

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R P.836-6
(2017/12)

بخار الماء: الكثافة عند سطح الأرض
والمحتوى الإجمالي لعمود هوائي

السلسلة P
انتشار الموجات الراديوية

تمهيد

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

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
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، 2018

التوصية ITU-R P.836-6

بخار الماء: الكثافة عند سطح الأرض والمحتوى الإجمالي لعمود هوائي

(المسألة 201/3 ITU-R)

(1992-1997-2001-2001-2009-2013-2017)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طرائق التنبؤ بكثافة بخار الماء عند سطح الأرض والمحتوى الإجمالي من بخار الماء في عمود هوائي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه لحساب آثار الانكسار والتوهين الغازي، هناك حاجة إلى معلومات عن كثافة بخار الماء في الجو؛

ب) أن هذه المعلومات ضرورية بالنسبة لكل أجزاء الأرض وكل الفصول،

توصي

باستعمال المعلومات المتضمنة في الملحقين 1 و 2 في الحسابات العالمية لآثار الانتشار التي تحتاج إلى تقدير لكثافة بخار الماء عند سطح الأرض أو للمحتوى الإجمالي من بخار الماء في عمود هوائي وتغيراتها الفصلية، وذلك إذا لم تتيسر بيانات محلية أدق.

الملحق 1

1 كثافة بخار الماء عند سطح الأرض

إن بخار الماء والأكسجين الجويين يسببان امتصاصاً للموجات المليمترية، خاصة بالقرب من خطوط الامتصاص (انظر التوصية ITU-R P.676). ويعتبر تركيز الأكسجين في الجو ثابتاً فيما يتغير تركيز بخار الماء في الجو بتغير المكان والزمان على السواء.

والقيم السنوية لكثافة بخار الماء عند سطح الأرض، ρ ، بوحدة g/m^3 التي يتم تجاوزها لنسب 0,1 و 0,2 و 0,3 و 0,5 و 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99 في المائة من سنة متوسطة تعتبر جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية وهي متاحة في صورة خرائط رقمية ترد في ملف الإضافة R-REC-P.836-6-201712-I!!ZIP.

والقيم الشهرية لكثافة بخار الماء عند سطح الأرض، ρ ، بوحدة g/m^3 التي يتم تجاوزها بنسب 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99 في المائة من شهر متوسط تعتبر جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية ومتاحة في صورة خرائط رقمية ترد في ملف الإضافة.

والبيانات من 0° إلى 360° في خطوط الطول ومن $+90^\circ$ إلى -90° من خطوط العرض وذات استبانة تبلغ $1,125^\circ$ في كل من خطوط الطول والعرض. ويمكن اشتقاق كثافة بخار الماء عند سطح الأرض عند أي موقع على سطح الأرض من خلال طريقة

الاستكمال الداخلي التالية (إذا كانت البيانات المحلية الخاصة بالارتفاع فوق متوسط مستوى سطح البحر في الموقع المطلوب غير متاحة، يمكن استخدام الخريطة الواردة في التوصية ITU-R P.1511):

- أ) تحدد قيمتا الاحتمالين p_{above} (الاحتمال الأعلى) و p_{below} (الاحتمال الأدنى) من قيمة الاحتمال المطلوب، p ، من المجموعة: 0,1 و 0,2 و 0,3 و 0,5 و 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% للإحصاءات السنوية ومن المجموعة: 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% للإحصاءات الشهرية؛
- ب) بالنسبة للاحتمالين الأعلى والأدنى p_{below} و p_{above} ، تحدد كثافتا بخار الماء عند سطح الأرض، ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 عند أقرب أربع نقاط شبكية؛
- ج) باستعمال ملف بيانات القياس الأعلى لبخار الماء، السنوية أو الشهرية التي تقابل الاحتمالين p_{below} و p_{above} ، يتم تحديد المقياس الأعلى لبخار الماء عند أقرب أربع نقاط شبكية $vsch_1$ و $vsch_2$ و $vsch_3$ و $vsch_4$ لكل من الاحتمالين p_{below} و p_{above} ؛
- د) باستعمال الخريطة الرقمية للارتفاعات الطبوغرافية TOPO_0DOT5.txt التي تشكل جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية وترد في ملف الإضافة، تحدد الارتفاعات الطبوغرافية alt_1 و alt_2 و alt_3 و alt_4 عند النقاط الشبكية الأربع الأقرب باستعمال طريقة الاستكمال الداخلي من الدرجة الثالثة ثنائي البعد المحددة في الملحق 1 للتوصية ITU-R P.1144؛
- هـ) لكل نقطة من النقاط الشبكية الأربع الأقرب ولكل احتمال، تحدد كثافة بخار الماء ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 عند الارتفاع المطلوب، alt ، وذلك عن طريق تدرج كثافات بخار الماء ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 باستعمال العلاقة التالية:

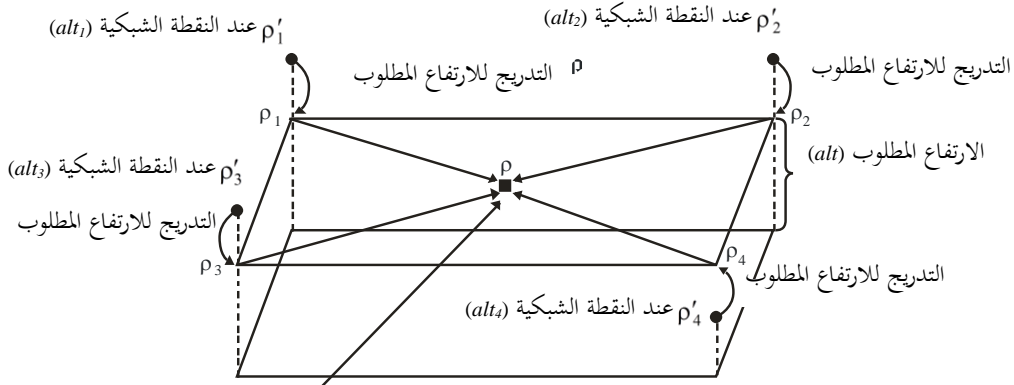
$$(1) \quad \rho_i = \rho'_i e^{-\frac{alt - alt_i}{vsch_i}} \quad \text{for } i = 1, 2, 3, 4$$

- و) تحديد كثافتي بخار الماء، p_{below} و p_{above} عند الاحتمالين p_{below} و p_{above} وعند الموقع المرغوب بإجراء استكمال داخلي ثنائي الخطية للقيم الأربع لكثافة بخار الماء ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 عند النقاط الشبكية الأربع على النحو المبين في التوصية ITU-R P.1144 (الإجراء الخاص بتحديد الكثافتين p_{below} و p_{above} من ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 مبين في الشكل 1 كمرجع)؛
- ز) تحديد كثافة بخار الماء، ρ ، عند الاحتمال المرغوب، p ، بإجراء استكمال داخلي لكل من p_{below} و p_{above} إزاء الاحتمالين p_{below} و p_{above} بالنسبة إلى الاحتمال p على المنحني الخطي ρ إزاء $\log p$.

وترد العلاقات بين كثافة بخار الماء وضغط بخار الماء والرطوبة النسبية في التوصية ITU-R P.453، كمرجع.

الشكل 1

إجراء الاستكمال الداخلي عند احتمالين أكبر وأقل من الاحتمال المطلوب



يجري استكمال داخلي ثنائي الخطية للكثافة p للارتفاع المطلوب وخطي الطول والعرض المطلوبين من النقاط الشبكية الأربع بعد تدرجها لنفس الارتفاع

P.0836-01

الملحق 2

1 المحتوى الإجمالي من بخار الماء

بالنسبة لبعض التطبيقات، يمكن استعمال المحتوى الإجمالي من بخار الماء عبر مسير ما لحساب طول المسير الزائد وكذلك التوهين الناجم عن بخار الماء في الجو، حيث يفترض أن هذا التوهين يتناسب مع المحتوى الإجمالي من بخار الماء خلال معامل الامتصاص الكتلي الخاص به.

والمحتوى الإجمالي من بخار الماء المعبر عنه بوحدات kg/m^2 ، أو ما يكافئه بوحدات mm من الماء الساقط، يمكن الحصول عليه من خلال عمليات السير عبر المسبارات الراديوية وقياسات السوائل الملاحية ومرصد القياسات الراديوية. وتتوفر بيانات المسبارات الراديوية على نطاق واسع، بيد أنها تتسم باستبانة زمنية محدودة ولا تطبق إلا على مسيرات السمات. ويمكن استخلاص المحتوى الإجمالي من بخار الماء من القياسات الراديوية على ترددات مناسبة عبر المسير المطلوب.

والقيم السنوية للمحتوى الإجمالي من بخار الماء في عمود هوائي، V (kg/m^2)، المتجاوزة لفترات 0,1 و 0,2 و 0,3 و 0,5 و 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% من السنة تعد جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية وهي متاحة في شكل خرائط رقمية.

والقيم الشهرية للمحتوى الإجمالي من بخار الماء في عمود هوائي، V (kg/m^2) التي يتم تجاوزها بنسبة 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% من كل شهر متوسط، تعد جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية وهي متاحة في صورة خرائط رقمية.

والبيانات مقدمة من 0° إلى 360° في خطوط الطول ومن +90° إلى -90° في خط العرض، مع استبانة مقدارها 1,125° لكل من خطوط الطول والعرض. ويمكن اشتقاق المحتوى الإجمالي من بخار الماء عند أي موقع مطلوب على سطح الأرض بإجراء طريقة الاستكمال الداخلي التالية (إذا كانت البيانات المحلية الخاصة بالارتفاع فوق متوسط مستوى سطح البحر في الموقع المطلوب غير متاحة، يمكن استخدام الخريطة الواردة في التوصية ITU-R P.1511):

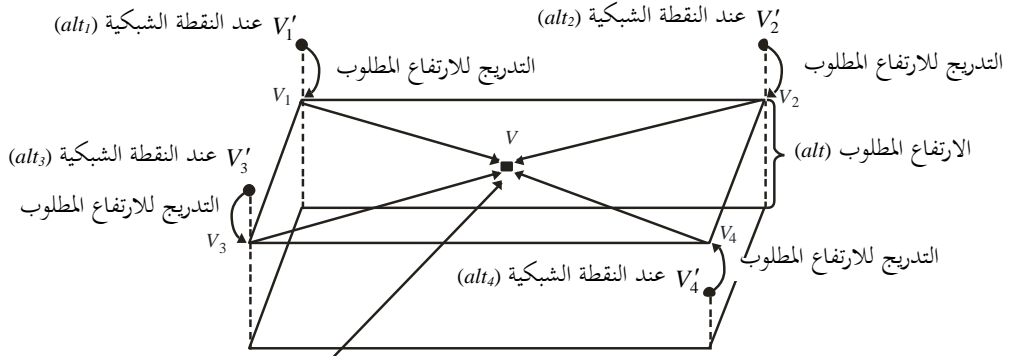
- أ) تحدد قيمتان للاحتمال p_{below} و p_{above} أكبر وأقل من الاحتمال المطلوب، p ، من المجموعة: 0,1 و 0,2 و 0,3 و 0,5 و 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% للإحصاءات السنوية ومن المجموعة: 1 و 2 و 3 و 5 و 10 و 20 و 30 و 50 و 60 و 70 و 80 و 90 و 95 و 99% للإحصاءات الشهرية؛
- ب) بالنسبة للاحتمالين p_{below} و p_{above} ، يحدد المحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي، V_1' و V_2' و V_3' و V_4' عند النقاط الشبكية الأربعة الأقرب؛
- ج) باستعمال ملف بيانات ارتفاع مقياس بخار الماء، السنوية أو الشهرية التي تقابل الاحتمالين p_{below} و p_{above} ، يحدد ارتفاع مقياس بخار الماء عند النقاط الشبكية الأربعة الأقرب، $vsch_1$ و $vsch_2$ و $vsch_3$ و $vsch_4$ لكل من الاحتمالين p_{below} و p_{above} ؛
- د) باستعمال الخريطة الرقمية للارتفاعات الطبوغرافية TOPO_0DOT5.txt التي تشكل جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية وترد في ملف بالإضافة، تحدد الارتفاعات الطبوغرافية alt_1 و alt_2 و alt_3 و alt_4 عند النقاط الشبكية الأربعة الأقرب باستعمال طريقة الاستكمال الداخلي من الدرجة الثالثة ثنائي البعد المحددة في الملحق 1 للتوصية ITU-R P.1144؛
- هـ) لكل نقطة من النقاط الشبكية الأربعة الأقرب ولكل احتمال يحدد المحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي، V_1 و V_2 و V_3 و V_4 عند الارتفاع المطلوب، alt ، بتدرج المحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي V_1' و V_2' و V_3' و V_4' ، باستعمال العلاقة التالية:

$$(2) \quad V_i = V_i' e^{\frac{alt - alt_i}{vsch_i}} \quad \text{for } i = 1, 2, 3, 4$$

- و) يحدد المحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي، V_{below} و V_{above} عند الاحتمالين p_{below} و p_{above} عند الموقع المطلوب بإجراء استكمال داخلي ثنائي الخطية للقيم الأربعة للمحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي V_1' و V_2' و V_3' و V_4' ، عند النقاط الشبكية الأربعة على النحو المبين في التوصية ITU-R P.1144 (ويبين الشكل 2 إجراء تحديد V_{below} و V_{above} من V_1' و V_2' و V_3' و V_4' ، وذلك كمرجع)؛
- ز) يحدد المحتوى الإجمالي من بخار الماء في العمود الهوائي، V ، عند الاحتمال المطلوب، p ، بإجراء استكمال داخلي لكل من V_{below} و V_{above} مقابل p_{below} و p_{above} بالنسبة إلى الاحتمال p على المنحني الخطي V إزاء $\log p$.

الشكل 2

الإجراء الخاص بالاستكمال الداخلي عند احتمالية أكبر وأقل من الاحتمال المطلوب



إجراء استكمال داخلي ثنائي الخطية للقيمة الإجمالية V إلى الارتفاع المطلوب وخطي الطول والعرض المطلوبين من النقاط الشبكية الأربع والتي تم تدرجها لنفس الارتفاع