

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R P.2145-0
(2022/08)

الخرائط الرقمية المتعلقة بحساب التوهين
الغازي والتأثيرات ذات الصلة

السلسلة P

انتشار الموجات الراديوية



تمهيد

يضع 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)

يُرد 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
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، 2023

© ITU 2023

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).

ITU-R P.2145-0 التوصية

الخرائط الرقمية المتعلقة بحساب التوهين الغازي والتأثيرات ذات الصلة

(المسألة ITU-R 201-7/3)

(2022)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية أساليب حساب الضغط (الجوي) الكلي على السطح، ودرجة الحرارة على السطح، وكثافة بخار الماء على السطح، ومحتوى بخار الماء المتكامل¹ اللازمة لحساب التوهين الغازي والتأثيرات ذات الصلة على المسيرات الأرضية والمسيرات أرض-فضاء.

مصطلحات أساسية

الضغط (الجوي) الكلي على السطح، درجة الحرارة على السطح، كثافة بخار الماء على السطح، محتوى بخار الماء المتكامل، توزيع احتمال ويبول (Weibull)، شكل ويبول، مقياس ويبول، مسيرات أرض-فضاء

المختصرات/الأسماء المختصرة

الشفرة الأمريكية المعيارية لتبادل المعلومات (American Standard Code for Information Interchange)	ASCII
دالة التوزيع التراكمي التكميلية (Complementary cumulative distribution function)	CCDF
المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)	ECMWF

توصيات وكتيبات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

التوصية ITU-R P.528

التوصية ITU-R P.530

التوصية ITU-R P.618

التوصية ITU-R P.619

التوصية ITU-R P.676

التوصية ITU-R P.836

التوصية ITU-R P.1144

التوصية ITU-R P.1510

التوصية ITU-R P.1511

التوصية ITU-R P.1853

التوصية ITU-R P.2001

التوصية ITU-R P.2041

كتيب الأرصاد الجوية الراديوية

ملاحظة - ينبغي استخدام أحدث نسخة مراجعة/طبعة من التوصية/الكتيب.

¹ محتوى بخار الماء المتكامل هو الكمية الإجمالية لبخار الماء في عمود رأسي يمتد من سطح الأرض إلى الجزء العلوي من الغلاف الجوي. ومصطلحات "محتوى بخار الماء المتكامل" و"محتوى بخار الماء الإجمالي" و"بخار الماء الإجمالي في العمود/بخار الماء العمودي الإجمالي" و"محتوى بخار الماء العمودي المتكامل" و"المحتوى العمودي الإجمالي لبخار الماء" كلها مصطلحات مترادفة.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

(أ) أن الحاجة تدعو إلى حساب الإحصاءات المتعلقة بالتوهين الغازي والتأثيرات ذات الصلة، والضغط (الجوي) الكلي على السطح، ودرجة الحرارة على السطح، وكثافة بخار الماء على السطح، ومحتوى بخار الماء المتكامل؛

(ب) أن البيانات المستمدة من المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF) والناجمة عن 30 عاماً من إعادة التحليل من الجيل الخامس في جميع أنحاء العالم متاحة فيما يتعلق بالضغط (الجوي) الكلي على السطح، ودرجة الحرارة على السطح، وكثافة بخار الماء على السطح، ومحتوى بخار الماء المتكامل؛

(ج) أن البيانات الناتجة عن 30 عاماً من إعادة التحليل في جميع أنحاء العالم قد خضعت لمعالجة لاحقة لتوفير إحصاءات سنوية وشهرية بشأن الضغط (الجوي) الكلي على السطح، ودرجة الحرارة على السطح، وكثافة بخار الماء على السطح، ومحتوى بخار الماء المتكامل،

توصي

باستخدام المعلومات الواردة في الملحق من أجل حساب التوهين الغازي والتأثيرات ذات الصلة على المسيرات أرض-فضاء، في حالة عدم توفر إحصاءات محلية أدق بشأن الضغط (الجوي) الكلي على السطح، أو درجة الحرارة على السطح، أو كثافة بخار الماء على السطح، أو محتوى بخار الماء المتكامل.

الملحق

قائمة الرموز

متوسط الضغط (الجوي) الكلي على السطح	\bar{P}_s
الانحراف المعياري للضغط على السطح	σ_{P_s}
الضغط (الجوي) الكلي على السطح مقابل احتمال التجاوز	$P_s(p)$
متوسط درجة الحرارة على السطح	\bar{T}_s
الانحراف المعياري لدرجة الحرارة على السطح	σ_{T_s}
درجة الحرارة على السطح مقابل احتمال التجاوز	$T_s(p)$
متوسط كثافة بخار الماء على السطح	$\bar{\rho}_{w_s}$
الانحراف المعياري لكثافة بخار الماء على السطح	$\sigma_{\rho_{w_s}}$
كثافة بخار الماء على السطح مقابل احتمال التجاوز	$\rho_{w_s}(p)$
متوسط محتوى بخار الماء المتكامل	\bar{V}_s
الانحراف المعياري لمحتوى بخار الماء المتكامل	σ_{V_s}
محتوى بخار الماء المتكامل على السطح مقابل احتمال التجاوز	$V_s(p)$
ارتفاع مقياس الضغط	$psch$
ارتفاع مقياس درجة الحرارة	$tsch$
ارتفاع مقياس بخار الماء	$vsch$
ارتفاع السطح فوق متوسط مستوى سطح البحر	Z_{ground}
معلمة شكل ويول لمحتوى بخار الماء المتكامل	k_{V_s}
معلمة مقياس ويول لمحتوى بخار الماء المتكامل	λ_{V_s}
احتمال التجاوز (دالة التوزيع التراكمي التكميلية)	p

احتمال التجاوز فوق احتمال المطلوب	P_{above}
احتمال التجاوز تحت احتمال المطلوب	P_{below}
قيمة غير مقيسة للمعلمة المعنية في النقطة i^{th} في الشبكة	X_i
قيمة المعلمة المعنية في النقطة i^{th} في الشبكة عند الارتفاع المطلوب	X_i'
قيمة المعلمة المعنية في الموقع المطلوب عند الارتفاع المطلوب	X

1 المعلومات الإحصائية السنوية والشهرية للأرصاد الجوية

تشكل الخرائط الرقمية للإحصاءات السنوية والشهرية العالمية للضغط (الجوي) الكلي على السطح، P_s ، بالوحدات hPa، ودرجة الحرارة على السطح، T_s ، بالدرجات K، وكثافة بخار الماء على السطح، ρ_{w_s} ، بالوحدات g/m^3 ، جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية مع الخصائص المبينة في الجداول 1 و 2 و 23.

وتشكل الخرائط الرقمية للإحصاءات السنوية والشهرية العالمية لمحتوى بخار الماء المتكامل، V_s ، بالوحدات kg/m^2 أو الوحدات mm المكافئة لها، جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية مع الخصائص المبينة في الجدولين 1 و 4.

وتشكل الخرائط الرقمية للإحصاءات السنوية والشهرية العالمية لمحتوى بخار الماء المتكامل، V_s ، التقريبية من خلال توزيع ويبول، جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية مع الخصائص المبينة في الجدولين 1 و 5.

وعلى وجه التحديد:

- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "P" في العنوان على قيم متوسط الضغط (الجوي) الكلي على السطح، \bar{P}_s ، والانحراف المعياري للضغط (الجوي) الكلي على السطح، σ_{P_s} ، والضغط (الجوي) الكلي على السطح مقابل احتمال التجاوز، $P_s(p)$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "T" في العنوان على قيم متوسط درجة الحرارة على السطح، \bar{T}_s ، والانحراف المعياري لدرجة الحرارة على السطح، σ_{T_s} ، ودرجة الحرارة على السطح مقابل احتمال التجاوز، $T_s(p)$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "RHO" في العنوان على قيم متوسط كثافة بخار الماء على السطح، $\bar{\rho}_{w_s}$ ، والانحراف المعياري لكثافة بخار الماء على السطح، $\sigma_{\rho_{w_s}}$ ، وكثافة بخار الماء على السطح مقابل احتمال التجاوز، $\rho_{w_s}(p)$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "V" على قيم متوسط محتوى بخار الماء المتكامل، \bar{V}_s ، والانحراف المعياري لمحتوى بخار الماء المتكامل، σ_{V_s} ، محتوى بخار الماء المتكامل مقابل احتمال التجاوز $V_s(p)$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "PSCH" في العنوان على قيم ارتفاع مقياس الضغط (الجوي) الكلي على السطح، $psch$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "TSCH" في العنوان على قيم ارتفاع مقياس درجة الحرارة على السطح، $tsch$ ؛
- تحتوي ملفات الخرائط ذات الرمز "VSCH" في العنوان على قيم ارتفاع مقياس كثافة بخار الماء على السطح ومحتوى بخار الماء المتكامل، $vsch$ ؛
- يحتوي ملف الخرائط $Z_ground.TXT$ على قيم ارتفاع السطح فوق متوسط مستوى سطح البحر، Z_{ground} ؛
- يحتوي ملف الخرائط ذو الرمز "kV" في العنوان على قيم معلمة الشكل، k_{V_s} ، لتوزيع احتمال ويبول لمحتوى بخار الماء المتكامل؛
- يحتوي ملف الخرائط ذو الرمز "lambdaV" في العنوان على قيم معلمة المقياس، λ_{V_s} ، لتوزيع احتمال ويبول لمحتوى بخار الماء المتكامل.

2 تعرّف درجة الحرارة على السطح على أنها درجة حرارة الهواء عند ارتفاع مترين (2 m) فوق سطح الأرض. وتُحسب كثافة بخار الماء على السطح من خلال: أ) درجة حرارة نقطة الندى، التي تعرّف على أنها درجة الحرارة التي يجب تبريد الهواء عندها، عند ارتفاع مترين (2 m) فوق سطح الأرض، لكي يحدث التشبع، ب) الضغط الكلي على السطح، ج) درجة الحرارة على السطح.

الجدول 1

خصائص ملفات الخرائط

القيمة	المعلمة
ASCII	النسق
-90° شمالاً	خط العرض للركن العلوي الأيسر
+0,25°	الزيادة في خط العرض
-180° شرقاً	خط الطول للركن العلوي الأيسر
+0,25°	الزيادة في خط الطول
721	عدد الصفوف
1 441	عدد الأعمدة
مسافة	الفاصل بين الأعمدة
Windows (CR LF)	الفاصل بين الصفوف

الجدول 2

الخرائط السنوية للضغط (الجوي) الكلي على السطح ودرجة الحرارة على السطح وكثافة بخار الماء على السطح

كثافة بخار الماء السنوية (g/m ³)	درجة الحرارة السنوية (K)	الضغط السنوي (hPa)	المعلومات
RHO_mean.TXT	T_mean.TXT	P_mean.TXT	المتوسط
RHO_std.TXT	T_std.TXT	P_std.TXT	الانحراف المعياري
RHO_001.TXT	T_001.TXT	P_001.TXT	%0,01
RHO_002.TXT	T_002.TXT	P_002.TXT	%0,02
RHO_003.TXT	T_003.TXT	P_003.TXT	%0,03
RHO_005.TXT	T_005.TXT	P_005.TXT	%0,05
RHO_01.TXT	T_01.TXT	P_01.TXT	%0,1
RHO_02.TXT	T_02.TXT	P_02.TXT	%0,2
RHO_03.TXT	T_03.TXT	P_03.TXT	%0,3
RHO_05.TXT	T_05.TXT	P_05.TXT	%0,5
RHO_1.TXT	T_1.TXT	P_1.TXT	%1
RHO_2.TXT	T_2.TXT	P_2.TXT	%2
RHO_3.TXT	T_3.TXT	P_3.TXT	%3
RHO_5.TXT	T_5.TXT	P_5.TXT	%5
RHO_10.TXT	T_10.TXT	P_10.TXT	%10
RHO_20.TXT	T_20.TXT	P_20.TXT	%20
RHO_30.TXT	T_30.TXT	P_30.TXT	%30
RHO_50.TXT	T_50.TXT	P_50.TXT	%50
RHO_60.TXT	T_60.TXT	P_60.TXT	%60
RHO_70.TXT	T_70.TXT	P_70.TXT	%70
RHO_80.TXT	T_80.TXT	P_80.TXT	%80
RHO_90.TXT	T_90.TXT	P_90.TXT	%90
RHO_95.TXT	T_95.TXT	P_95.TXT	%95
RHO_99.TXT	T_99.TXT	P_99.TXT	%99
VSCH.TXT	TSCH.TXT	PSCH.TXT	ارتفاع المقياس
Z_ground.TXT			ارتفاع السطح
RHO_Annual.zip	T_Annual.zip	P_Annual.zip	اسم الملف
Annual: <u>Part 1</u>			اسم ملف المنتج المتكامل

احتمال التجاوز³ (CCDF)

الجدول 3

الخرائط الشهرية للضغط (الجوي) الكلي على السطح ودرجة الحرارة على السطح وكثافة بخار الماء على السطح
(XX: يناير = 01؛ فبراير = 02؛ ...؛ نوفمبر = 11؛ ديسمبر = 12)

المعلمة	الضغط الشهري (hPa)	درجة الحرارة الشهرية (K)	كثافة بخار الماء الشهرية (g/m ³)
المتوسط	P_mean.TXT	T_mean.TXT	RHO_mean.TXT
الانحراف المعياري	P_std.TXT	T_std.TXT	RHO_std.TXT
احتمال التجاوز (CCDF)	P_01.TXT	T_01.TXT	RHO_01.TXT
	P_02.TXT	T_02.TXT	RHO_02.TXT
	P_03.TXT	T_03.TXT	RHO_03.TXT
	P_05.TXT	T_05.TXT	RHO_05.TXT
	P_1.TXT	T_1.TXT	RHO_1.TXT
	P_2.TXT	T_2.TXT	RHO_2.TXT
	P_3.TXT	T_3.TXT	RHO_3.TXT
	P_5.TXT	T_5.TXT	RHO_5.TXT
	P_10.TXT	T_10.TXT	RHO_10.TXT
	P_20.TXT	T_20.TXT	RHO_20.TXT
	P_30.TXT	T_30.TXT	RHO_30.TXT
	P_50.TXT	T_50.TXT	RHO_50.TXT
	P_60.TXT	T_60.TXT	RHO_60.TXT
	P_70.TXT	T_70.TXT	RHO_70.TXT
	P_80.TXT	T_80.TXT	RHO_80.TXT
	P_90.TXT	T_90.TXT	RHO_90.TXT
	P_95.TXT	T_95.TXT	RHO_95.TXT
P_99.TXT	T_99.TXT	RHO_99.TXT	
ارتفاع المقياس	PSCH.TXT	TSCH.TXT	VSCH.TXT
ارتفاع السطح	Z_ground.TXT		
اسم الملف	P_MonthXX.zip	T_MonthXX.zip	RHO_MonthXX.zip
اسم ملف المنتج المتكامل	Month01: Part 2 Month02: Part 3 Month03: Part 4 Month04: Part 5 Month05: Part 6 Month06: Part 7 Month07: Part 8 Month08: Part 9 Month09: Part 10 Month10: Part 11 Month11: Part 12 Month12: Part 13		

الجدول 4

الخرائط السنوية والشهرية لمحتوى بخار الماء المتكامل

محتوى بخار الماء المتكامل الشهري (mm أو kg/m ²)	محتوى بخار الماء المتكامل السنوي (mm أو kg/m ²)	المعلمة
V_mean.TXT	V_mean.TXT	المتوسط
V_std.TXT	V_std.TXT	الانحراف المعياري
-	V_001.TXT	%0,01
-	V_002.TXT	%0,02
-	V_003.TXT	%0,03
-	V_005.TXT	%0,05
V_01.TXT	V_01.TXT	%0,1
V_02.TXT	V_02.TXT	%0,2
V_03.TXT	V_03.TXT	%0,3
V_05.TXT	V_05.TXT	%0,5
V_1.TXT	V_1.TXT	%1
V_2.TXT	V_2.TXT	%2
V_3.TXT	V_3.TXT	%3
V_5.TXT	V_5.TXT	%5
V_10.TXT	V_10.TXT	%10
V_20.TXT	V_20.TXT	%20
V_30.TXT	V_30.TXT	%30
V_50.TXT	V_50.TXT	%50
V_60.TXT	V_60.TXT	%60
V_70.TXT	V_70.TXT	%70
V_80.TXT	V_80.TXT	%80
V_90.TXT	V_90.TXT	%90
V_95.TXT	V_95.TXT	%95
V_99.TXT	V_99.TXT	%99
VSCH.TXT	VSCH.TXT	ارتفاع المقياس
Z_ground.TXT		ارتفاع السطح
V_MonthXX.zip	V_Annual.zip	اسم الملف
Month01: Part 2 Month02: Part 3 Month03: Part 4 Month04: Part 5 Month05: Part 6 Month06: Part 7 Month07: Part 8 Month08: Part 9 Month09: Part 10 Month10: Part 11 Month11: Part 12 Month12: Part 13	Annual: Part 1	اسم ملف المنتج المتكامل

احتمال التجاوز (CCDF)

الجدول 5

تقريب الإحصاءات السنوية لمحتوى بخار الماء المتكامل من خلال توزيع لويبول (Weibull)

المعلومات	تقريب سنوي لويبول
مقياس ويبول	lambdaV.TXT
شكل ويبول	kV.TXT
ارتفاع المقياس	VSCH.TXT
ارتفاع السطح	Z_ground.TXT
اسم الملف	Weibull_Annual.zip
اسم ملف المنتج المتكامل	Part 14

2 الاستكمال الداخلي

يقدم القسم 1.2 طريقة الاستكمال الداخلي الإحصائي والمكاني لحساب القيم السنوية والشهرية للضغط ودرجة الحرارة وكثافة بخار الماء ومحتوى بخار الماء المتكامل مقابل احتمال التجاوز (دالة التوزيع التراكمي التكميلية (CCDF)) في أي موقع مطلوب على سطح الأرض. ويقدم القسم 2.2 طريقة الاستكمال الداخلي الإحصائي والمكاني لحساب المتوسط السنوي والشهري والانحراف المعياري للضغط ودرجة الحرارة وكثافة بخار الماء ومحتوى بخار الماء المتكامل ومعلمتي شكل ومقياس ويبول لمحتوى بخار الماء المتكامل في أي موقع مطلوب على سطح الأرض.

1.2 الاستكمال الداخلي المكاني والإحصائي (دالة التوزيع التراكمي التكميلية (CCDF))

يمكن حساب الإحصاءات السنوية أو الشهرية للضغط (الجوي) الكلي على السطح، $P_s(p)$ ، أو إحصاءات درجة الحرارة على السطح، $T_s(p)$ ، أو إحصاءات كثافة بخار الماء على السطح، $\rho_s(p)$ ، أو إحصاءات محتوى بخار الماء المتكامل، $V_s(p)$ ، في أي موقع مطلوب على سطح الأرض، واحتمال التجاوز (الدالة CCDF)، p ، ضمن مدى احتمال التجاوز للخرائط الرقمية المتكاملة باستخدام طريقة الاستكمال الداخلي التالية:

- (أ) تحديد الارتفاع فوق مستوى سطح البحر للموقع المطلوب، alt ، من خلال البيانات المحلية، أو من خلال التوصية ITU-R P.1511 إذا لم تكن البيانات المحلية متوفرة؛
- (ب) تحديد احتمالي التجاوز، p_{below} و p_{above} ، فوق وتحت الاحتمال المرغوب، p ، من المجموعة: 0,01 و 0,02 و 0,03 و 0,05 و 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: 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 الشهرية؛
- (ج) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، وبالنسبة لاحتمالي التجاوز p_{below} و p_{above} ، تحديد المعلمة المعنية المطلوبة، X_i' ، من خلال الخريطة السنوية أو الشهرية المناسبة للإحصاءات $P_s(p)$ أو $T_s(p)$ أو $\rho_{ws}(p)$ أو $V_s(p)$ ؛
- (د) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد ارتفاع المقياس القابل للتطبيق $psch_i$ أو $tsch_i$ أو $vsch_i$ من خلال الخريطة السنوية أو الشهرية لارتفاع مقياس الضغط أو درجة الحرارة أو بخار الماء؛
- (هـ) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد الارتفاع الطوبوغرافي، alt_i ، باعتباره القيمة Z_{ground} في كل نقطة من نقاط الشبكة، من خلال خريطة ارتفاع السطح Z_{ground} ؛
- (و) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، وبالنسبة لاحتمالي التجاوز p_{below} و p_{above} ، تحديد X_i عند الارتفاع المطلوب، alt ، من خلال مقياس X_i' باستخدام العلاقة القابلة للتطبيق:

$$\begin{aligned}
&\text{بالنسبة للضغط (الجوي) الكلي على السطح } P_s(p)؛ & X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{psch_i}} \\
&\text{بالنسبة لدرجة الحرارة على السطح } T_s(p)؛ & X_i = X_i' + tsch_i (alt - alt_i) \text{ أو} \\
&\text{بالنسبة لكثافة بخار الماء على السطح } \rho_{ws}(p)؛ & X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \text{ أو} \\
&\text{بالنسبة لمحتوى بخار الماء المتكامل } V_s(p)؛ & X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vsch_i}} \text{ أو}
\end{aligned}$$

(ز) تحديد X_{below} و X_{above} في الموقع المطلوب والاحتمالين p_{below} و p_{above} من خلال إجراء استكمال داخلي خطي ثنائي للمعلمة X_i ، $i = 1, 2, 3, 4$ ، في نقاط الشبكة الأربع المحيطة، باستخدام طريقة الاستكمال الداخلي الخطي الثنائي الموصوفة في الملحق 1 بالتوصية ITU-R P.1144؛

(ح) تحديد المعلمة المعنية، X ، في الموقع المطلوب، واحتمال التجاوز، p ، من خلال الاستكمال الداخلي للمعلمتين X_{above} و X_{below} مقابل p_{above} و p_{below} لاحتمال التجاوز، p ، على مقياس خطي X مقابل $\log_{10} p$ ، حيث $P_s(p) = X$ أو $T_s(p)$ أو $\rho_{ws}(p)$ أو $V_s(p)$.

2.2 الاستكمال الداخلي المكاني والإحصائي (للمتوسط والانحراف المعياري)

يمكن حساب القيمة الشهرية أو السنوية لمتوسط الضغط (الجوي) الكلي على السطح أو انحرافه المعياري، \bar{P}_s أو σ_{P_s} ، أو متوسط درجة الحرارة على السطح أو انحرافها المعياري، \bar{T}_s أو σ_{T_s} ، أو متوسط كثافة بخار الماء على السطح أو انحرافها المعياري، $\bar{\rho}_{ws}$ أو $\sigma_{\rho_{ws}}$ ، أو متوسط محتوى بخار الماء المتكامل أو انحرافه المعياري، \bar{V}_s أو σ_{V_s} ، أو معلمة شكل أو مقياس ويبول لمحتوى بخار الماء المتكامل، k_{V_s} أو λ_{V_s} ، في أي موقع مطلوب على سطح الأرض باستخدام طريقة الاستكمال الداخلي التالية:

(أ) تحديد الارتفاع فوق مستوى سطح البحر للموقع المطلوب، alt ، من خلال البيانات المحلية، أو من خلال التوصية ITU R P.1511 إذا لم تكن البيانات المحلية متوفرة؛

(ب) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد المعلمة المعنية المطلوبة، X_i' ، من خلال الخريطة السنوية أو الشهرية المناسبة؛

(ج) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد ارتفاع المقياس القابل للتطبيق، $psch_i$ أو $tsch_i$ أو $vsch_i$ ، من خلال الخريطة السنوية أو الشهرية لارتفاع مقياس الضغط أو درجة الحرارة أو بخار الماء؛

(د) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد الارتفاع الطوبوغرافي، alt_i ، باعتباره القيمة Z_{ground} في كل نقطة من نقاط الشبكة، من خلال خريطة ارتفاع السطح Z_{ground} ؛

(هـ) بالنسبة لكل نقطة من نقاط الشبكة الأربع المحيطة، $i = 1, 2, 3, 4$ ، تحديد X_i ، عند الارتفاع المطلوب، alt ، من خلال مقايسة X_i' ، باستخدام العلاقة القابلة للتطبيق:

بالنسبة للضغط (الجوي) الكلي على السطح، \bar{P}_s أو σ_{P_s} ؛

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{pschi}}$$

بالنسبة لدرجة الحرارة على السطح \bar{T}_s ؛

$$X_i = X_i' + tschi (alt - alt_i) \text{ أو } X_i = X_i'$$

بالنسبة لدرجة الحرارة على السطح σ_{T_s} ؛

$$X_i = X_i'$$

بالنسبة لكثافة بخار الماء على السطح $\bar{\rho}_{w_s}$ أو $\sigma_{\rho_{w_s}}$ ؛

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vschi}}$$

بالنسبة لمحتوى بخار الماء المتكامل \bar{V}_s أو σ_{V_s} ؛

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vschi}}$$

بالنسبة لمعلمة المقياس، λ_{V_s} ، لتوزيع احتمال ويول لمحتوى بخار الماء المتكامل؛

$$X_i = X_i' \cdot e^{-\frac{(alt-alt_i)}{vschi}}$$

بالنسبة لمعلمة الشكل، k_{V_s} ، لتوزيع احتمال ويول لمحتوى بخار الماء المتكامل؛

$$X_i = X_i'$$

(و) تحديد المعلمة المعنية، X ، في الموقع المطلوب من خلال إجراء استكمال داخلي خطي ثنائي للمعلمة X_i ، $i = 1, 2, 3, 4$ ، في نقاط الشبكة الأربع المحيطة، باستخدام طريقة الاستكمال الداخلي الخطي الثنائي الموصوفة في الملحق 1 بالتوصية ITU-R P.1144، حيث \bar{P}_s أو σ_{P_s} ، أو \bar{T}_s أو σ_{T_s} ، أو $\bar{\rho}_{w_s}$ أو $\sigma_{\rho_{w_s}}$ ، أو \bar{V}_s أو σ_{V_s} ، أو λ_{V_s} ، أو k_{V_s} في الموقع المطلوب.