوية والشهرية لفترة الرطوبة للانكسارية عند السطح (Nwet)	P.453
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$0,75 \times 0,75$ °	<ul style="list-style-type: none"> <li>تدرج الانكسارية في أخفض 65 m من الغلاف الجوي (وحدات km/N)</li> <li>تدرج الانكسارية في أخفض 1 km من الغلاف الجوي (وحدات km/N)</li> <li>النسبة المئوية من الزمن التي يكون تدرج الانكسارية أثناءها في أدنى <math>-100 &lt; 100</math> m وحدات km/N</li> </ul>	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتربوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	بيانات مجرى السطح	
يحال إلى الصفحة الإلكترونية لبرمجيات الانتشار الأيونوسفيري والتربوسفيري والضوضاء الراديوية	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	بيانات المجرى المرفوع	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	متوسط $\Delta N$ السنوي متوسط $N_0$ السنوي	P.617
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$0,5 \times 0,5$ °	خريطة للمعدلات المناخية	P.678
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير معرف	ثنائي الخطية غير مطلوب	$1,5 \times 1,5$ ° $5 \times 5$ °	<ul style="list-style-type: none"> <li>مُعَامِلَات طول مسير التجاوز على طول المسيرات أرض-فضاء</li> <li>دالتي التقابل للمكونين الهيدروستاتي والرطب</li> </ul>	P.834

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	$1,5 \times 1,5$ °	بيانات التنبؤ بالطقس للخصائص الجوية الرأسية (الملحق 3)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية <sup>(1)</sup>	$1,125 \times 1,125$ °	احتمال تجاوز بخار الماء العمودي (IWVC) (%)	P.836
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية <sup>(1)</sup>	$1,125 \times 1,125$ °	احتمال تجاوز كثافة بخار الماء عند سطح الأرض (Rho) (%)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	خطي	لوغاريتمي	ثنائي الخطية <sup>(1)</sup>	$1,125 \times 1,125$ °	ارتفاع مستوى بخار الماء	
يحال إلى التوصية	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي التكعيب	$0,5 \times 0,5$ °	الارتفاع الطبوغرافي (a.m.s.l.) (km)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$0,25 \times 0,25$ °	متوسط مجموع التساقطات المطرية الشهرية (mm)	P.837
	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$0,125 \times 0,125$ °	معدل الهطول $R_{0.01}$ (mm/h)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	غير مطلوبة	غير مطبقة	تحويل إحصاءات معدل الأمطار بأزمة تكامل مختلفة (الملحق 2)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	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	$1,125 \times 1,125$ °	الإحصاءات السنوية للمحتوى العمودي للماء السائل المخفض في السحاب الإحصاءات الشهرية للمحتوى العمودي للماء السائل المخفض في السحاب تقريب محتوى الماء السائل المخفض في السحاب بتوزع لوغاريتمي طبيعي	P.840
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. (2)	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$0,75 \times 0,75$ °	متوسط درجة الحرارة الشهرية والسنوية على سطح الأرض	P.1510

## التوصية ITU-R P.1144-10

الجدول 2 (تتمة)

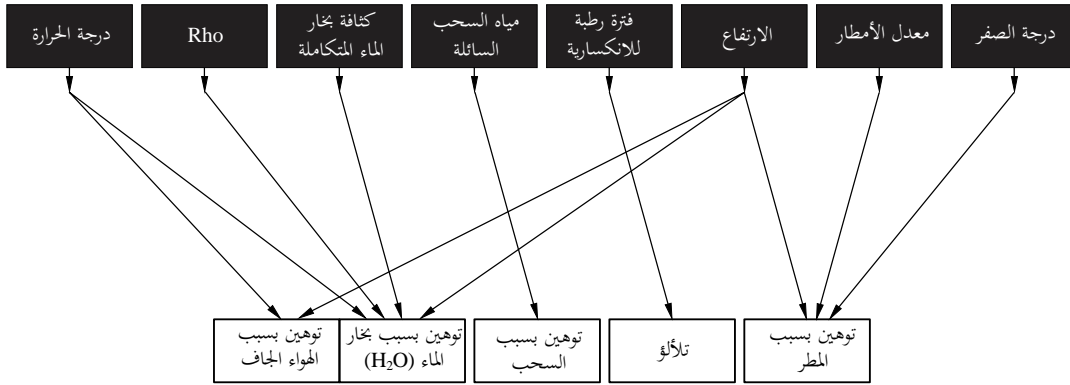
أسماء الملفات	استكمال داخلي للمتغير	استكمال داخلي من حيث الاحتمال	الاستكمال الداخلي المكاني اللازم (انظر الملحق 1)	استبانة الشبكة	الوصف	توصيات القطاع ITU-R
تتضمن هذه التوصية تعاريف خطوط الطول والعرض والارتفاع في توصيات السلسلة P. ويحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. <sup>(2)</sup>	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي التكعيب	$0,08333 \times 0,08333$ °	الارتفاع الطبوغرافي (m) (a.m.s.l.)	P.1511
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. <sup>(2)</sup>	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي التكعيب	$0,08333 \times 0,08333$ °	نموذج الجاذبية الأرضية 2008 (EGM2008) (m)	
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. <sup>(2)</sup>	غير مطبق	غير مطبق	ثنائي الخطية	$1,5 \times 1,5$ °	متوسط $\Delta N$ السنوي متوسط $N_0$ السنوي	ITU-R P.1812
يحال إلى ملف المعلومات المصاحب بشأن أسماء الملفات المطبقة. <sup>(2)</sup>	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 المنفرد 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

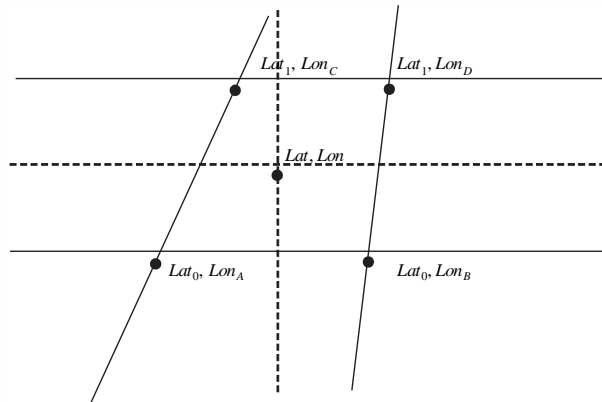
## الملحق 1

### 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  $t$  و  $s$ :

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

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

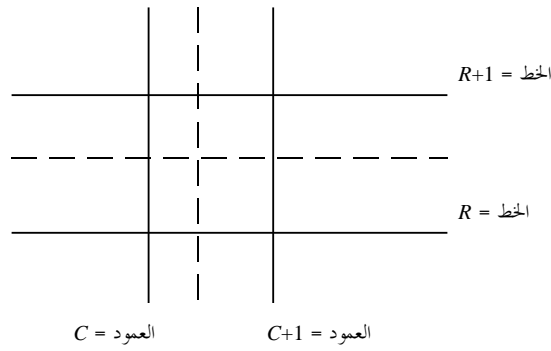


وحساب:

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

### 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 ترقيم الصفوف والأعمدة.

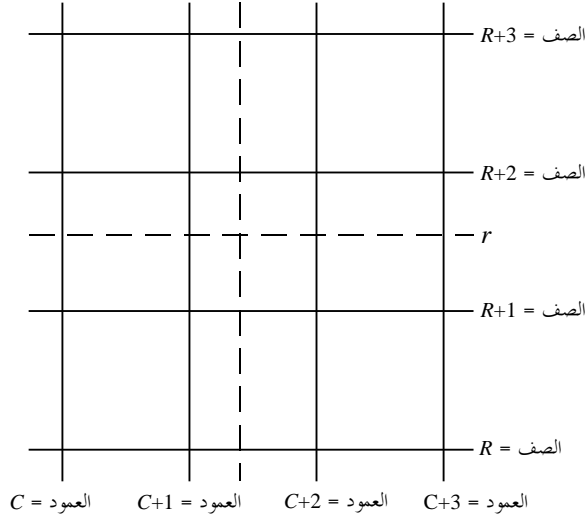
المسألة: تحديد  $I(r, c)$ ، حيث تعد  $r$  عدداً كسرياً للخطوط بين  $R$  و  $R + 1$  و  $c$  عدداً كسرياً للأعمدة بين  $C$  و  $C + 1$  باستعمال الاستكمال الداخلي ثنائي الخطية.

الحل: حساب:

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

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:

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

$$a = -0,5$$

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 التكامل التربيعي الغوسي

التكامل التربيعي الغوسي هو تقريب دقيق لتكاملية محددة إذا كان التكامل  $f(x)$  على تقريب جيدٍ محدودية من الدرجة  $2n-1$  أو أقل خلال فترة التكامل. وينبغي أن تُحدّد قيمة  $n$  استناداً إلى الدقة المطلوبة.

وقيم  $X_i$  ونقاط التربيعي الغوسي و  $W_i$  وأوزان التربيع الغوسي جزء لا يتجزأ من هذه التوصية، وترد في ملفات GaussQuadrature\_n.txt حيث  $n = 16$  و  $32$  و  $64$  و  $128$  و  $256$  داخل ملف Gaussian Quadrature Weights.zip.

#### 1.3 تكاملية فردية

يمكن أن تكون التكاملية الفردية على تقريب جيدٍ بالتكامل التربيعي الغوسي، مع ملاحظة ما يلي:

$$\int_a^b f(x) dx = \int_{-1}^1 \left(\frac{b-a}{2}\right) f\left(\frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2}t\right) dt$$

$$\approx \sum_{i=1}^n W'_i f(X'_i)$$

حيث:

$$W'_i = \left(\frac{b-a}{2}\right) W_i$$

$$X'_i = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2}X_i$$

#### 2.3 تكاملية مضاعفة

يمكن أن تكون التكاملية المضاعفة على تقريب جيدٍ بالتكامل التربيعي الغوسي، مع ملاحظة ما يلي:

$$\int_a^b \int_c^d f(x,y) dx dy = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \left(\frac{b-a}{2}\right) \left(\frac{d-c}{2}\right) f\left(\frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2}s, \frac{c+d}{2} + \frac{d-c}{2}t\right) ds dt$$

$$\approx \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W'_i Y'_j f(X'_i, Z'_j)$$

حيث:

$$W'_i = \left(\frac{b-a}{2}\right) W_i$$

$$X'_i = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2}X_i$$

$$Y'_i = \left(\frac{d-c}{2}\right) W_i$$

$$Z'_i = \frac{c+d}{2} + \frac{d-c}{2}X_i$$