

التوصية ITU-R P.372-17

(2024/08)

السلسلة P: انتشار الموجات الراديوية

الضوضاء 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 المدى 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 <https://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 <https://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 التحديد الراديوي للموقع 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، 2025

© ITU 2025

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.372-17

الضوضاء الراديوية*

(المسألة ITU-R 214/3)

(1963-1974-1978-1982-1986-1990-1994-2001-2003-2007-2009-2013-2015-2016-2019-2021-2022-2024-1951-1953-1956-1959)

مجال التطبيق

تقدم التوصية ITU-R P.372 معلومات عن سويات الخلفية للضوضاء الراديوية¹ في مدى التردد من 0,1 Hz إلى 100 GHz. وهي تأخذ في الاعتبار الضوضاء المنبعثة من البرق والغازات الجوية والسحب والمطر ومن سطح الأرض ومن المجرة ومن مصادر اصطناعية. وتقدم عوامل درجات الحرارة والضوضاء لكي توفر أساساً لتقدير أداء النظام.

مصطلحات أساسية

الضوضاء الراديوية، عامل الضوضاء، درجة حرارة الضوضاء، درجة حرارة المعدن للسماء

المختصرات/الأسماء المختصرة

Amsl	فوق مستوى سطح البحر (Above mean sea level)
IDWM	خارطة العالم الرقمية لدى الاتحاد (ITU Digitized World Map)
LoS	خط البصر (Line-of-sight)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- (أ) أن الضوضاء الراديوية تضع حداً على أداء الأنظمة الراديوية؛
- (ب) أن عامل ضوضاء الهوائي الفعال أو درجة حرارة ضوضاء الهوائي مع توزيع احتمالات الاتساع لغللاف الضوضاء المستقبلية هي معلمات مناسبة (ضرورية دوماً تقريباً لكن أحياناً ليست كافية) تستعمل لتحليل الأداء وتصميم الأنظمة؛
- (ج) ضرورة توفر بيانات عن الإشعاعات الراديوية القادمة من المصادر الطبيعية:
- لتقييم آثار الغلاف الجوي على الموجات الراديوية؛
 - لتوزيع الترددات المطلوبة من أجل عمليات الاستشعار عن بُعد لبيئة الأرض؛
- (د) أن الضوضاء الراديوية الناجمة عن مصادر اصطناعية ذات شأن في تحديد حدود بعض التطبيقات الراديوية؛
- (هـ) أن أساليب قياس الضوضاء الراديوية ترد في التوصية ITU-R SM.1753؛
- (و) أن طرائق إجراء القياسات لبيئة الضوضاء الراديوية داخل المباني ترد في التوصية ITU-R SM.2093،

توصي

باستعمال المعلومات التالية عن مستويات الخلفية للضوضاء الراديوية الخارجية، حسب الحاجة، لتصميم الأنظمة الراديوية وتحليلها:

* يمكن الاطلاع على برنامج حاسوبي إضافي مصاحب لحساب الضوضاء الجوية التي تعزى إلى البرق والضوضاء الاصطناعية والمجرية (عند ترددات أقل من 100 MHz تقريباً) والموصوفة في هذه التوصية في الموقع: <https://github.com/ITU-R-Study-Group-3/ITU-R-HF/releases/tag/v14.3>.

¹ المصطلحات "الضوضاء الراديوية" و "ضوضاء الترددات الراديوية" و "الضوضاء RF" مترادفة.

جدول المحتويات

الصفحة

3	.....	الجزء 1
3	.....	1.1 مصادر الضوضاء الراديوية.
4	.....	2.1 شروط تحديد كثافة الضوضاء والعلاقة فيما بينها.
6	.....	الجزء 2
9	.....	الجزء 3
10	.....	1.3 الضوضاء الراديوية التي تتعرض لها المحطات الأرضية جراء الغلاف الجوي الأرضي.
12	.....	2.3 الضوضاء الراديوية التي تتعرض لها المحطات الفضائية جراء الغلاف الجوي الأرضي و سطح الأرض
17	.....	الجزء 4
17	.....	1.4 درجة حرارة اللمعان التي تعزى إلى مصادر من خارج الأرض.
24	.....	الجزء 5
24	.....	1.5 الضوضاء الجوية التي تعزى إلى البرق.
99	.....	الجزء 6
99	.....	1.6 الضوضاء الاصطناعية خارج المباني.
101	.....	2.6 الضوضاء الاصطناعية داخل المباني.
102	.....	الجزء 7
102	.....	1.7 تركيبة الضوضاء المنبعثة من مصادر عديدة.

الجزء 1

اعتبارات عامة

1.1 مصادر الضوضاء الراديوية

تعرف الضوضاء الراديوية كما يلي:

ضوضاء راديوية؛

ظاهرة كهرومغناطيسية متغيرة مع الزمن لها مكونات في مدى التردد الراديوي من الواضح أنها لا تنقل معلومات وهي قد تقتحم إشارة مطلوبة أو تتحد معها.

الملاحظة 1 - في حالات معينة قد تحمل ضوضاء التردد الراديوي معلومات عن بعض خصائص مصدرها مثل طبيعة هذا المصدر وموقعه.

الملاحظة 2 - يمكن أن يظهر مجموع الإشارات في شكل ضوضاء تردد راديوي إذا لم يتسن التعرف على هويتها كل على حدة.

تقدم هذه التوصية بيانات عن الضوضاء الراديوية المشعة التي تنبعث من مصادر خارجية بالنسبة إلى نظام استقبال راديوي يستقبلها عبر الهوائي المرجعي ويعود منشؤها إلى الأسباب التالية:

- الضوضاء الطبيعية:

- انبعاثات صادرة عن غازات جوية ومائية جوية؛
- من سطح الأرض، مثل انبعاثية الأراضي والبحار والعوايق الأخرى التي تقع داخل حزمة الهوائي؛
- إشعاعات قادمة من مصادر راديوية سماوية؛
- إشارات صادرة عن تفريغات البرق والتفريغات الكهربائية السكنوية الأخرى (ضوضاء جوية)؛

- الضوضاء الاصطناعية:

- خاصة بالنسبة للهوائيات في الخلاء، إشعاعات متجمعة غير مقصودة للآلات الكهربائية وللتجهيزات والشبكات الكهربائية والإلكترونية ولخطوط نقل الطاقة الكهربائية أو الاتصالات عبر خطوط الطاقة الكهربائية أو نقل الطاقة لاسلكياً أو المعدات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) أو من أنظمة إشعال محركات الاحتراق الداخلي، إضافة إلى الإشعاع الكهرومغناطيسي الصادر عن كباتن وخطوط طاقة وكبلات غير معزولة بشكل جيد؛
- داخل المباني أو في الهوائيات القريبة من العوايق، إشعاعات متجمعة غير مقصودة، على النحو المذكور أعلاه، إلى أقصى حد ممكن، ولكنها تشمل أيضاً سويات الإشعاع النمطية من فرادى المصادر أو أعداد صغيرة منها، في بيئات نمطية محددة.

الملاحظة 3 - لا تتضمن تقديرات سويات الضوضاء الراديوية المعطاة هنا الإشارات المرتبطة بالخدمات الراديوية الموجودة أيضاً. فالبلث الهامشي من أنظمة إرسال أو استقبال فردية قد يمثل جزءاً من مستويات الضوضاء المجمعّة المستقبلية.

الملاحظة 4 - لا تقدم هذه التوصية سوى معلومات عن الضوضاء الراديوية التي تصل إلى المستقبل عبر الهوائي وكبل التغذية أو الدليل الموجي. وهي لا تشمل الضوضاء التي قد تصل إلى المستقبل من خلال الكبلات أو الهياكل الأخرى الموصلة، ولا الضوضاء التي يمكن استقبالها بسبب عدم كفاية التدريع أو توازن كبل التغذية والتوصيلات، وما إلى ذلك.

الملاحظة 5 - في حالة الضوضاء الاصطناعية، من المقرر أن تكون البيانات المقدمة تمثيلية للفئة البيئية مع السويات النمطية لنشاط كهربي وإلكتروني يعمل بصورة طبيعية على مسافات نموذجية من هذه البيئة.

2.1 شروط تحديد كثافة الضوضاء والعلاقة فيما بينها

إن الضوضاء لمستقبل ما هي ناتج مجموعة مصادر للضوضاء التي تلتقط على مطاريف استقبال النظام. وتجب مراعاة الضوضاء الخارجية والضوضاء الداخلية المتولدة ضمن المستقبل. والنقطة المرجعية الوحيدة التي تسمح بتحديد الضوضاء الكلية لأداء مستقبل راديوي هي نقطة مدخل هوائي الاستقبال دون خسارة مكافئة (ولا توجد مادياً مطاريف الهوائي بدون خسارة هذا). ويمكن التعبير عن هذه الضوضاء كعامل ضوضاء، f ، بالنسبة للضوضاء الحرارية، أو كدرجة حرارة فعالة للضوضاء، أو كشدة مجال كهربي.

1.2.1 عامل الضوضاء

وفيما يخص المستقبلات التي لا تتمتع باستجابات هامشية، يعطى عامل الضوضاء للنظام بالمعادلة التالية:

$$(1) \quad f = f_a + (f_c - 1) + l_c (f_t - 1) + l_c l_t (f_r - 1)$$

حيث:

f_a : هو عامل الضوضاء الخارجية كالاتي:

$$(2) \quad f_a = \frac{P_n}{k T_0 b}$$

الملاحظة 1 - F_a هي قيمة الضوضاء الخارجية المحددة كالاتي:

$$F_a = 10 \log f_a \quad \text{dB}$$

p_n : قدرة الضوضاء الصادرة عن الهوائي المكافئ دون خسارة

k : ثابت Boltzmann $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

T_0 : درجة الحرارة المرجعية (K) يفترض أنها 290 K

b : عرض نطاق قدرة الضوضاء لنظام الاستقبال (Hz)

l_c : خسارة دارة الهوائي (تقرير قدرة الدخل المتيسرة/قدرة الخرج المتيسرة)

l_t : خسارات خط الإرسال (تقرير قدرة الخرج المتيسرة/قدرة الخرج المتيسرة)

f_r : عامل الضوضاء الداخلية للمستقبل.

الملاحظة 2 - F_r هي قيمة عامل الضوضاء المحددة بالصيغة الآتية:

$$F_r = 10 \log f_r \quad \text{dB}$$

f_c هو عامل الضوضاء المصاحب لخسارات دارة الهوائي،

$$(3) \quad f_c = 1 + (l_c - 1) \left(\frac{T_c}{T_0} \right)$$

f_t هو عامل الضوضاء المصاحب لخسارات خط الإرسال،

$$(4) \quad f_t = 1 + (l_t - 1) \left(\frac{T_t}{T_0} \right)$$

حيث:

T_c : درجة الحرارة الفعلية (K) للهوائي وللأرض بجوار هذا الهوائي

وحيث:

T_t : درجة الحرارة الفعلية (K) لخط الإرسال.

وإذا كانت $T_c = T_t = T_0$ ، تصبح المعادلة (1) كما يلي:

$$(5) \quad f = f_a - 1 + f_c f_t f_r$$

ويمكن أن تكتب المعادلة (2) كالتالي:

$$(6) \quad P_n = F_a + B - 204 \quad \text{dBW}$$

حيث:

$$10 \log p_n = P_n \quad \text{(W)}$$

$$10 \log k T_0 = 204 - \text{و} \quad 10 \log b = B$$

2.2.1 شدة مجال الضوضاء الفعالة (r.m.s)

يمكن من تقديرات F_a تحديد القيم المقابلة E_n باستعمال معادلات مثل المعادلة (7) و(8) تكون ملائمة لنمط الهوائي المستعمل. وفيما يتعلق بهوائي قصير وحيد القطب رأسي ($h \ll \lambda$) فوق سطح أرضي جيد التوصيل، تعطى المركبة الرأسية لجذر متوسط تربيع شدة المجال بالعلاقة الآتية:

$$(7) \quad E_n = F_a + 20 \log f_{\text{MHz}} + B - 95.5 \quad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

حيث:

E_n : شدة المجال في عرض النطاق b ، و

f_{MHz} : التردد المركزي (MHz).

وبصورة مماثلة فيما يخص هوائي متناحي مرجعي في الفضاء الحر:

$$(8) \quad E_n = F_a + 20 \log f_{\text{MHz}} + B - 96.8 \quad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

3.2.1 درجة حرارة الضوضاء

ويعبر عادة أيضاً عن عامل الضوضاء الخارجية بدرجة الحرارة، T_a ، من تعريف f_a :

$$(9) \quad f_a = \frac{T_a}{T_0}$$

T_a هي درجة الحرارة الفعالة للهوائي التي تعزى إلى الضوضاء الخارجية.

4.2.1 متغيرات الضوضاء

قدرة الضوضاء على الرغم من أنها ضرورية لتحديد النسبة إشارة/ضوضاء مثلاً، فهي بالكاد تكفي لتحديد أداء النظام (والاستثناء الوحيد هو الضوضاء البيضاء الخلفية الغوسية فقط). تلزم أوصاف احتمالية مناسبة لشكل موجة الضوضاء العشوائية المستقبلية. وبما أنه فيما يخص أنماط الضوضاء الواردة في هذه التوصية يوزع طور الغلاف المستقبل عموماً بصورة منتظمة فإن توزيع احتمال الاتساعات (APD) (احتمال التجاوز) للغلاف المستقبل محدد.

وفي حالة الضوضاء النبضية للترددات العالية (مثلاً أعلى من 1 GHz تقريباً) تكون قيم F_a منخفضة بما يكفي ولا تظهر سوى نبضات كبيرة الاتساع فوق عتبة الضوضاء للمستقبل. ويمكن وصف الضوضاء النبضية عن طريق قيمة الذروة الخاصة بها خلال فترة معينة من الزمن واحتمالات التجاوز في السويات المرتفعة هذه وعدد النبضات في سوية معينة.

الجزء 2

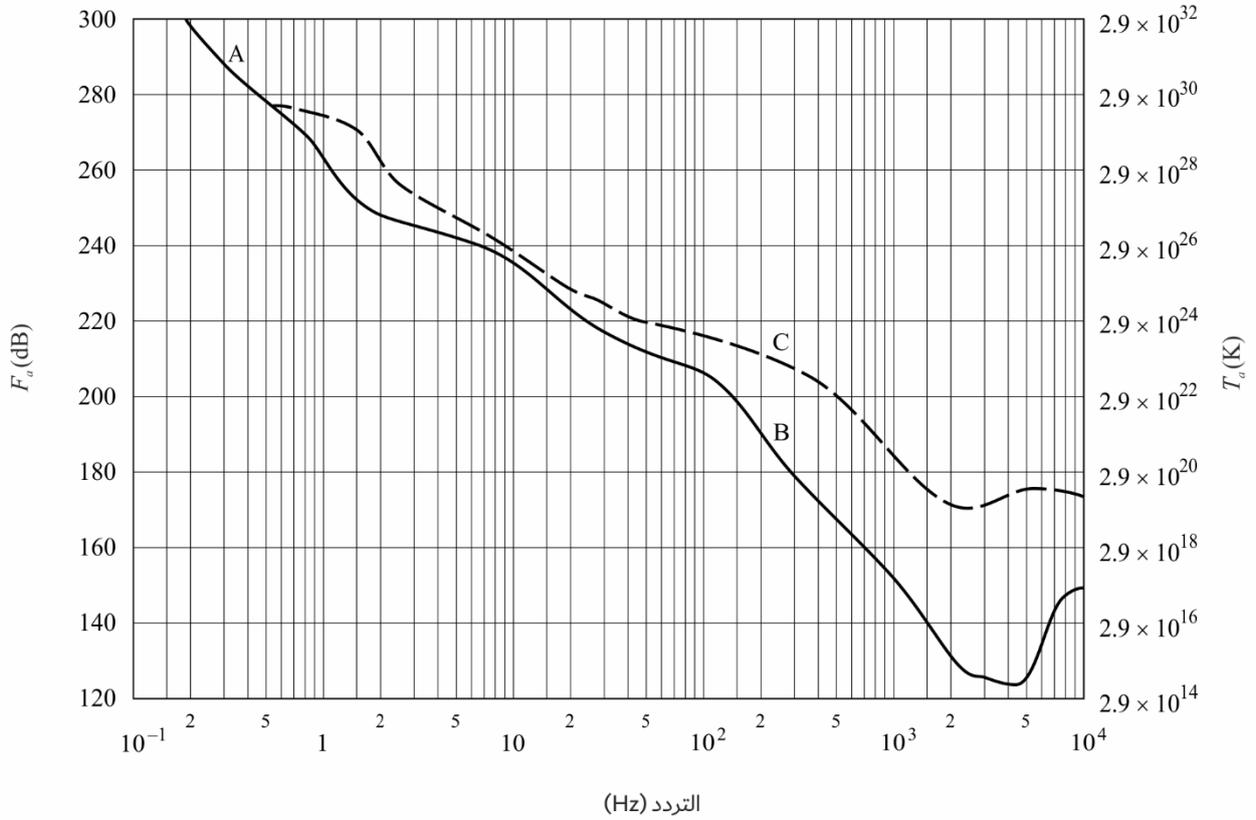
سويات الضوضاء بدلالة التردد

تسمح الأشكال الثلاثة التالية والمناقشات ذات الصلة بتحديد قيم F_a المتوقعة من أجل الترددات التي تتراوح ما بين 0,1 Hz و 100 GHz وكذلك تحديد سويات الضوضاء الأخرى المعنية. وتمثل هذه الأشكال الثلاثة المقدار النسبي لأنماط الضوضاء الواردة في الفقرة 1. وتتضمن الفقرات التالية من هذه التوصية تفاصيل إضافية عن الأنماط المتنوعة للضوضاء.

ويشمل الشكل 1 مدى الترددات التي تتراوح ما بين 0,1 Hz و 10 kHz. ويمثل منحنى الخطوط المتواصلة قيم F_a المتوسطة الساعية الدنيا المتوقعة التي تستند إلى قياسات (مع مراعاة السطح الكلي للأرض في كل الفصول وأوقات اليوم). ويمثل منحنى الخطوط المتقطعة القيم القصوى المتوقعة. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد في مدى الترددات هذا سوى تغييرات فصلية قليلة جداً نهارية أو جغرافية. ويعزى التغيير الأكبر في المدى 100 إلى 10 000 Hz إلى تغيير قطع الدليل الموجي أرض - تأين (أيونوسفير).

الشكل 1

F_a ، الدنيا والقصوى بدلالة التردد (10⁻¹ إلى 10⁴ Hz)

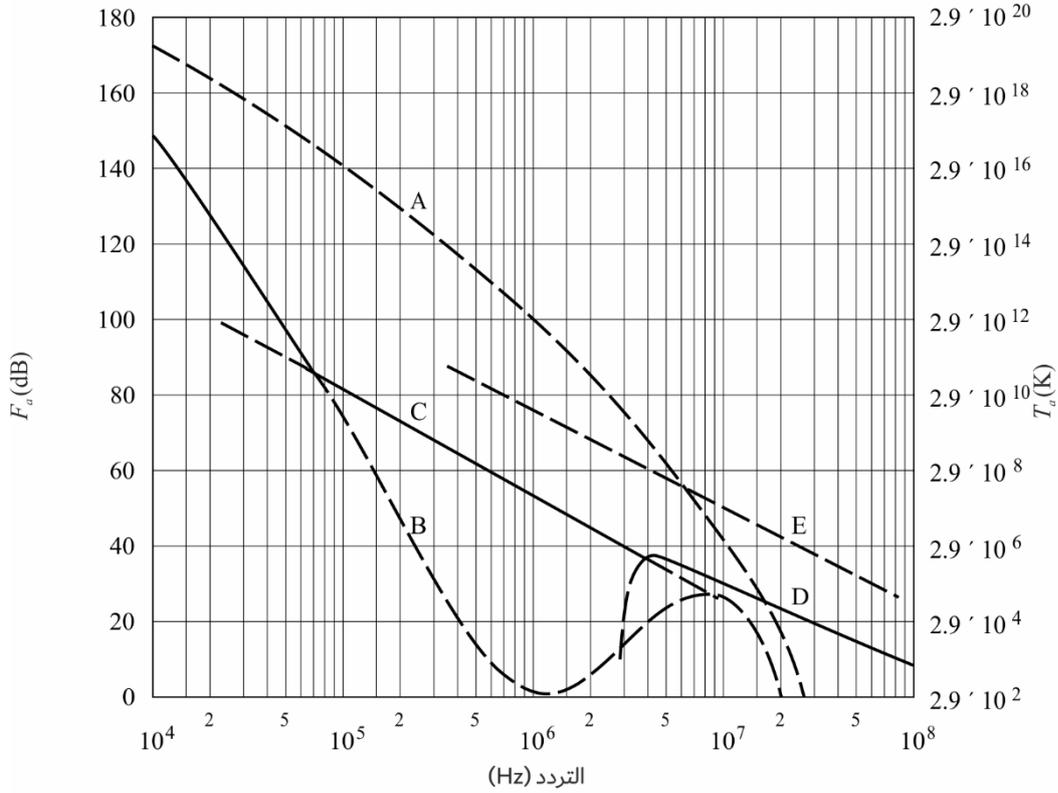


A: نبضات صغيرة
B: القيمة الدنيا المتوقعة للضوضاء الجوية
C: القيمة القصوى المتوقعة للضوضاء الجوية

ويشمل الشكل 2 مدى الترددات التي تتراوح ما بين 10^4 و 10^8 Hz أي 10 kHz إلى 100 MHz لفئات الضوضاء المتنوعة. وتوضح منحنيات الخطوط المتواصلة الضوضاء الدنيا المتوقعة. وفيما يخص الضوضاء الجوية، تكون القيم الدنيا المتوقعة هي القيم التي يتم تجاوزها خلال 99,5% من الزمن أما القيم القصوى فهي القيم التي يتم تجاوزها خلال 0,5% من الزمن. وفيما يتعلق بالمنحنيات الخاصة بالضوضاء الجوية، تمت مراعاة جميع أوقات اليوم والفصول والسطح الكلي للأرض.

الشكل 2

F_a بدلالة التردد (10^4 إلى 10^8 Hz)



A: ضوضاء جوية، تم تجاوز القيمة خلال 0,5% من الزمن
 B: ضوضاء جوية، تم تجاوز القيمة خلال 99,5% من الزمن
 C: ضوضاء اصطناعية، موقع استقبال هادئ
 D: ضوضاء مجرية
 E: قيمة متوسطة للضوضاء الاصطناعية في منطقة حضرية
 —————: سوية الضوضاء الدنيا المتوقعة

P.0372-02

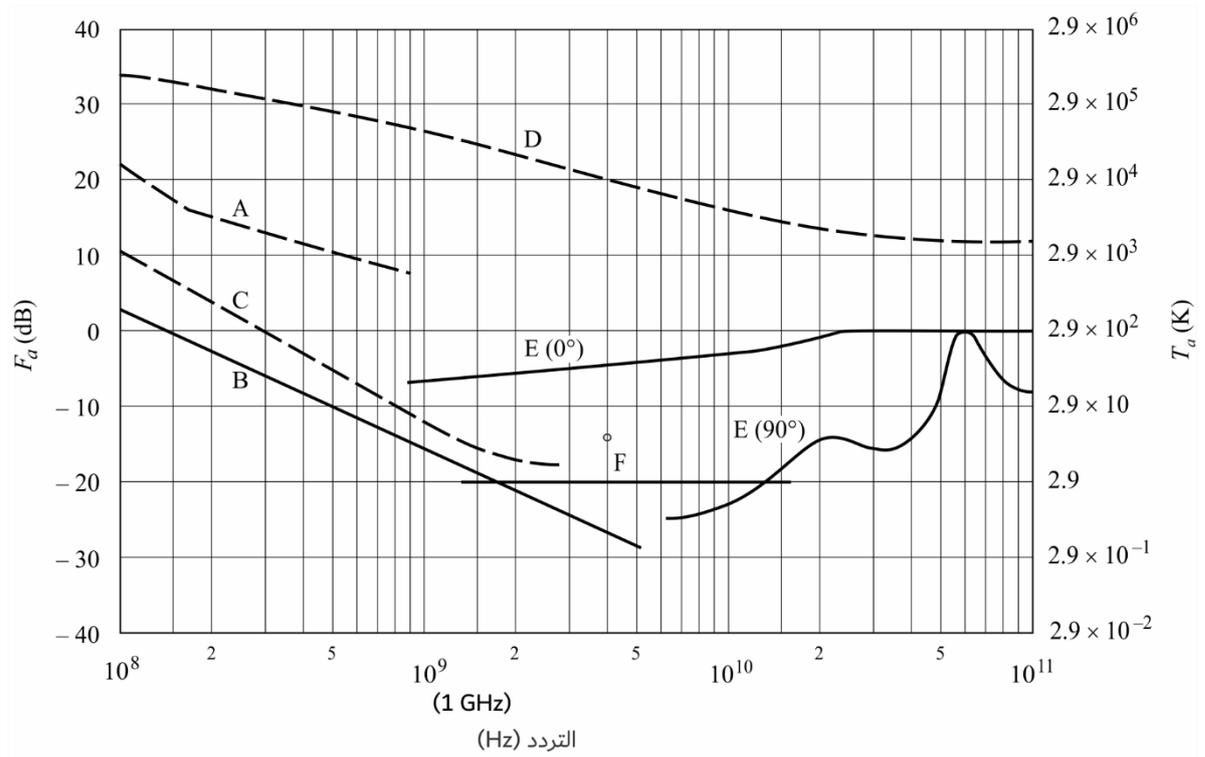
ويوضح الشكل 3 مدى التردد التي تتراوح ما بين 10^8 و 10^{11} Hz أي بين 100 MHz و 100 GHz. وفي هذه الحالة أيضاً تمثل منحنيات الخطوط المتواصلة سوية الضوضاء الدنيا بينما تمثل منحنيات الخطوط المتقطعة بعض أنماط الضوضاء الأخرى ذات الصلة. ومعظم النتائج المشار إليها في الأشكال الثلاثة تخص الهوائيات شاملة الاتجاهات (إلا إذا أشير إلى غير ذلك في الأشكال) ومع ذلك وفيما يخص الهوائيات الاتجاهية، بينت الدراسات أنه في نطاق الموجات الديكامترية (HF) (على سبيل المثال) يمكن فيما يخص

الضوضاء الجوية التي تعزى إلى البرق ملاحظة تغيير يصل إلى 10 dB (5 dB فوق و 5 dB تحت القيمة المتوسطة F_a المشار إليها) وذلك تبعاً للتوجيه والتردد والموقع الجغرافي في حالة هوائيات ذات حزمة ضيقة جداً.

وفيما يتعلق بالضوضاء المجرية توضح القيمة المتوسطة (في السماء كلها) في منحنى الخطوط المتواصلة الذي يحمل دلالة "الضوضاء المجرية" (الشكلان 2 و 3). وتشير القياسات إلى تغيير يبلغ ± 2 dB بالنسبة إلى هذا المنحنى في حالة إهمال الحجب الأيونوسفيري. وتقل السوية الدنيا للضوضاء المجرية (هوائي ذو حزمة ضيقة موجهة نحو قطب المجرة) بقيمة 3 dB عن السوية الموضحة في منحنى الخطوط المتواصلة للضوضاء المجرية في الشكل 3. ويمثل منحنى الخطوط المتقطعة في الشكل 3، السوية القصوى للضوضاء المجرية الخاصة بهوائيات ذات حزمة ضيقة.

الشكل 3

F_a بدلالة التردد (10^8 إلى 10^{11} Hz)



- A: قيمة متوسطة مقدرة للضوضاء الاصطناعية في منطقة حضرية
- B: ضوضاء مجرية
- C: ضوضاء مجرية (باتجاه المركز المجري مع فتحة حزمة ضيقة للغاية)
- D: شمس هادئة (فتحة حزمة مقدارها $1/2^\circ$ موجهة نحو الشمس)
- E: ضوضاء في السماء تعزى إلى الأكسجين وإلي بخار الماء (هوائي بحزمة ضيقة جداً)؛ منحنى أعلى، وزاوية ارتفاع تبلغ 0° ؛ منحنى أدنى، زاوية ارتفاع تبلغ 90°
- F: جسم أسود (خلفية كونية)، K 2,7، سوية الضوضاء الدنيا المتوقعة

الجزء 3

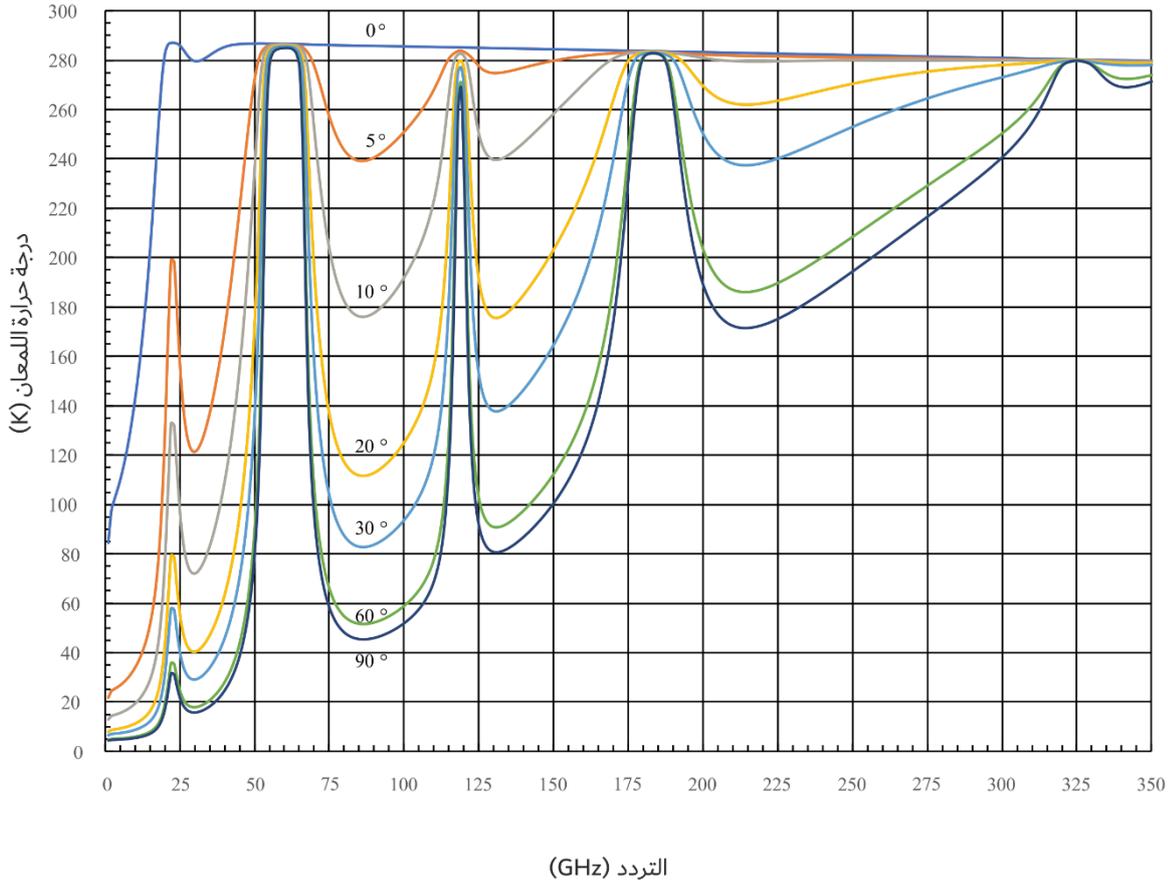
الضوضاء الصادرة عن الغازات الجوية وسطح الأرض

يعبر عادةً عن الضوضاء القادمة من مصادر فردية مثل الشمس والغازات الجوية وسطح الأرض إلخ، بمعلومية درجة حرارة المعدن T_b . ودرجة حرارة الهواء T_a عبارة عن تليف لمخطط الهوائي ودرجة حرارة المعدن للسماء والأرض. وفيما يخص هوائيات لا تشمل مخططاتها سوى مصدر وحيد تكون درجة حرارة الهواء مطابقة لدرجة حرارة المعدن (المنحنيات C و D و E الواردة في الشكل 3 مثلاً).

ويوضح الشكلان 4 و 5 درجة حرارة المعدن للجو لمستقبل منصوب على الأرض باستثناء مساهمة الضوضاء الكونية التي تبلغ 2,7 K أو مصادر أخرى من خارج الأرض للترددات التي تتراوح ما بين 1 و 340 GHz في المثال الأول وبين 1 و 60 GHz في المثال الثاني. وجرى حساب المنحنيات باستخدام برنامج نقل إشعاعي لسبع زوايا ارتفاع مختلفة وجو متوسط (كثافة بخار الماء على السطح 7,5 g ودرجة الحرارة على السطح 288 K وارتفاع السلم البالغ 2 km لبخار الماء). وقد استعمل للجو الجاف "الجو المعياري للولايات المتحدة لعام 1976". وتضاف المساهمة النموذجية لبخار الماء فوق طبقة التروبوبوز البيئية.

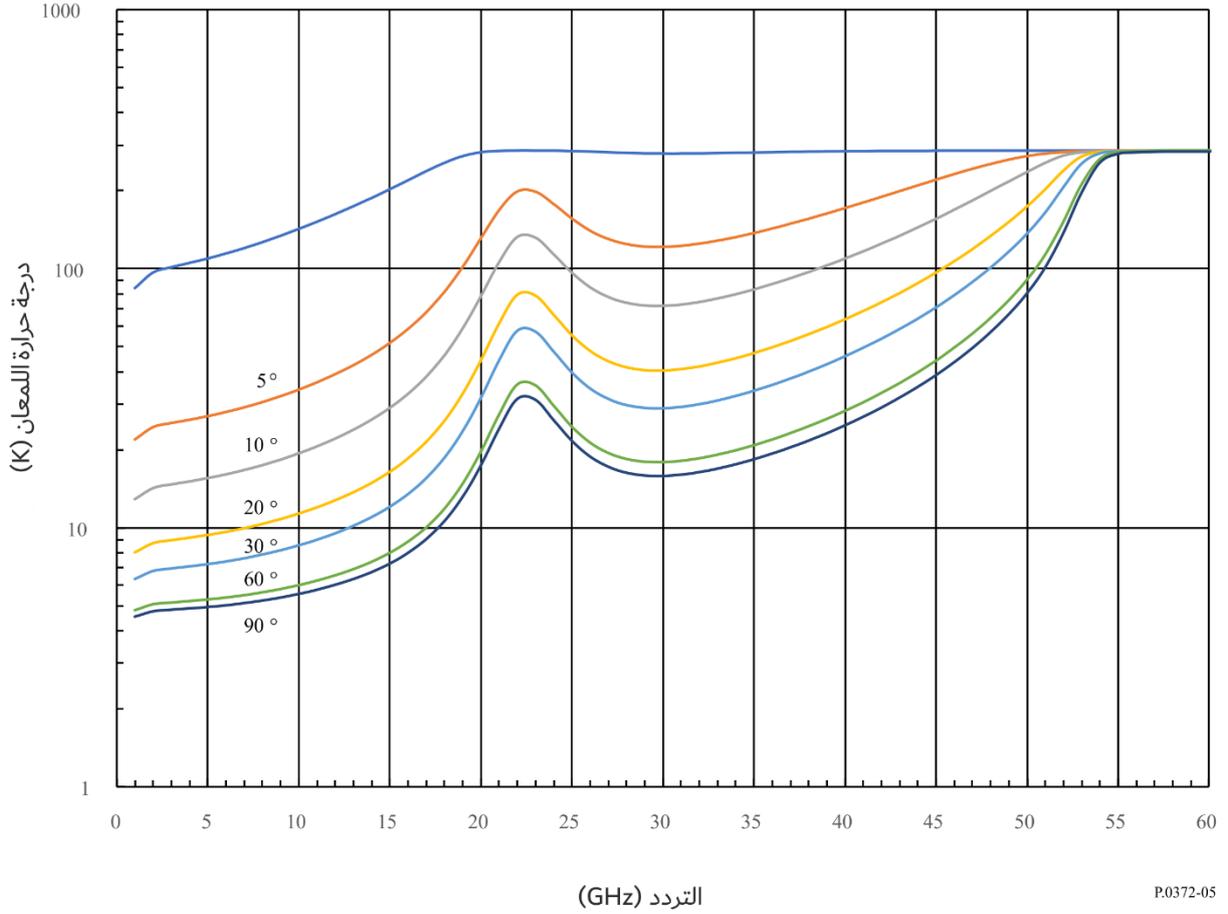
الشكل 4

درجة حرارة المعدن (الجو الصافي) لكثافة بخار الماء البالغة 7,5 g/m³
(درجة الحرارة والضغط على الأرض 15°C و 1023 mb)، θ هي زاوية الارتفاع



الشكل 5

درجة حرارة المعدن (الجو الصافي) لكثافة بخار الماء البالغة $7,5 \text{ g/m}^3$
(توسع سلم الإحداثيات السينية في الشكل 4)، θ هي زاوية الارتفاع



1.3 الضوضاء الراديوية التي تتعرض لها المحطات الأرضية جراء الغلاف الجوي الأرضي

1.1.3 طريقة التنبؤ اللحظي بدرجة حرارة المعدن

يمكن التنبؤ بدرجة حرارة المعدن اللحظية $T_B(f)$ ، K ، عند أي تردد مطلوب وزاوية ارتفاع وموقع على سطح الأرض، من التوهين الكلي اللحظي المتزامن (باستثناء الخبو الناجم عن التلألؤ)؛ والقيم السطحية للضغط الكلي (الجوي) ودرجة الحرارة وكثافة بخار الماء في الموقع المعني على النحو التالي:

$$(10) \quad T_B(f) = 2.73 \cdot 10^{-\frac{A_T(f,\theta)}{10}} + T_{mr}(f, P_s, T_s, \rho_{w_s}) \cdot \left(1 - 10^{-\frac{A_T(f,\theta)}{10}}\right) \quad (K)$$

حيث:

$$(11) \quad T_{mr}(f, P_s, T_s, \rho_{w_s}) = \begin{cases} a_t(f) + b_t(f) \cdot T_s + c_t(f) \cdot P_s + d_t(f) \cdot \rho_{w_s}, & \text{for no rain} \\ 275, & \text{for rain} \end{cases} \quad (K)$$

و:

f : التردد، بالغيغاهرتز، بدون مطر: $1 \leq f \leq 200 \text{ GHz}$ ؛ في حالة المطر: $1 \leq f \leq 55 \text{ GHz}$

P_s : الضغط السطحي الكلي (الجوي) اللحظي، بوحدة hPa، في الموقع المطلوب
 T_s : درجة الحرارة اللحظية على السطح، K، في الموقع المطلوب
 ρ_{w_s} : كثافة بخار الماء اللحظية على سطح الأرض، بالوحدة g/m³، في الموقع المطلوب
 θ : زاوية الارتفاع على سطح الأرض في الموقع المعني

$A_T(f, \theta)$: مجموع التوهين الجوي اللحظي باستثناء التلاؤ، بوحدة dB، للمسار المائل من الفضاء إلى الأرض المطلوب
 ينبغي إجراء استكمال داخلي خطي للمعاملات a_t و b_t و c_t و d_t عند التردد المعني بين الترددات في ملف البيانات Tmr_approx.txt، وهو جزء لا يتجزأ من هذه التوصية. ويحتوي ملف البيانات على المعاملات a_t و b_t و c_t و d_t في الأعمدة 2 و 3 و 4 و 5 على التوالي، للترددات بين 1 GHz و 200 GHz وزيادة قدرها 0,5 GHz في العمود 1.



Tmr_approx.txt

2.1.3 طريقة إحصائية للتنبؤ بدرجة حرارة اللمعان

يمكن التنبؤ بإحصاءات درجة حرارة لمعان السماء، $T_B(f, p)$ ، K، عند أي تردد مرغوب، وزاوية ارتفاع، وموقع على سطح الأرض، واحتمال التجاوز (CCDF)، p ، %، من التوهين الإجمالي (باستثناء الخبث الناجم عن التلاؤ) مقابل احتمال التجاوز، والقيم السطحية للضغط الكلي (الجوي) ودرجة الحرارة وكثافة بخار الماء في الموقع المعني على النحو التالي:

$$(12) \quad T_B(f, p) = 2.73 \cdot 10^{-\frac{A_T(f, p, \theta)}{10}} + T_{mr}(f, \bar{P}_s, \bar{T}_s, \bar{\rho}_{w_s}) \cdot \left(1 - 10^{-\frac{A_T(f, p, \theta)}{10}}\right) \quad (K)$$

حيث:

$$(13) \quad T_{mr}(f, \bar{P}_s, \bar{T}_s, \bar{\rho}_{w_s}) = \begin{cases} a_t(f) + b_t(f) \cdot \bar{T}_s + c_t(f) \cdot \bar{P}_s + d_t(f) \cdot \bar{\rho}_{w_s}, & \text{for no rain} \\ 275, & \text{for rain} \end{cases} \quad (K)$$

حيث:

f : التردد، بالغيغاهرتز، بدون مطر: $1 \leq f \leq 200$ GHz؛ في حالة المطر: $1 \leq f \leq 55$ GHz

\bar{P}_s : الضغط السطحي الكلي (الجوي) اللحظي، بوحدة hPa، في الموقع المطلوب

\bar{T}_s : درجة الحرارة اللحظية على السطح، K، في الموقع المطلوب

$\bar{\rho}_{w_s}$: متوسط كثافة بخار الماء على سطح الأرض، بالوحدة g/m³، في الموقع المطلوب

θ : زاوية الارتفاع على سطح الأرض في الموقع المعني

$A_T(f, \theta)$: مجموع التوهين الجوي، بوحدة dB، باستثناء التلاؤ عند احتمال التجاوز، p ، للمسار المائل من الفضاء إلى الأرض.

ينبغي إجراء استكمال داخلي خطي للمعاملات a_t و b_t و c_t و d_t عند التردد المعني بين الترددات في ملف البيانات Tmr_approx.txt، وهو جزء لا يتجزأ من هذه التوصية. ويحتوي ملف البيانات على المعاملات a_t و b_t و c_t و d_t في الأعمدة 2 و 3 و 4 و 5 على التوالي، للترددات بين 1 GHz و 200 GHz وزيادة قدرها 0,5 GHz في العمود 1.



Tmr_approx.txt

2.3 الضوضاء الراديوية التي تتعرض لها المحطات الفضائية جراء الغلاف الجوي الأرضي وسطح الأرض

يمكن حساب درجة حرارة اللمعان لسطح الأرض في زاوية نظير معينة باستعمال معادلة النقل الإشعاعي التي تصف انعكاس الإشعاعات الجوية الهابطة والإشعاعات الصادرة عن سطح الأرض.

ويتضمن هذا الحساب تكامل الإشعاعات الهابطة عبر جميع الزوايا ويراعي التوهين الجوي.

ويمكن تبسيطه على النحو التالي:

$$(14) \quad T = \varepsilon \cdot T_{surf} + \rho T_{atm}$$

حيث:

ε : قدرة البث الفعالة للسطح

ρ : معامل الانعكاس الفعال

T_{surf} : درجة الحرارة الفيزيائية لسطح الأرض (بالدرجات K)

T_{atm} : المتوسط المرجح لدرجة حرارة اللمعان للسماء.

يكون معامل الانعكاس ρ نحو 100 GHz ولكن تحت 10 GHz بوجه خاص مرتفعاً عموماً وتكون الانبعاثية ε ضعيفة.

ويمثل الشكل 7 أ) قدرة البث ودرجة حرارة اللمعان على سطح الماء الهادئ للاستقطاب الرأسي والأفقي وتبعاً لزاويتي الورد. وتحدد الإشارة إلى أنه لا يوجد فرق بين مياه البحر والمياه العذبة في الترددات الأعلى من 5 GHz.

ويمثل الشكل 7 ب) درجة حرارة اللمعان في زاوية النظر لسطح البحر عند ثلاثة ترددات بدلالة درجة الحرارة الفيزيائية لسطح البحر الملوحة تبلغ 36×10^{-3} .

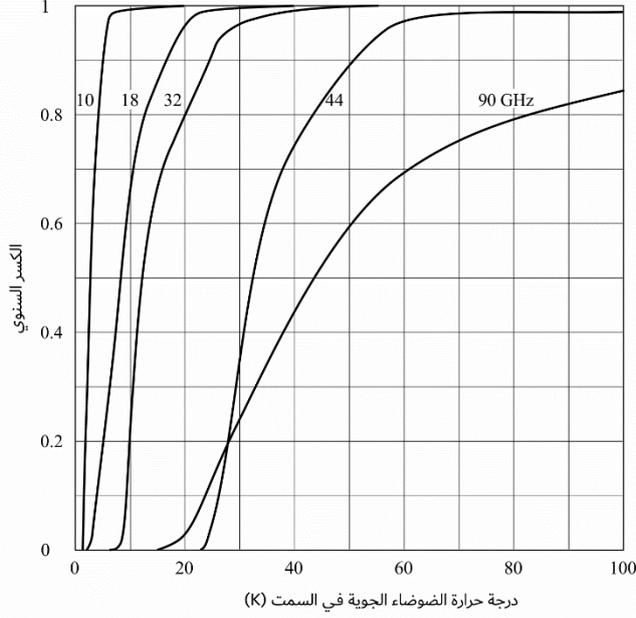
ويمثل الشكلان 7 ج) و 7 د) الزيادة في درجة حرارة اللمعان على سطح البحر مع سرعة الرياح وتفيد هذه المنحنيات في كشف العاصفة.

تفوق قدرات البث (وبالتالي درجات حرارة اللمعان) لسطوح الأرض قدرات ودرجات حرارة السطوح المائية لأن ثوابت العازل الكهربائي للأرض أقل. ويمثل الشكل 8 أ) درجة حرارة اللمعان لأرض منتظمة بالنسبة إلى معدلات رطوبة مختلفة أما الشكل 8 ب) فيمثل درجة حرارة اللمعان لدرجات متفاوتة من عدم انتظام السطح. وتعطى المنحنيات من أجل استقطابات رأسية وأفقية ودائرية. وإذا ارتفعت درجة الرطوبة تنخفض درجة حرارة اللمعان، وترتفع درجة حرارة اللمعان كلما زاد عدم انتظام الأرض.

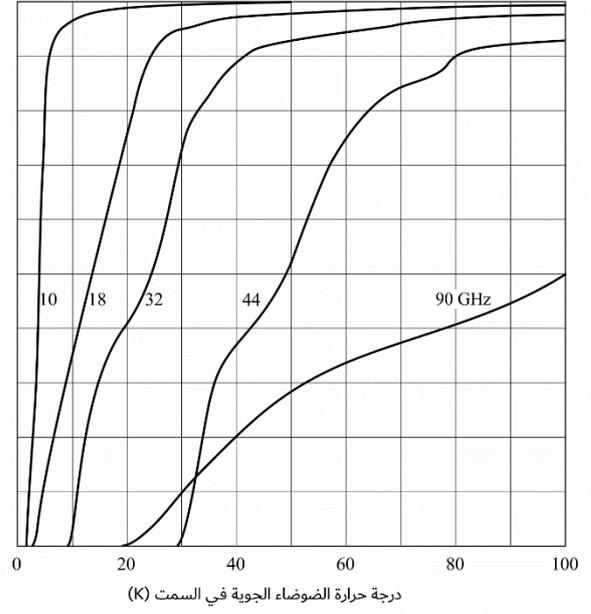
ويوضح الشكل 9 حسابات درجات حرارة اللمعان الملاحظة من مدار سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض بمساعدة سائل يستعمل حزمة تغطي الأرض (بحيث تقع الأرض داخل الحزمة الرئيسية بين النقاط عند 3 dB). ويمكن بحسب تحرك الساتل حول مداره مشاهدة أثر كتلة القارة الإفريقية (الحار) عند خط طول 30° شرقاً وأثر المحيط الهادئ (البارد) عند خط طول من 180° إلى 150° غرباً. وترتفع درجة حرارة اللمعان بزيادة التردد ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى الامتصاص الغازي. وترسم المنحنيات الجو الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية مع كثافة لبخار الماء تبلغ 2.5 g/m^3 وتغطية غيوم حجمها 50%. ويعطى مخطط الإشعاع للهوائي الذي يؤمن تغطية الأرض بالمعادلة $G(\varphi) = -3 \times (\varphi/8.715)^2 \text{ dB}$ مع $0 \leq \varphi \leq 8.715$ (حيث φ هي زاوية الارتفاع بالنسبة إلى محور التسديد).

الشكل 6

كسر الزمن الذي تعادل فيه درجة حرارة الضوضاء للسماء في السم (اللمعان)
الإحداثيات السينية أو تقل عنها في سنة نموذجية



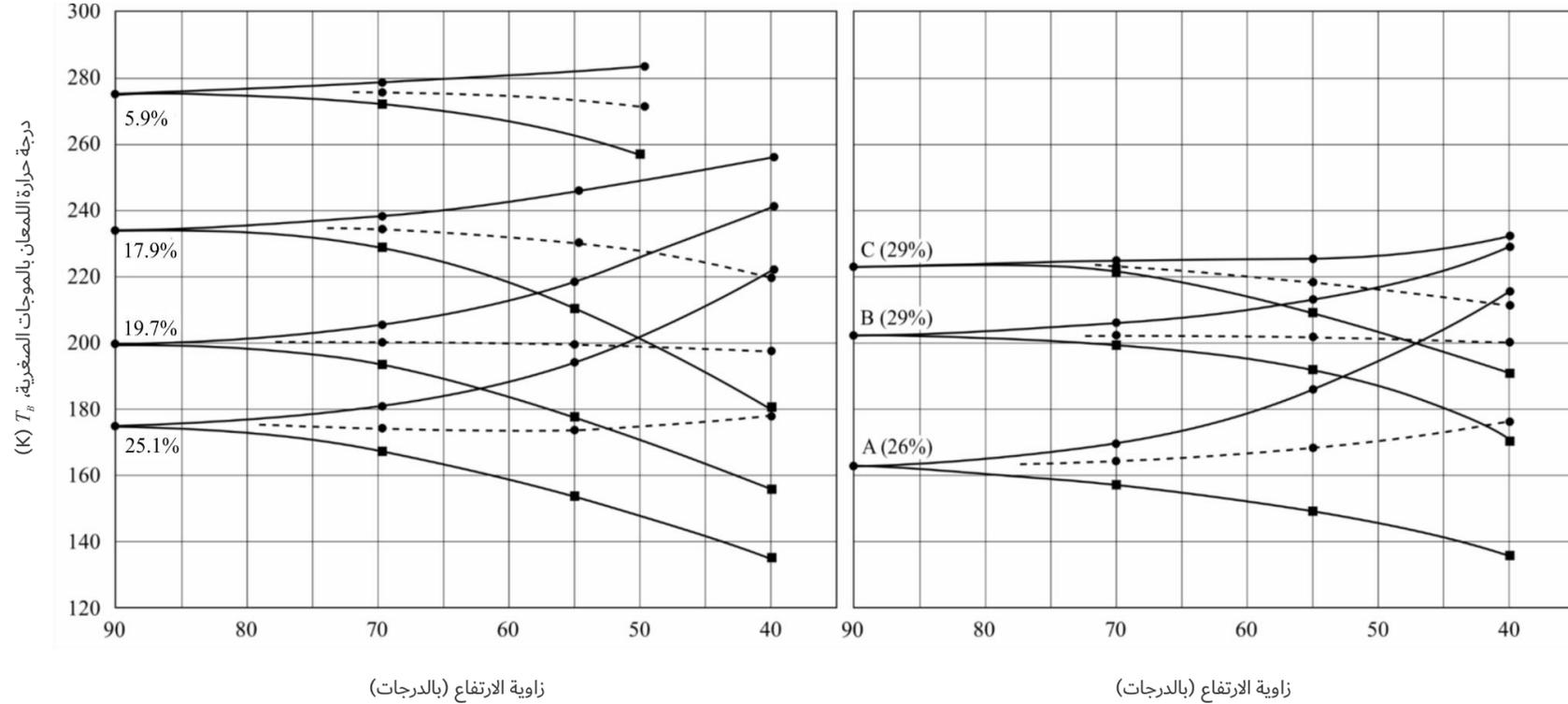
أ) Yuma، أريزونا، الولايات المتحدة الأمريكية (1961؛ المعدل الكلي لهطول الأمطار: 55 mm)



ب) نيويورك، NY، الولايات المتحدة الأمريكية (1959؛ المعدل الكلي لهطول الأمطار: 985 mm)
P.0372-06

الشكل 8

درجة حرارة المعدن للأرض عند 1 430 MHz بدلالة زاوية الارتفاع



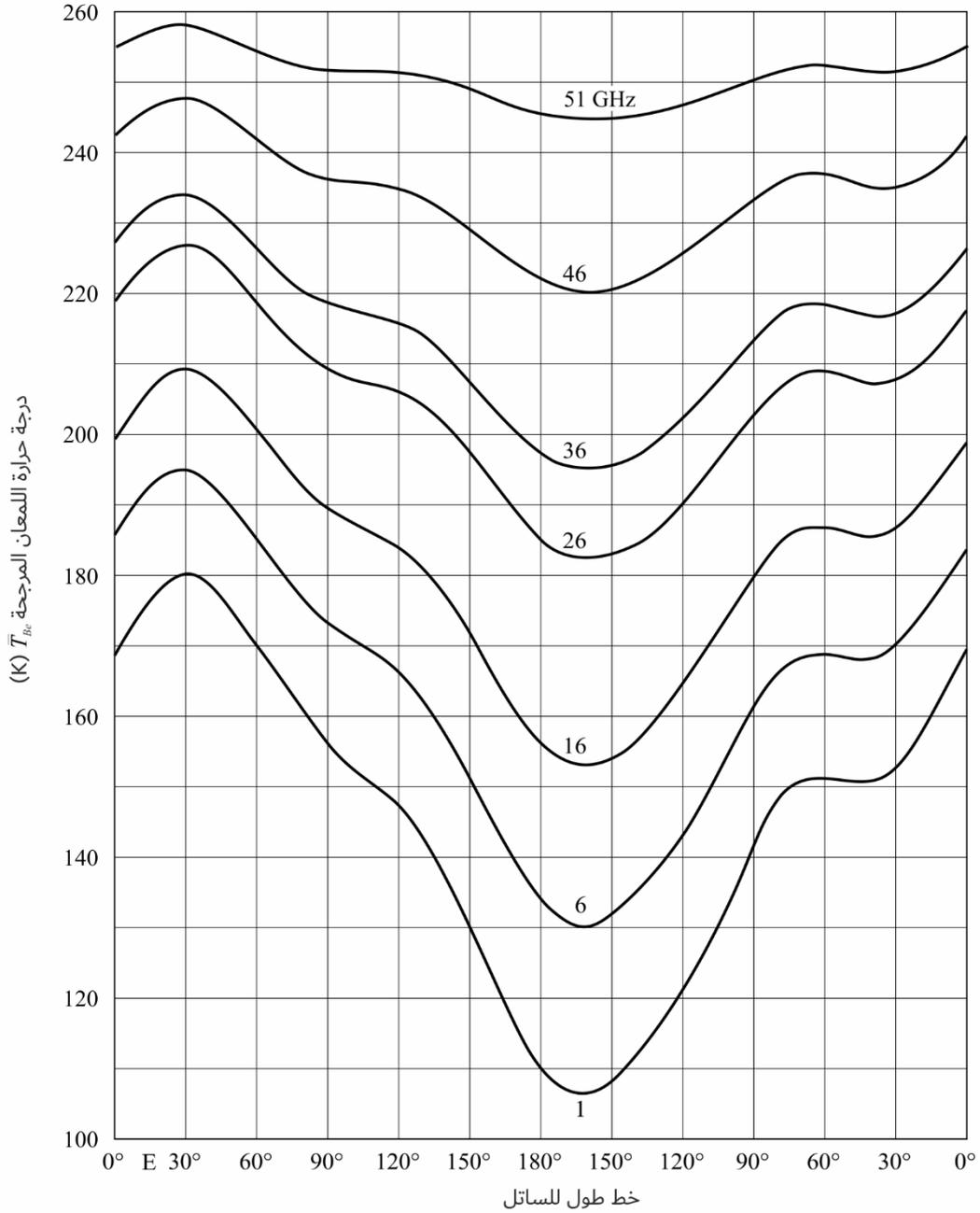
(أ) فيما يخص مكون الرطوبة من 5,9% إلى 25,1% في حالة أرض جرداء ومنتظمة

(ب) فيما يخص (A) أرض منتظمة و(B) وعرة متوسطة و(C) أرض وعرة جداً (أخاديد عميقة) مع نسبة مئوية لمحتوى المياه كما أشير

- T_{BV} ، استقطاب رأسي،
- T_{BH} ، استقطاب أفقي،
- - -●- - - $(T_{BH} + T_{BV}) / 2$ ، استقطاب دائري،

الشكل 9

درجة حرارة المعان المرجحة للأرض بدلالة خط الطول اعتباراً من ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض في ترددات تتراوح ما بين 1 و 51 GHz



الجزء 4

درجة حرارة اللمعان التي تعزى إلى مصادر من خارج الأرض

1.4 درجة حرارة اللمعان التي تعزى إلى مصادر من خارج الأرض

فيما يخص الاتصالات في ترددات تقل عن 2 GHz يجب كقاعدة عامة مراعاة الشمس والمجرة (درب اللبانة) والتي تظهر كحزام واسع من البث الكثيف. وفيما يخص الترددات التي تصل إلى 100 MHz تقريباً يعطى عامل الضوضاء المتوسط بالنسبة إلى الضوضاء المجرية مع تجاهل أثر الحجب الأيونوسفيري بالمعادلة التالية:

$$(15) \quad F_{am} = 52 - 23 \log f \quad (\text{dB})$$

حيث:

f : التردد (MHz).

وتبلغ التغيرات العشرية لقدرة الضوضاء المجرية المتوسطة ± 2 dB.

بالنسبة لهذه الظروف، فإن التغير العشري لكل من الحدين العشريين الأعلى والأدنى بالنسبة للضوضاء المجرية يبلغ 2 dB.

ولن تلاحظ الضوضاء المجرية على ترددات أقل من foF2 وتكون أقل من القيمة المستخلصة من المعادلة (16) للترددات التي تصل حتى ثلاثة أضعاف foF2.

وفيما يخص الترددات التي تزيد عن 2 GHz يكفي مراعاة الشمس وبعض المصادر غير الحرارية والكثيفة جداً مثل ذات الكرسي A وكوكبي الدجاجة A و X وسديم السرطان لأن درجة حرارة الضوضاء الخلفية الكونية لا تساهم سوى بمقدار 2,7 K وأن (درب اللبانة) يمثل منطقة ضيقة ذات كثافة عالية إلى حد ما. ويوضح الشكل 10 مدى درجة حرارة اللمعان لمصادر الضوضاء الشائعة من خارج الأرض في مدى الترددات من 0,1-100 GHz.

وتعرض الأشكال 11 أ) و 11 ب) و 11 ج) و 11 د) منحنيات درجة حرارة السماء الراديوية الكلية عند 408 MHz المملسة باستبانة زاوية قدرها 5°. وتعطى هذه المنحنيات بإحداثيات استوائية، الميل δ (خط عرض) والطلع المستقيم α (ساعات في الشرق حول خط الاستواء اعتباراً من خط الاعتدال الربيعي). وتتدرج الأكفة مباشرة بانحراف (K) نسبة إلى 2,7 K حيث تبلغ الدقة 1 K. وتكون الفواصل بين الأكفة كالتالي:

- K 2 تحت 60 K،
- K 4 من 60 إلى 100 K،
- K 10 من 100 إلى 200 K،
- K 20 فوق 200 K.

وتسدد الأسهم فوق الخطوط غير الموسمة للأكفة باتجاه عقارب الساعة حول حد أدنى من توزيع اللمعان.

ويحدد المنحنى الجيبي ذو الخطوط المتقطعة بين $\pm 23,5^\circ$ في الشكلين 11 أ) و 11 د) الإهليلج الذي يجتاز درب اللبانة بالقرب من المركز المجري. مما يعني أنه في حال رصد مركبة فضائية في الفضاء ما بين الكواكب قد يلزم هذا الأمر. ويشار إلى المصادر النقطية الأكثر كثافة بذرى ضيقة لتوزيع درجة الحرارة بينما يتقلص ظهور المصادر الأضعف بسبب الاستبانة الزاوية المحدودة.

يتغير إشعاع الخلفية المجرية بدلالة التردد وللحصول على درجات حرارة اللمعان عند ترددات أخرى f_i لإشعاع الخلفية تستعمل الصيغة التالية:

$$(16) \quad T_b(f_i) = T_b(f_0) (f_i / f_0)^{-2,75} + 2,7 \quad \text{K}$$

وعلى ذلك فعندما $T_b = 200$ K، $f_0 = 408$ MHz و $f_i = 1$ GHz يمكن أن يؤدي الاستكمال الخارجي إلى ما يلي:

$$T_b = 19,7 \quad \text{K}$$

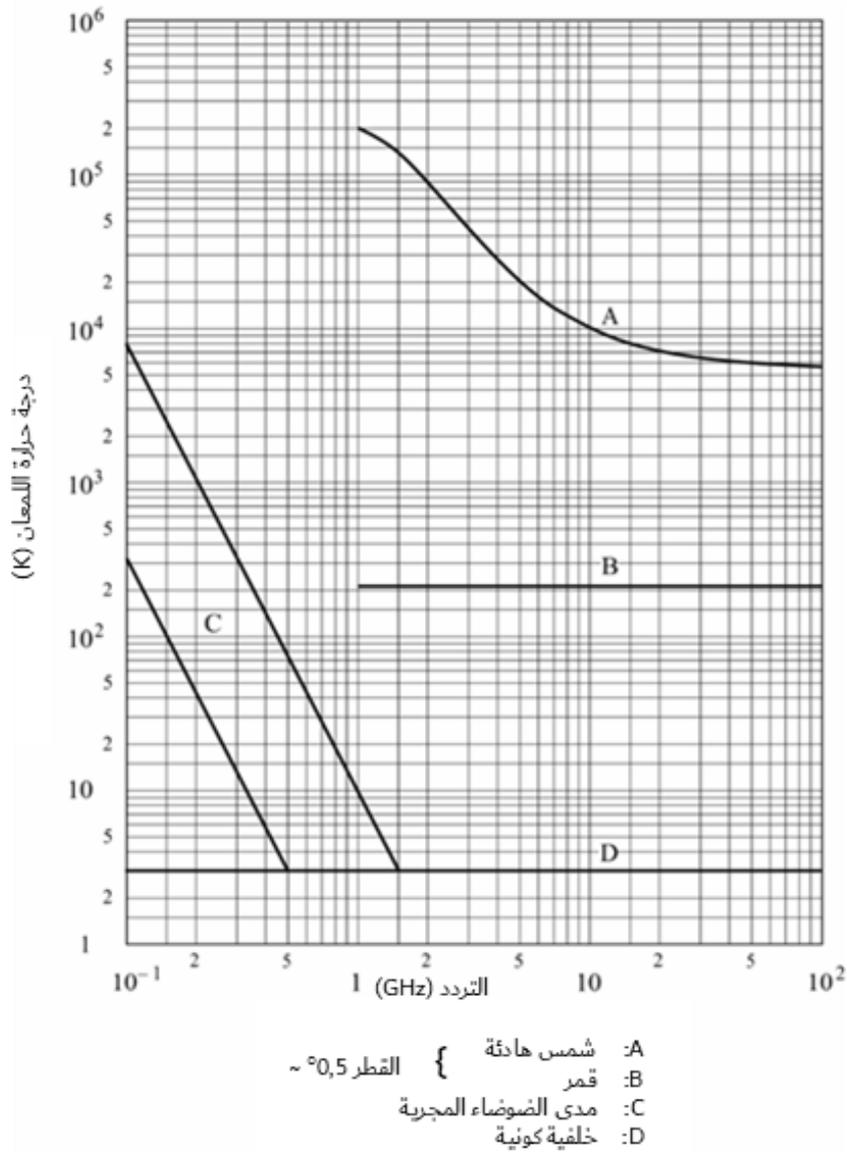
وللحصول على استكمال خارجي أدق باستعمال هذه الصيغة، يجدر مراعاة تغيرات الأس على مدى الترددات كله وعبر السماء بأكملها. وفيما يخص المصادر النقطية، يعتمد تغير الكثافة بدلالة التردد على الشروط الفيزيائية المختلفة لهذه المصادر.

وفيما يتعلق بالاتصالات الساتلية في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض، لا ينطوي سوى جزء محدود من السماء على أهمية خاصة كما يوضح الشكل 12 أ). ويعطي الشكل 12 ب) المدى المقابل للميلين (±8,7°) ويشير إلى المصادر الراديوية الأكثر كثافة.

وتشكل الشمس مصدراً قوياً من مصادر الضوضاء المتغيرة؛ وتبلغ درجة حرارة الضوضاء الخاصة بها حوالي 10^6 K عند ترددات بين 50 و 200 MHz و 10^4 K على الأقل عند 10 GHz في فترة النشاط الشمسي الضعيف. وترتفع هذه القيم بشدة في مراحل الاضطرابات الشمسية. وتعد درجة حرارة اللمعان للقمر مستقلة تقريباً عن التردد فوق 1 GHz وهي تتغير من 140 K (حين يكون القمر هلالاً) و 280 K (حين يصبح بداراً). ويكون المسير الشمسي في المستوى الإهليلجي (الخط المتقطع في الشكل 11). ويلاحظ القمر تحت ميل يبلغ $±5^\circ$ بالنسبة إلى المستوى الإهليلجي.

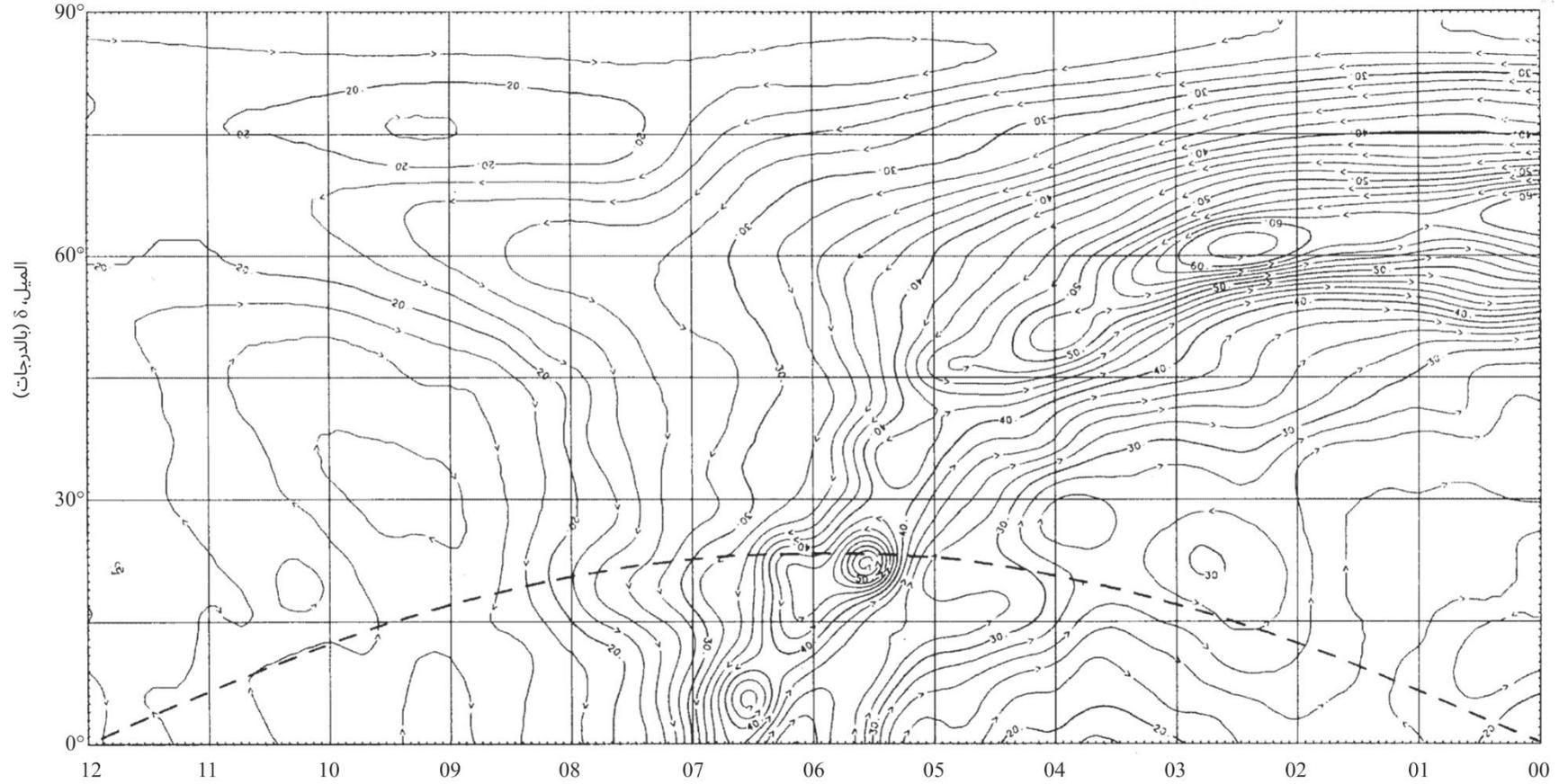
الشكل 10

مصادر الضوضاء من خارج الأرض



الشكل 11 أ)

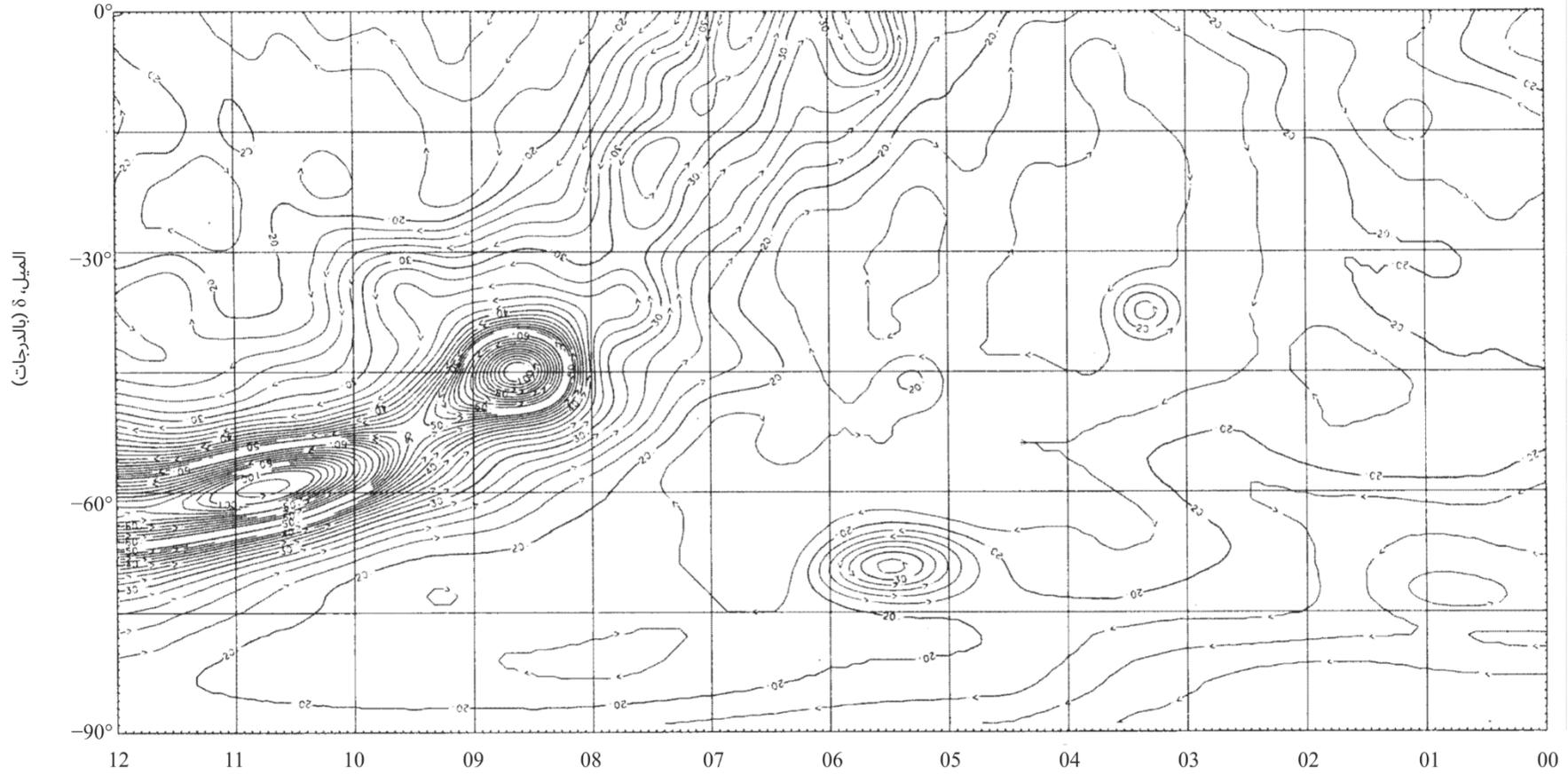
درجة حرارة السماء الراديوية عند 408 MHz

الطالع المستقيم، α (h)

الطالع المستقيم 0000 h إلى 1200 h، الميل 0° إلى +90°، المنحنى المشترط؛ إهليلجي

(الشكل 11 ب)

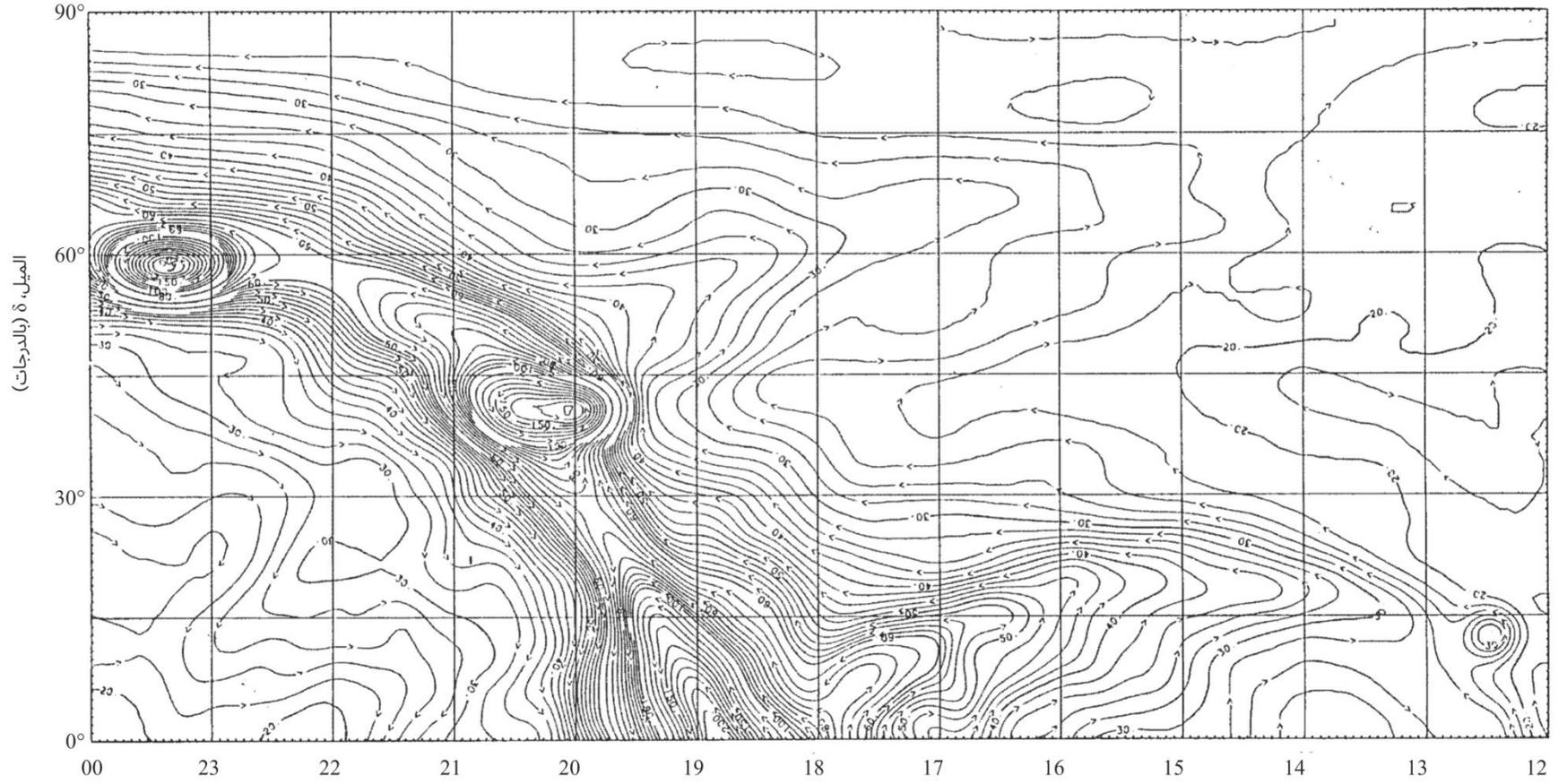
درجة حرارة السماء الراديوية عند 408 MHz



الطالع المستقيم، α (h)

الطالع المستقيم h 0000 إلى h 1200، الميل 0° إلى -90°

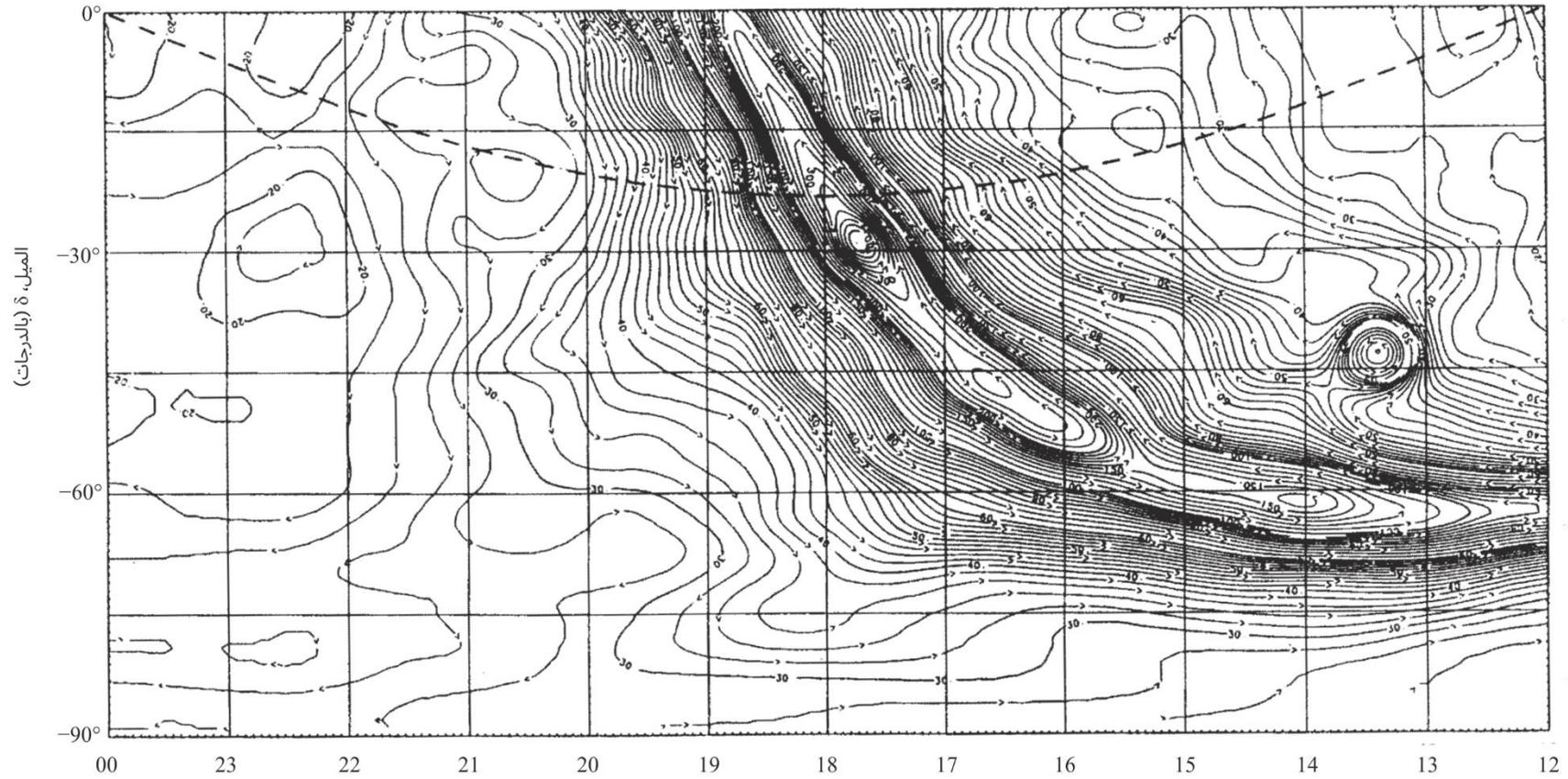
درجة حرارة السماء الراديوية عند 408 MHz

(h) α الطالع المستقيم,

الطالع المستقيم h 1200 إلى h 2400، الميل 0° إلى +90°

(الشكل 11 د)

درجة حرارة السماء الراديوية عند 408 MHz



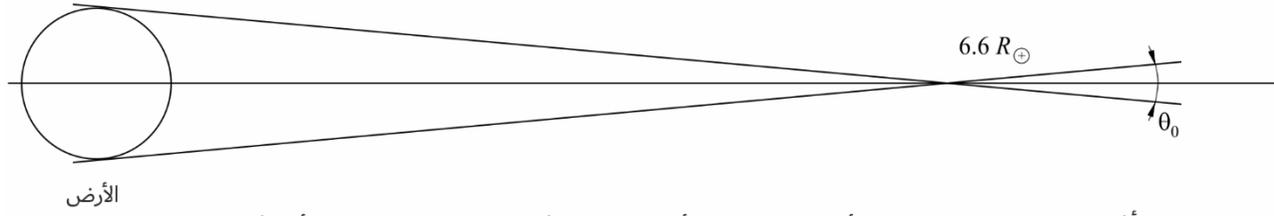
الطالع المستقيم، α (h)

الطالع المستقيم h 1200 إلى h 2400، الميل 0° إلى -90°، المنحنى المشرط؛ إهليلجي

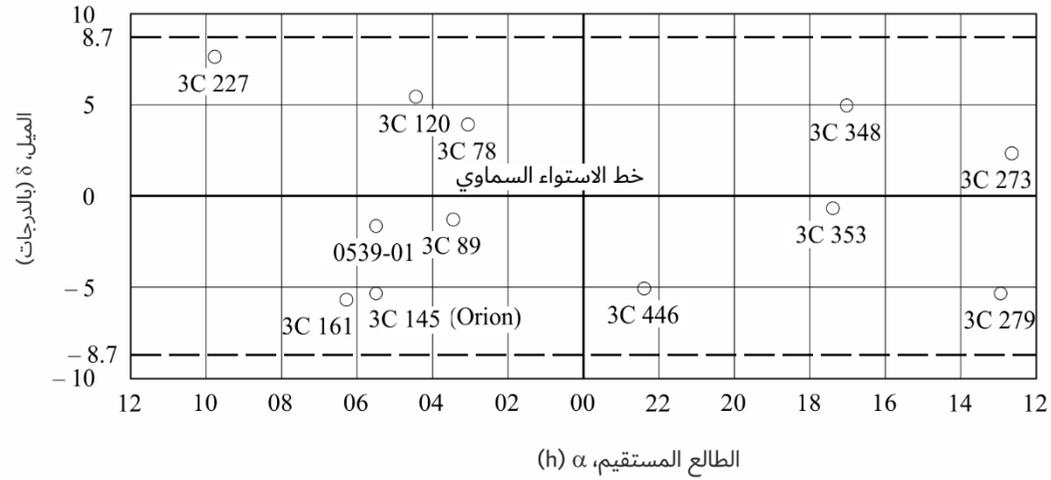
التوصية ITU-R P.372-17

الشكل 12

الجزء من السماء الذي ينطوي على أهمية خاصة بالنسبة إلى الاتصالات الساتلية في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض



أ) المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض كما يرى من الأرض ويظهر θ_0 (R_{\oplus} : نصف القطر المتوسط للأرض)



ب) موقع المصادر الراديوية الأكثر قدرة (○) من أجل نطاق يبلغ $\pm 8.7^\circ$ في جانبي خط الاستواء السماوي. وتشير الأرقام إلى تعيينات الفهرس، مثل 3C التي تشير إلى "third Cambridge".

الجزء 5

الضوضاء الجوية التي تعزى إلى البرق

1.5 الضوضاء الجوية التي تعزى إلى البرق

تعرض الأشكال من 13 أ) إلى 36 أ) خرائط عالمية للضوضاء الراديوية الجوية الأساسية تشير إلى القيم المتوسطة المتوقعة لقدرة الضوضاء المتوسطة F_{am} بوحدة dB فوق $k T_0 b$ عند التردد 1 MHz لكل فترة زمنية تبلغ ثلاثة أشهر ولكل فدرة زمنية تبلغ 4 ساعات بالتوقيت المحلي. والفترات التي تبلغ ثلاثة أشهر هي (1 ديسمبر، يناير، فبراير و2) مارس، أبريل، مايو و3) يونيو، يوليو، أغسطس و4) سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر. والفترات ذات الأربع ساعات هي من حيث التوقيت المحلي وهي نفس التوقيتات المحلية في مناطق خط طول مختلفة مقدارها 15 درجة. ويشار إلى تغير F_{am} بدلالة التردد لكل فدرة زمنية فصلية في الأشكال 13 ب) إلى 36 ب). أما التغير بدلالة التردد لمعلومات الضوضاء الأخرى فيرد في الأشكال 13 ج) إلى 36 ج). وقد استعمل فيما يخص تقديرات الضوضاء الجوية هذه هوائي مرجعي وحيد الاستقطاب رأسي قصير وضع على سطح أرضي جيد التوصيل (نقش تأثير سطح أرضي جيد التوصيل في الملحق 2 من التوصية ITU-R P.341). والتقديرات هي تقديرات الضوضاء الجوية المجمعة من كل الاتجاهات وليس من المناسب مراعاة اتجاهية الهوائيات العملية. ويمكن حساب شدة مجال الورد، انظر الفقرة 2.

وسيلاحظ أن قيم الضوضاء الجوية تشير إلى أنها تكون أقل من السويات المتوقعة للضوضاء الاصطناعية وللضوضاء الجرية. ويفترض ألا تستعمل هذه القيم سوى بحذر لأنها لا تمثل سوى تقديرات لسويات الضوضاء الجوية التي تسجل في حال غياب الأنماط الأخرى من الضوضاء. ومع ذلك يبين فحص البيانات أن هذه السويات المنخفضة لا تقاس فعلياً إلا في حالات نادرة.

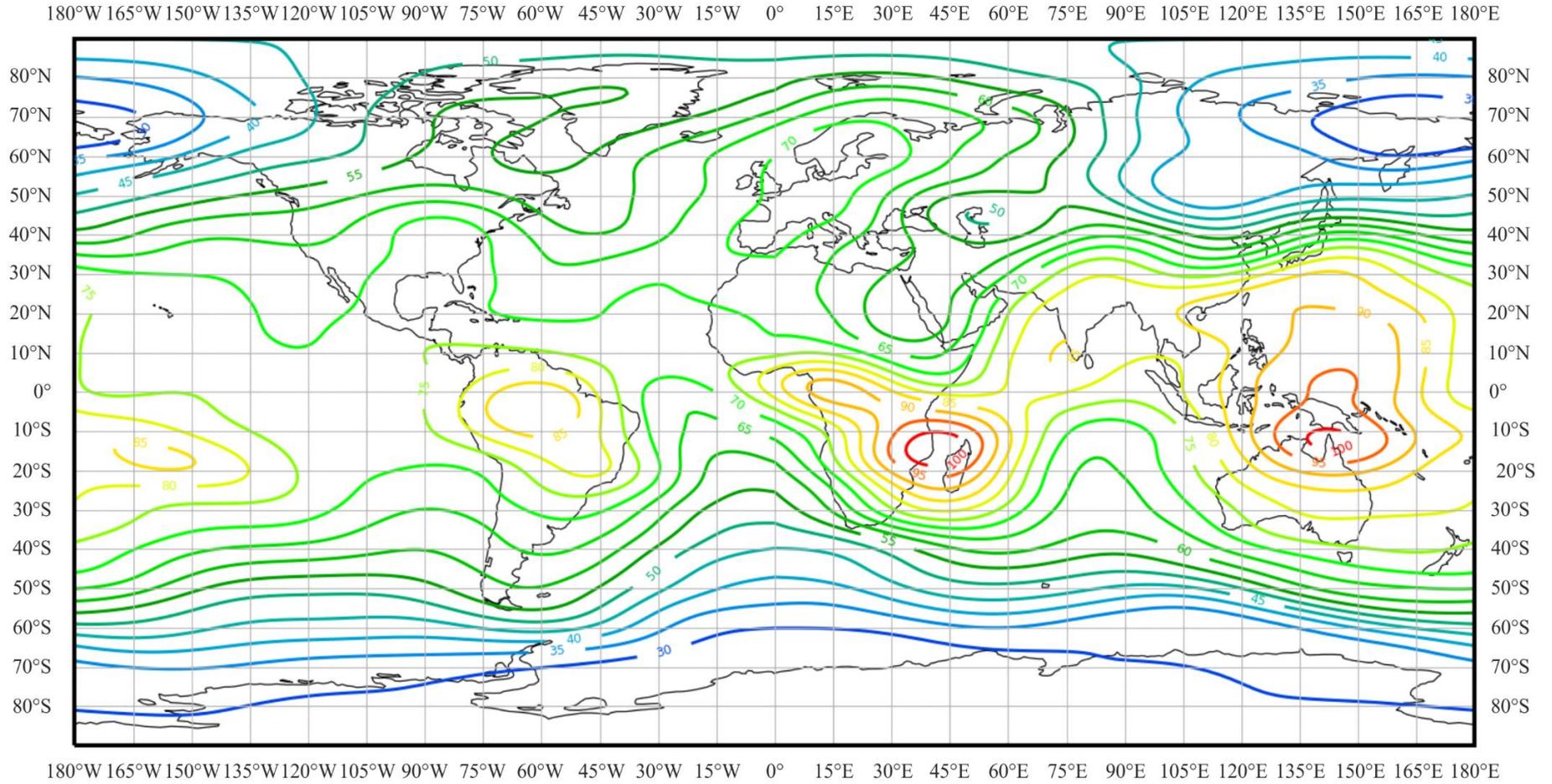
والضوضاء الجوية الناجمة عن البرق غير غوسية في طبيعتها بوجه عام ودالة كثافة احتمالها قد تكون مهمة في تحديد أداء الأنظمة الرقمية. ويشرح توزيع احتمال الاتساع (APD) لهذا النمط من الضوضاء بمعلومية انحراف الفولطية V_d ، وهو النسبة بين جذر مربع التريب و متوسط فولطية غلاف الضوضاء.

وترد منحنيات توزيع احتمال الاتساعات (APD) التي تقابل قيم V_d المختلفة في الشكل 37 وتتخذ كمرجع جذر متوسط تريبع فولطية الغلاف A_{rms} . وتتغير قيم V_d المقاسة بالنسبة إلى القيمة المتوسطة المتوقعة V_{dm} ويمثل الرمز σV_d هذا التغير. ويمكن استعمال المنحنيات APD من أجل عروض نطاقات متنوعة جداً. وتخص تقديرات V_d (الأشكال 13 ج) إلى 36 ج)) عرض نطاق يبلغ 200 Hz. ويوفر الشكل 39 وسيلة لتحويل قيمة V_d عند 200 Hz إلى قيم V_d المقابلة لعروض نطاق أخرى. ولا ينطبق الشكل 39 سوى على ترددات الموجات الهكثومترية MF والديكامترية HF لذا يتطلب تطبيق هذه النتائج على الترددات الدنيا (أي LF و VLF و ELF) حذراً شديداً.

وتستعمل الأشكال بالطريقة التالية. يمكن الحصول على قيمة F_{am} عند 1 MHz في خرائط الضوضاء (الأشكال 13 أ) إلى 36 أ)) بالنسبة للفصل الخاضع للبحث وباستعمال هذه القيمة لتحديد الضوضاء يمكن تحديد قيمة F_{am} للتردد المطلوب من منحنيات الترددات (الأشكال 13 ب) إلى 36 ب)). ويمكن الحصول على معلومات التغير $\sigma_{F_{am}}$ و D_u و σ_{D_u} للتردد المطلوب من الأشكال 13 ج) إلى 36 ج). كما يمكن الحصول على قيمتي D و σ_D لنسب مفوية أخرى من الزمن بافتراض توزيعات شبه لوغاريتمية عادية على جانبي القيم المتوسطة.

(الشكل 13 أ)

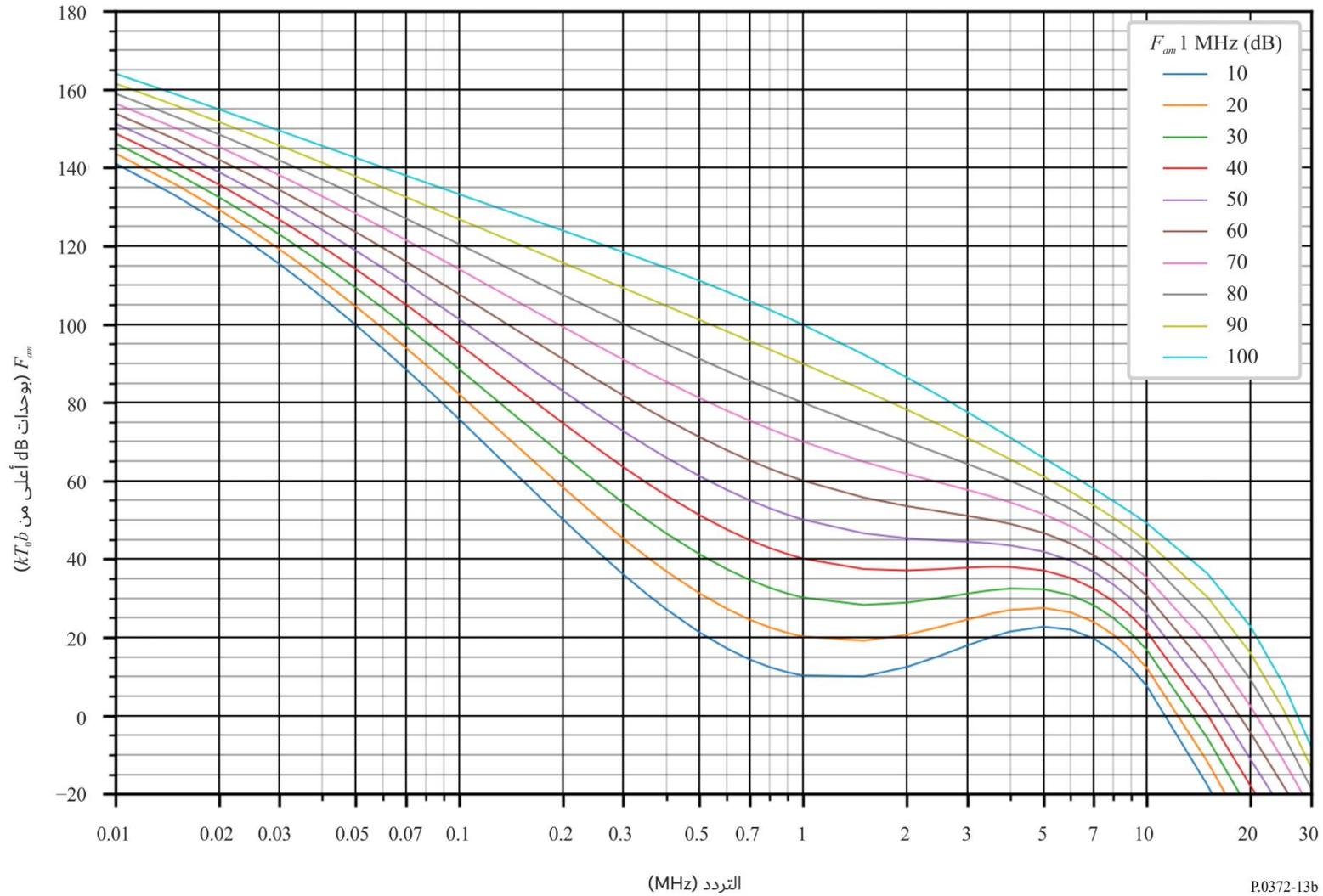
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 13 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

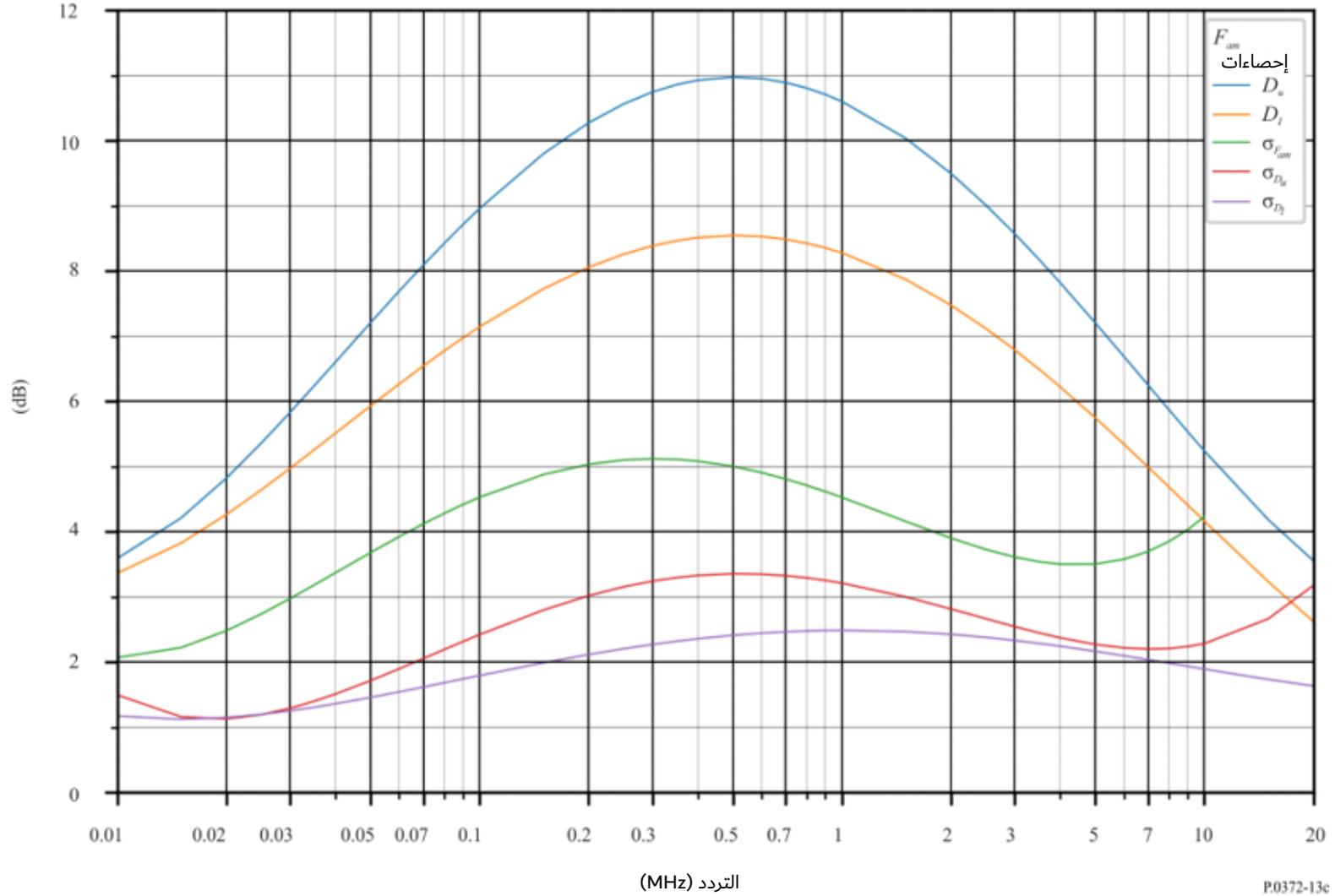
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 13 ج)

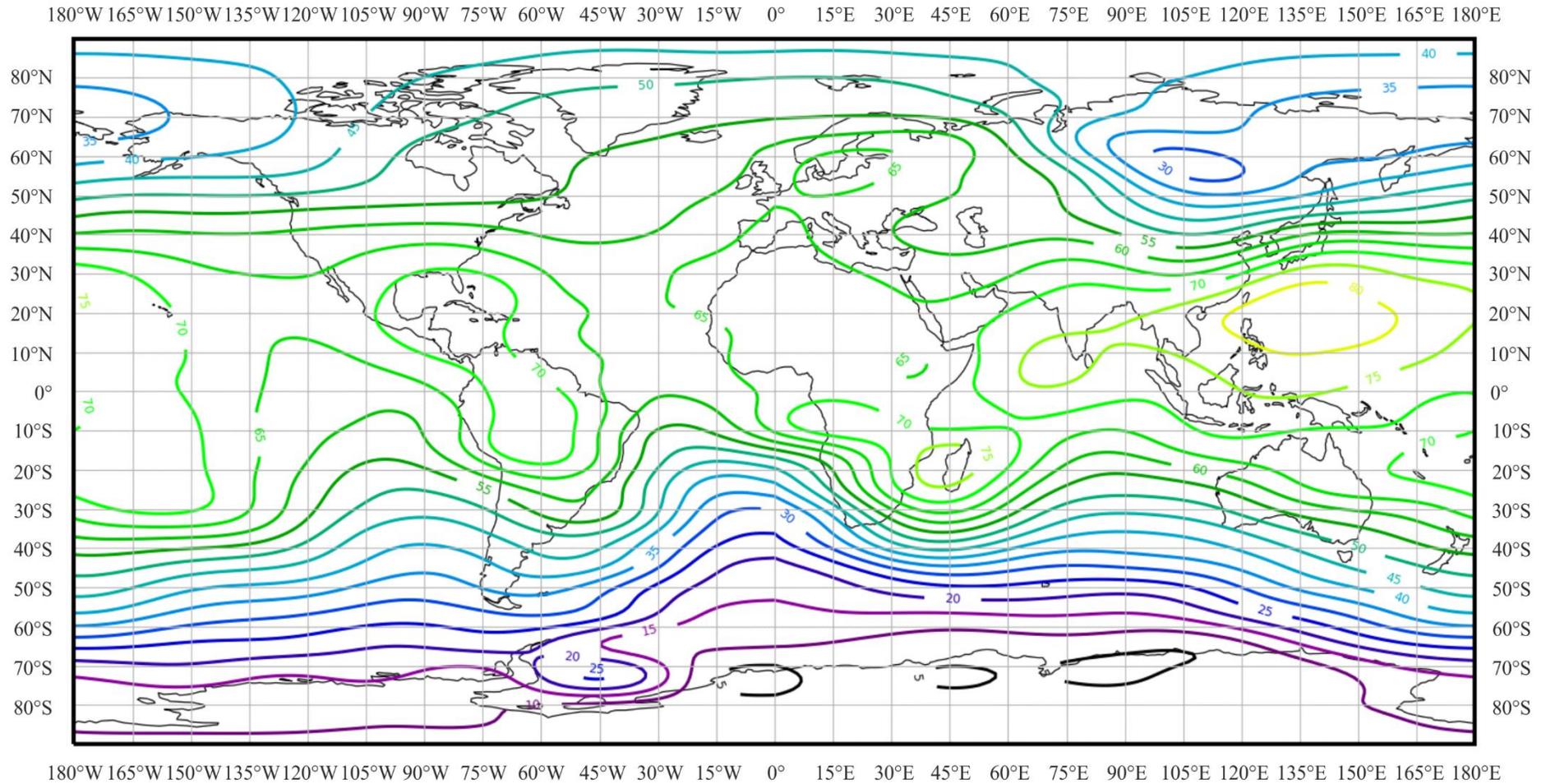
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 14 أ)

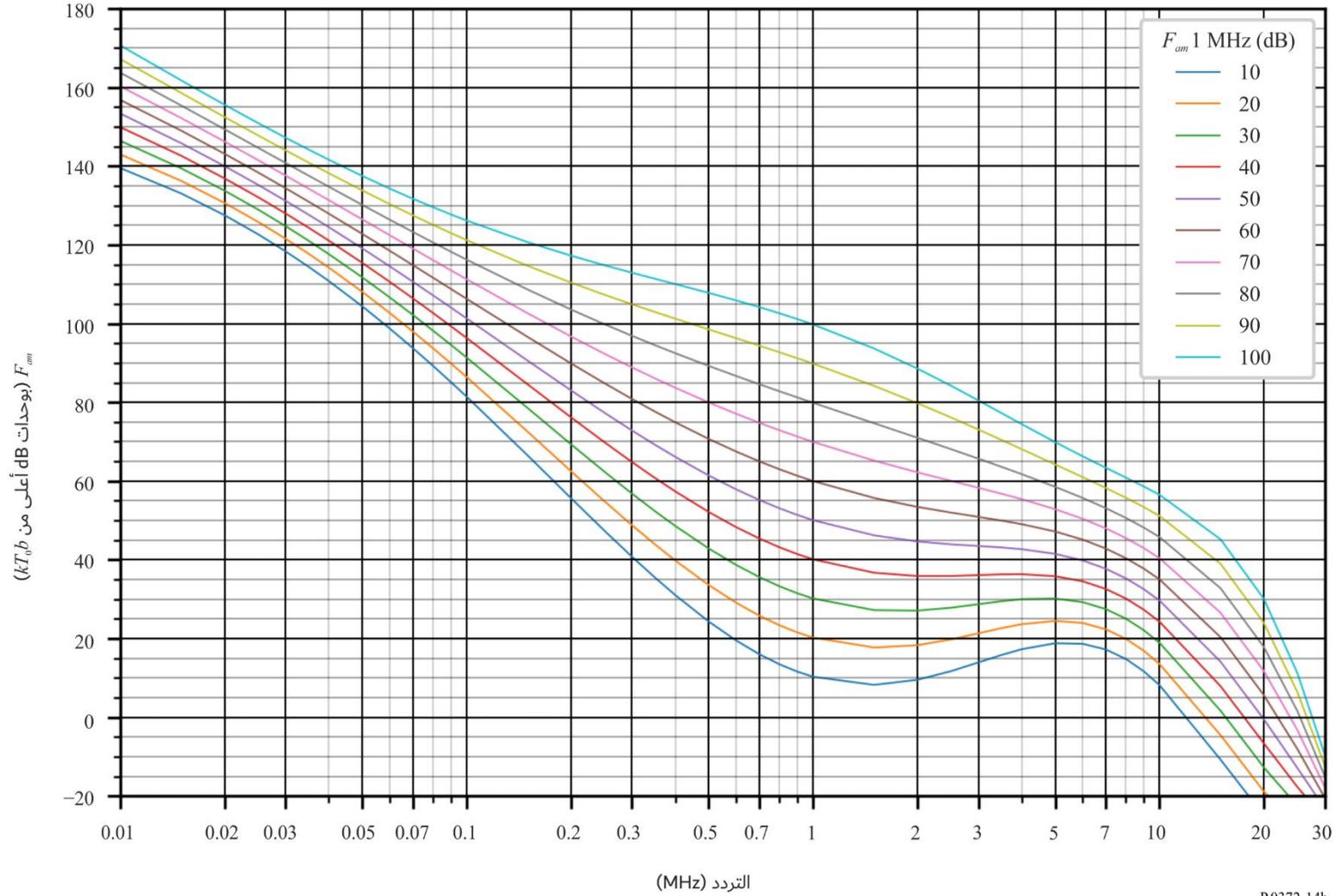
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 14 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

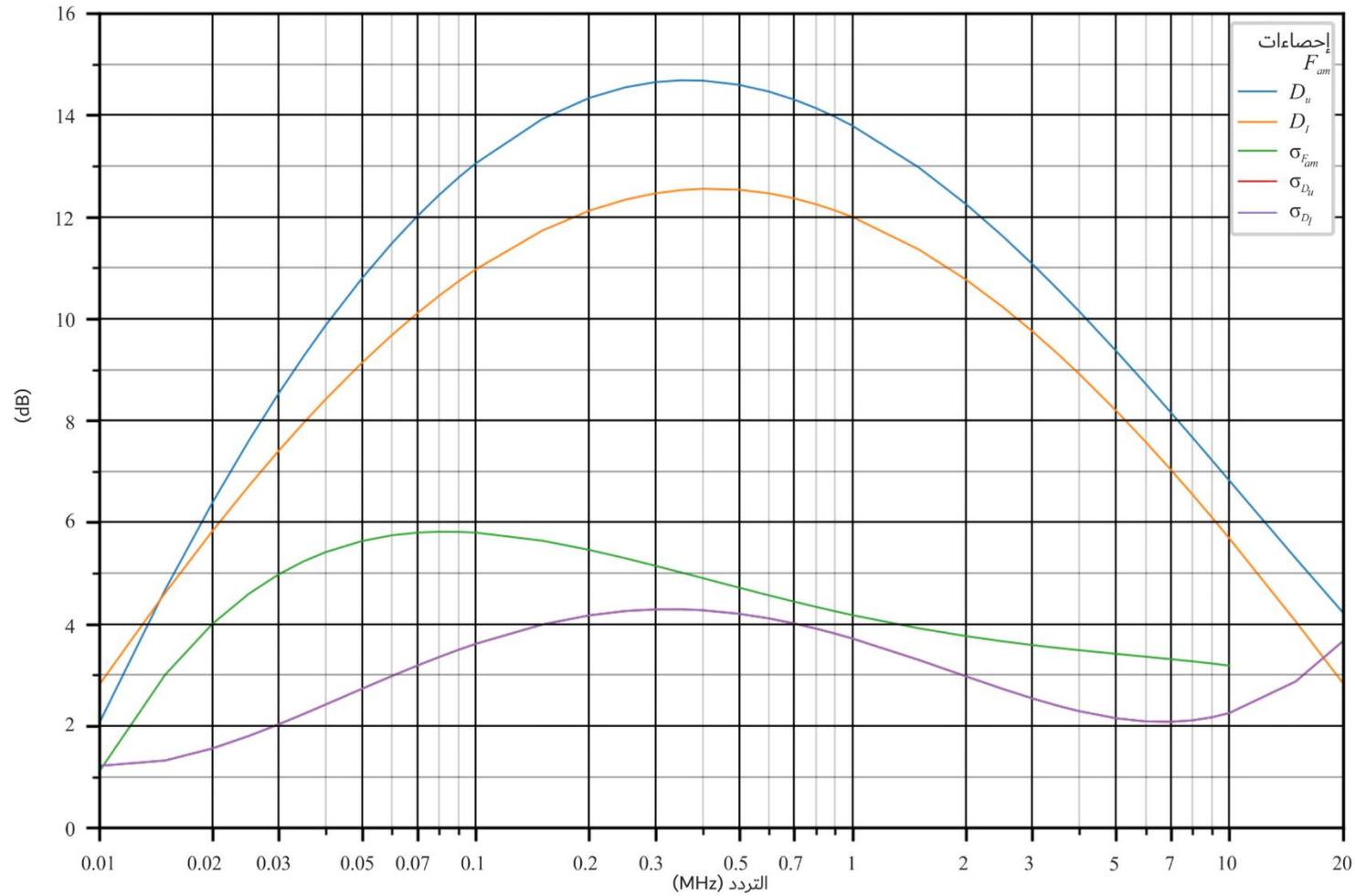
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 14 ج)

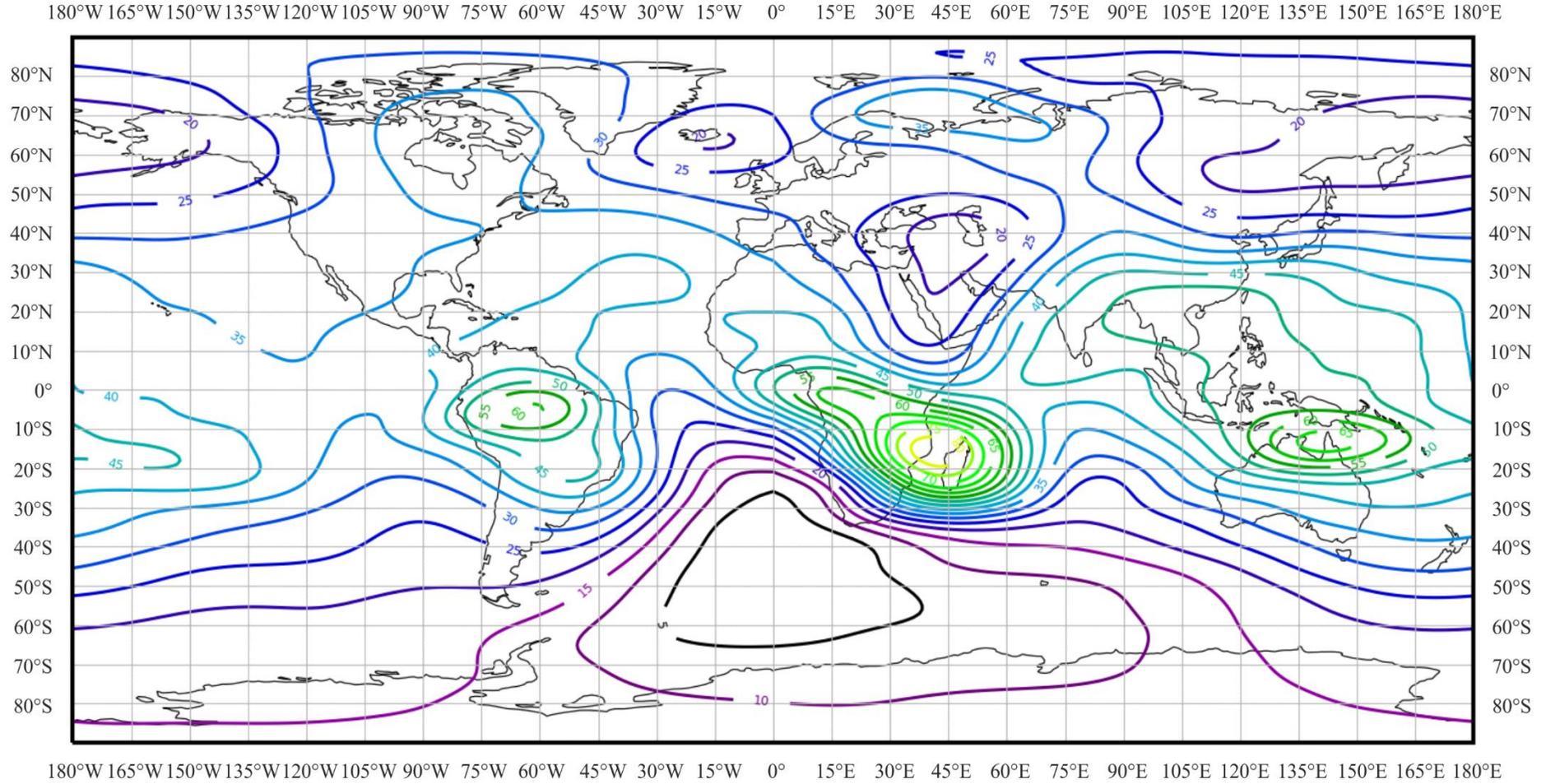
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 15 أ)

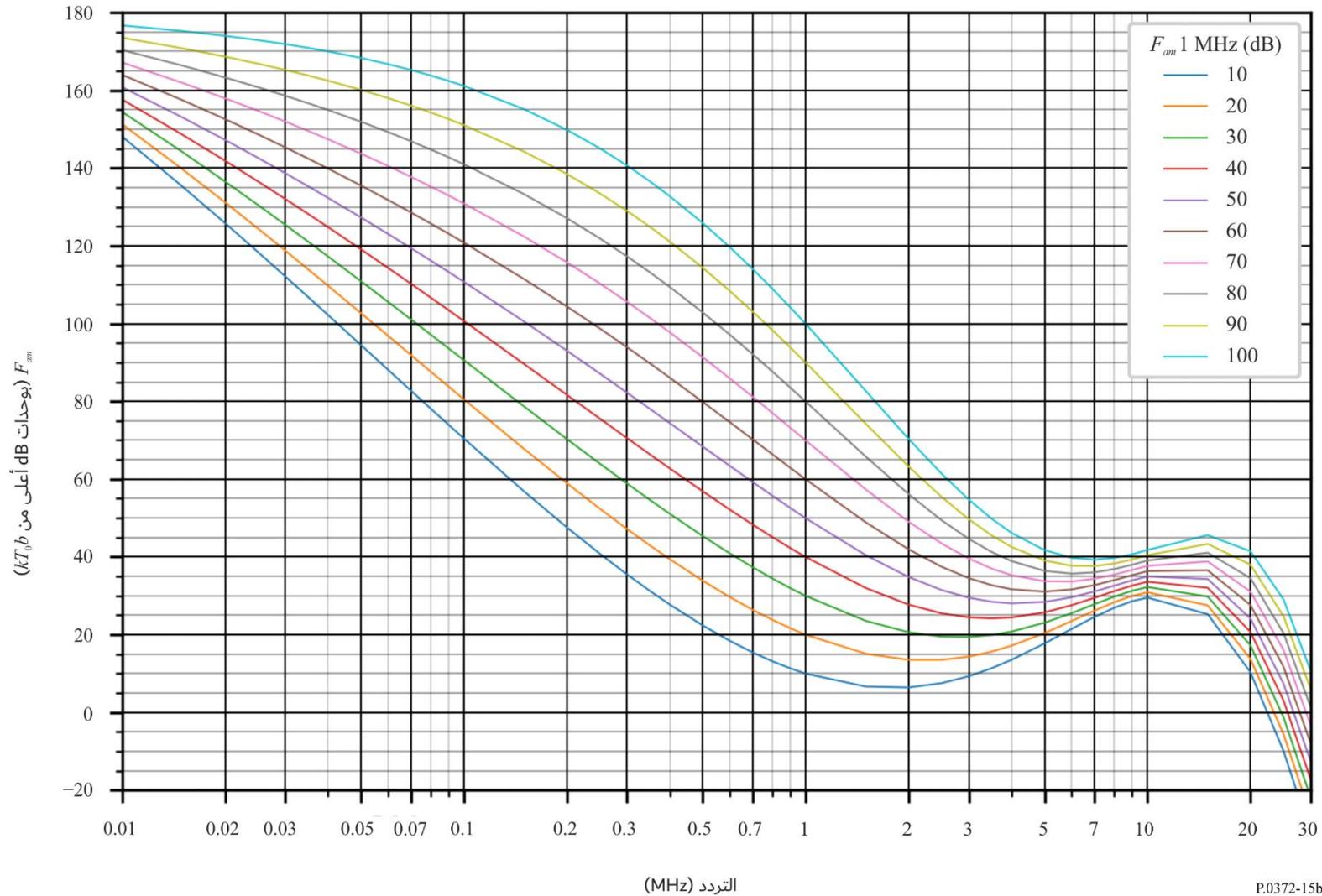
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 15 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

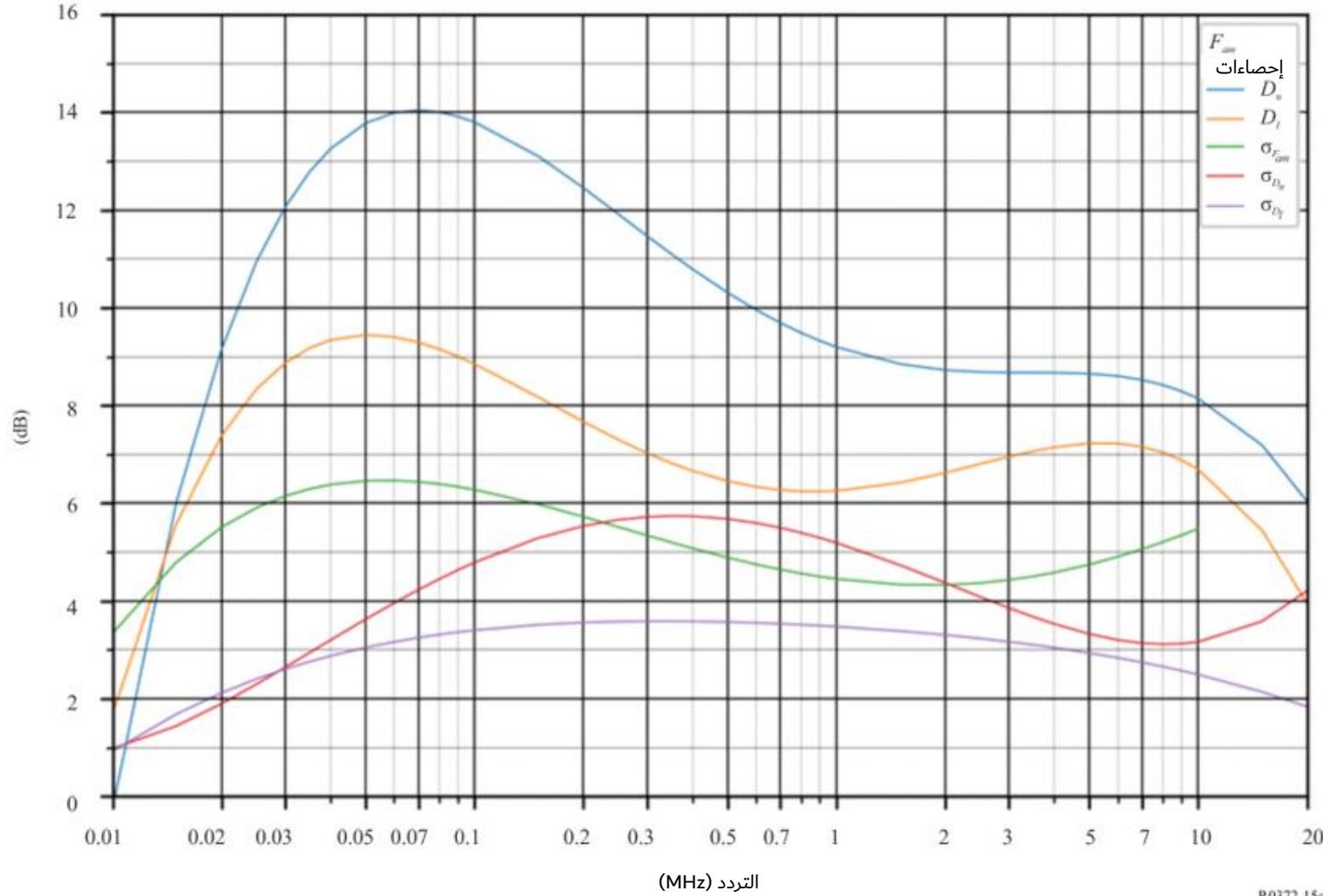
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 15 ج)

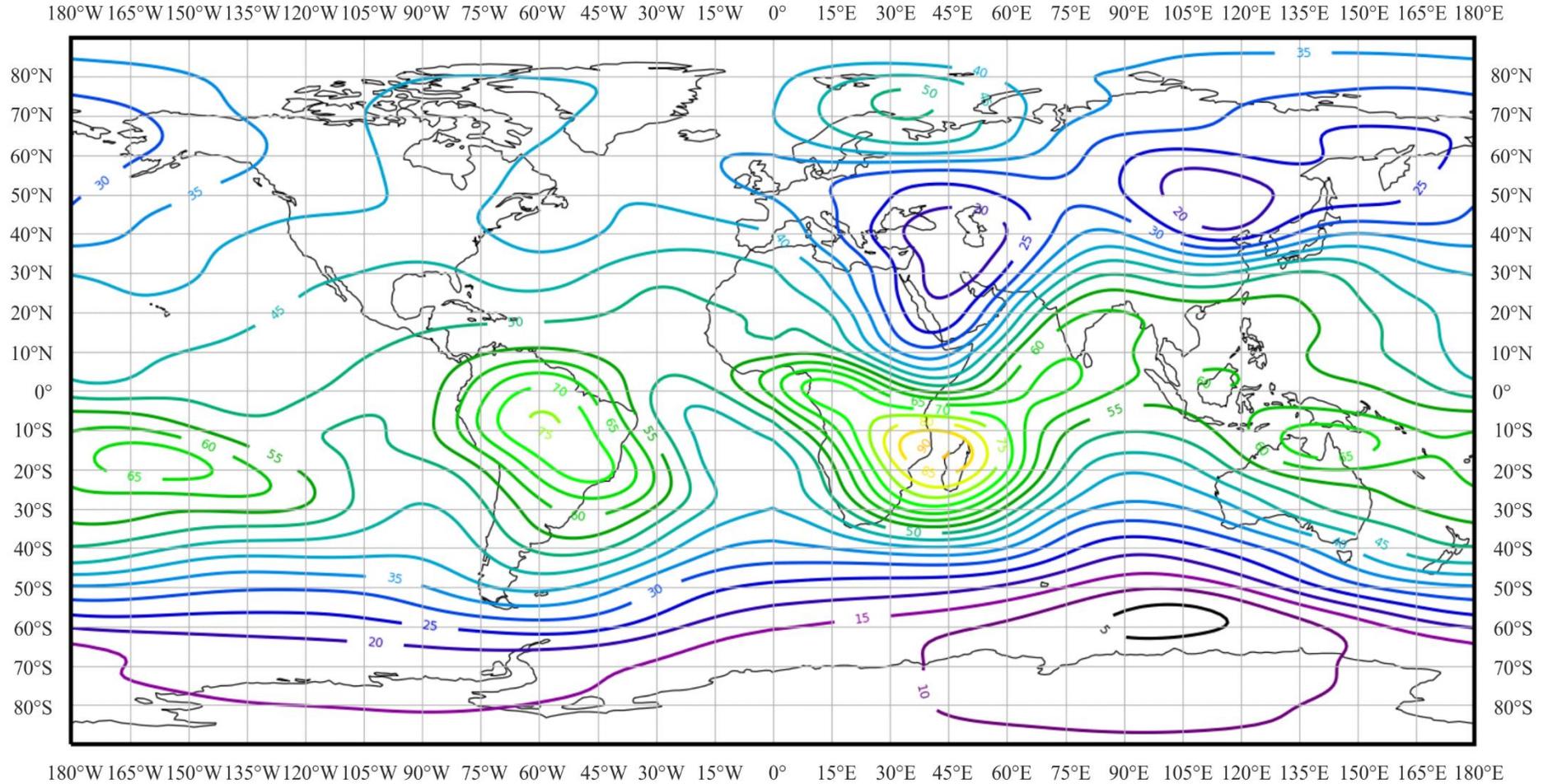
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 16 أ)

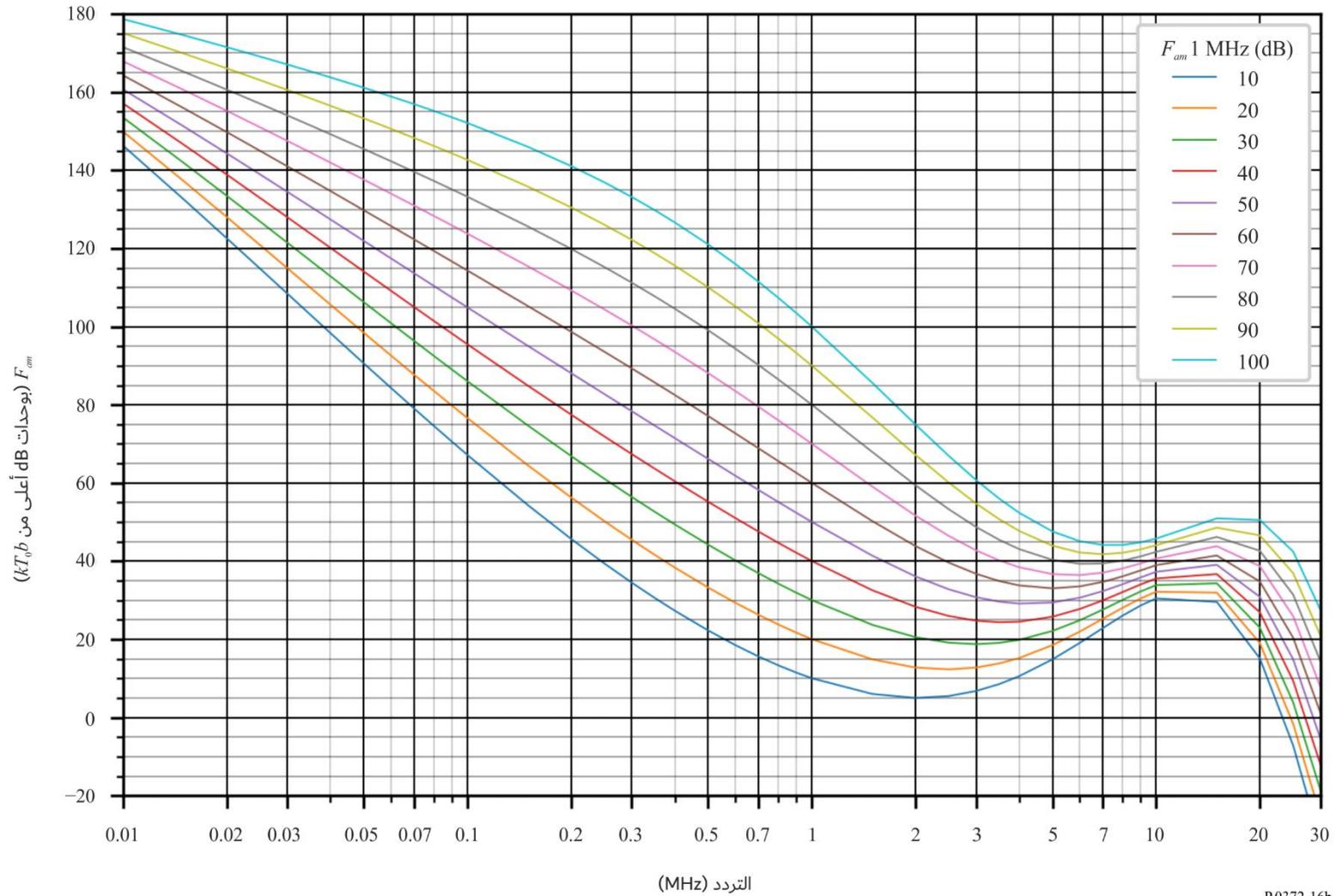
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 16 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

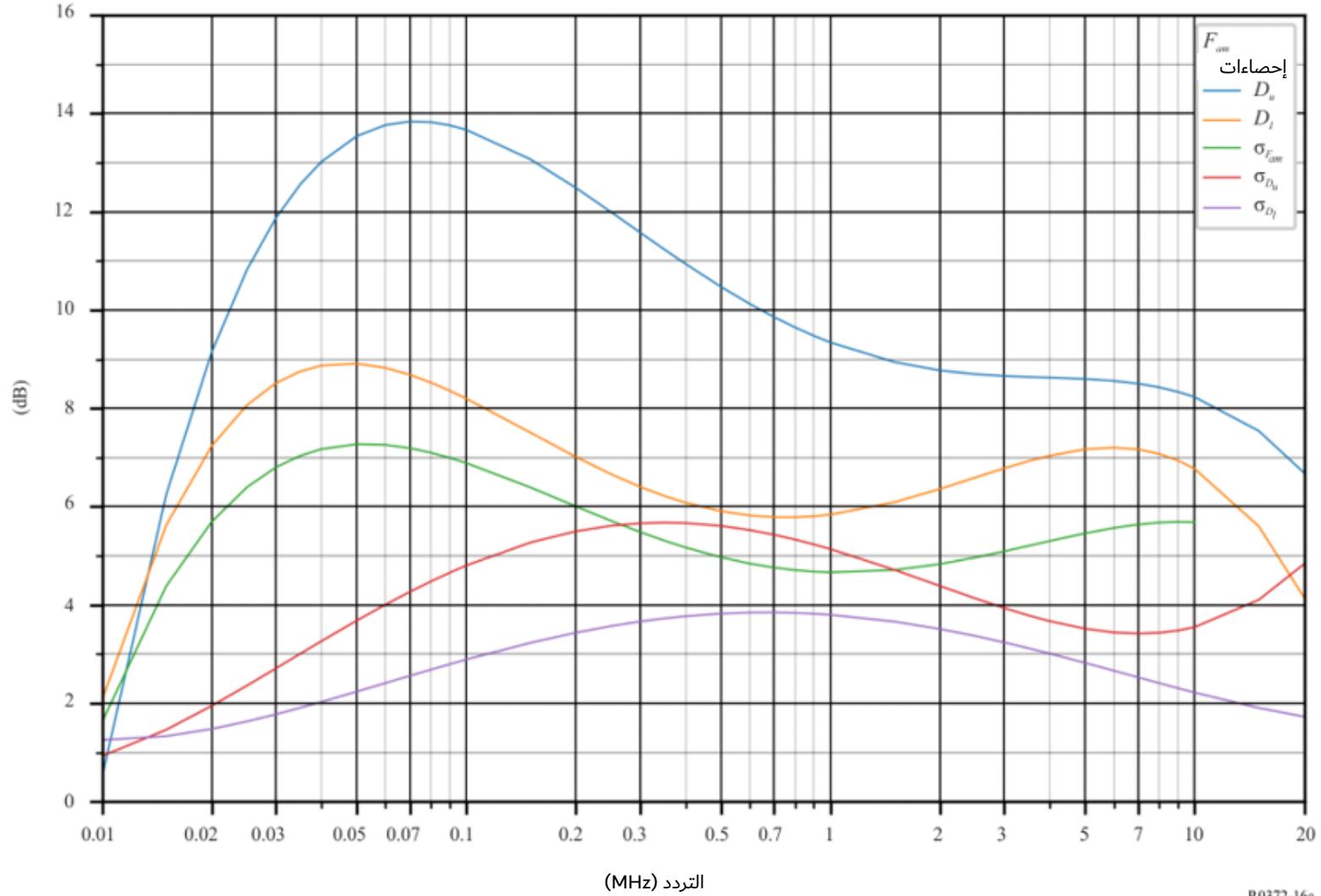
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 16 ج)

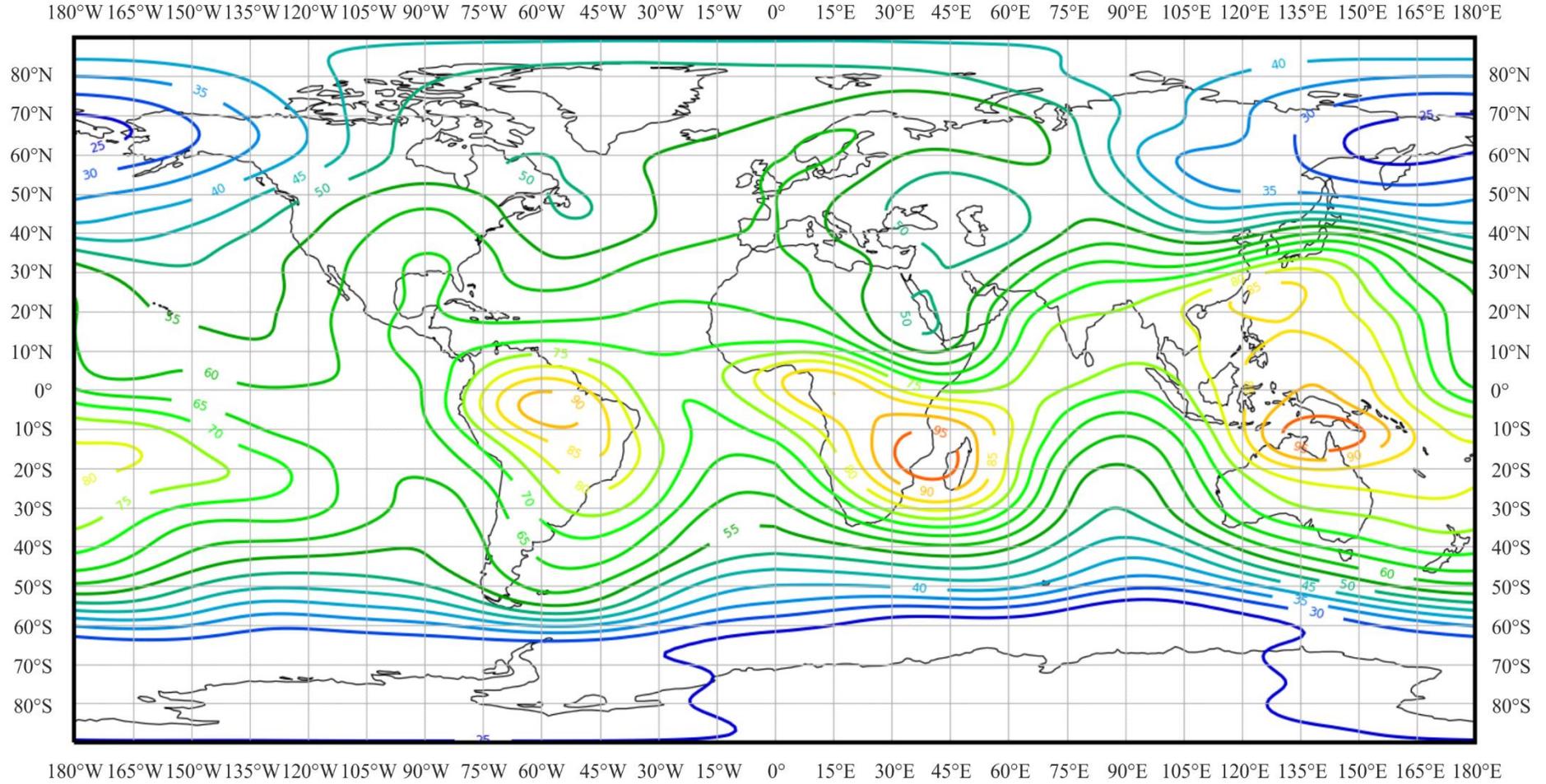
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 17 أ)

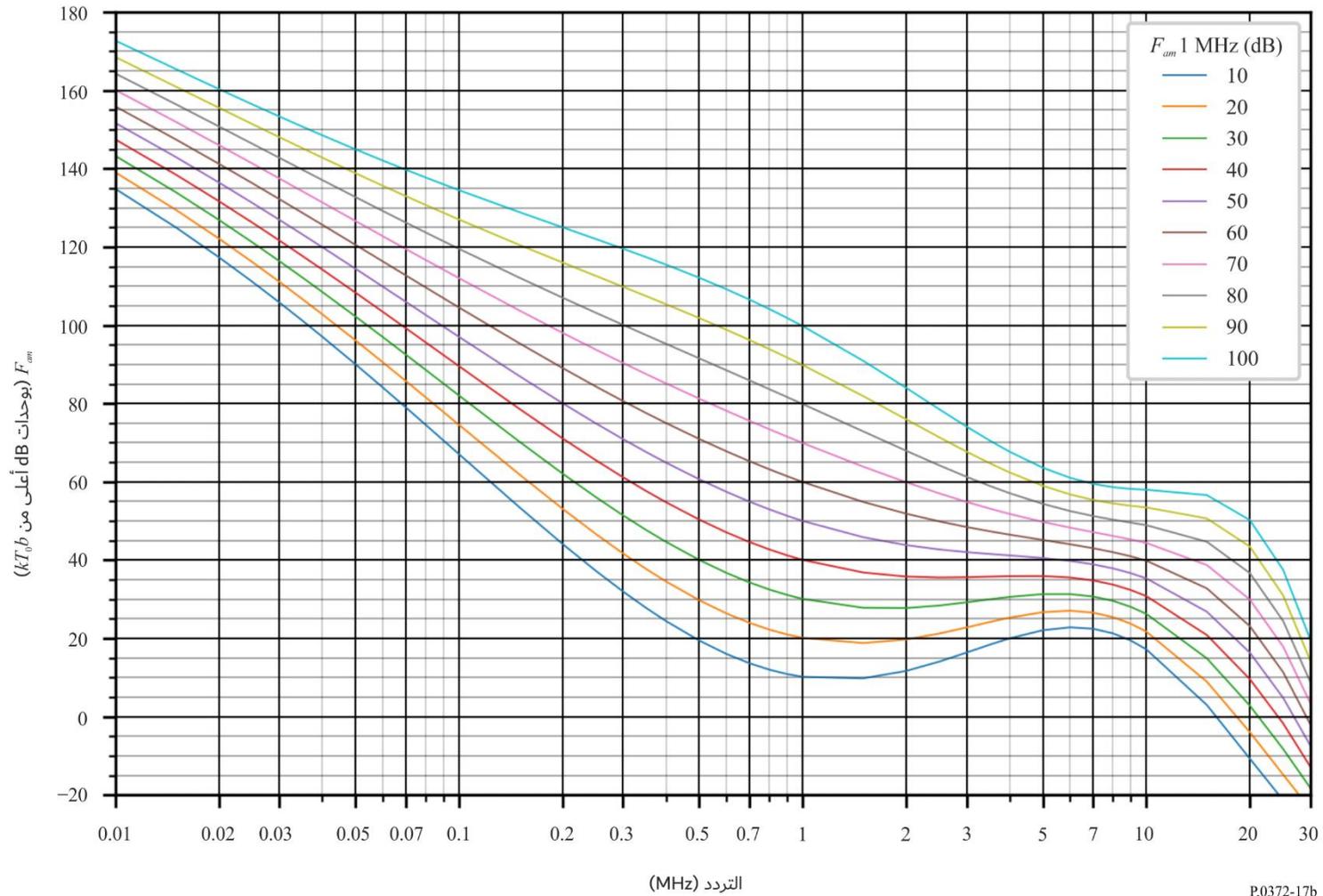
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 17 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

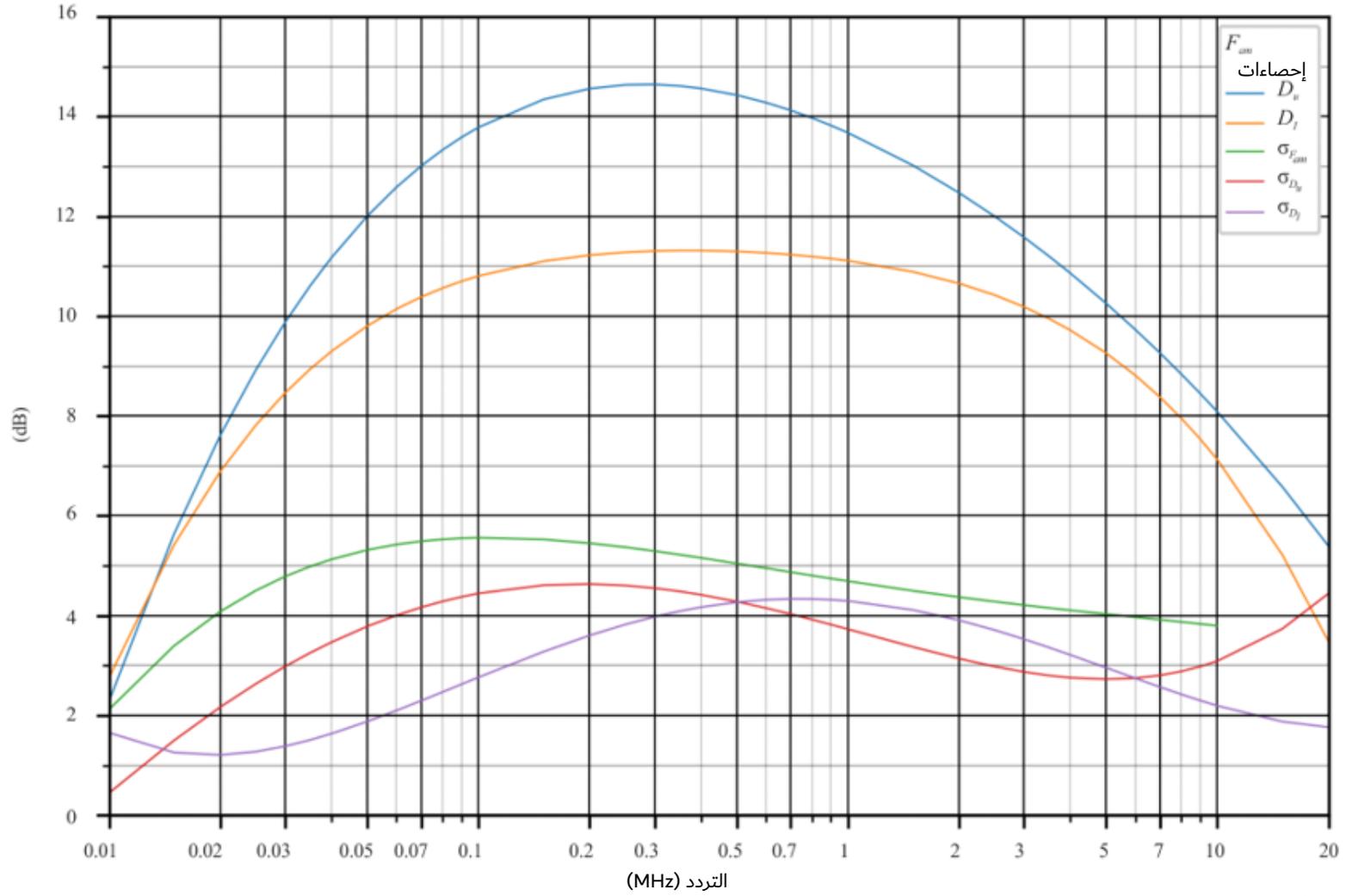
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 16:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 17 ج)

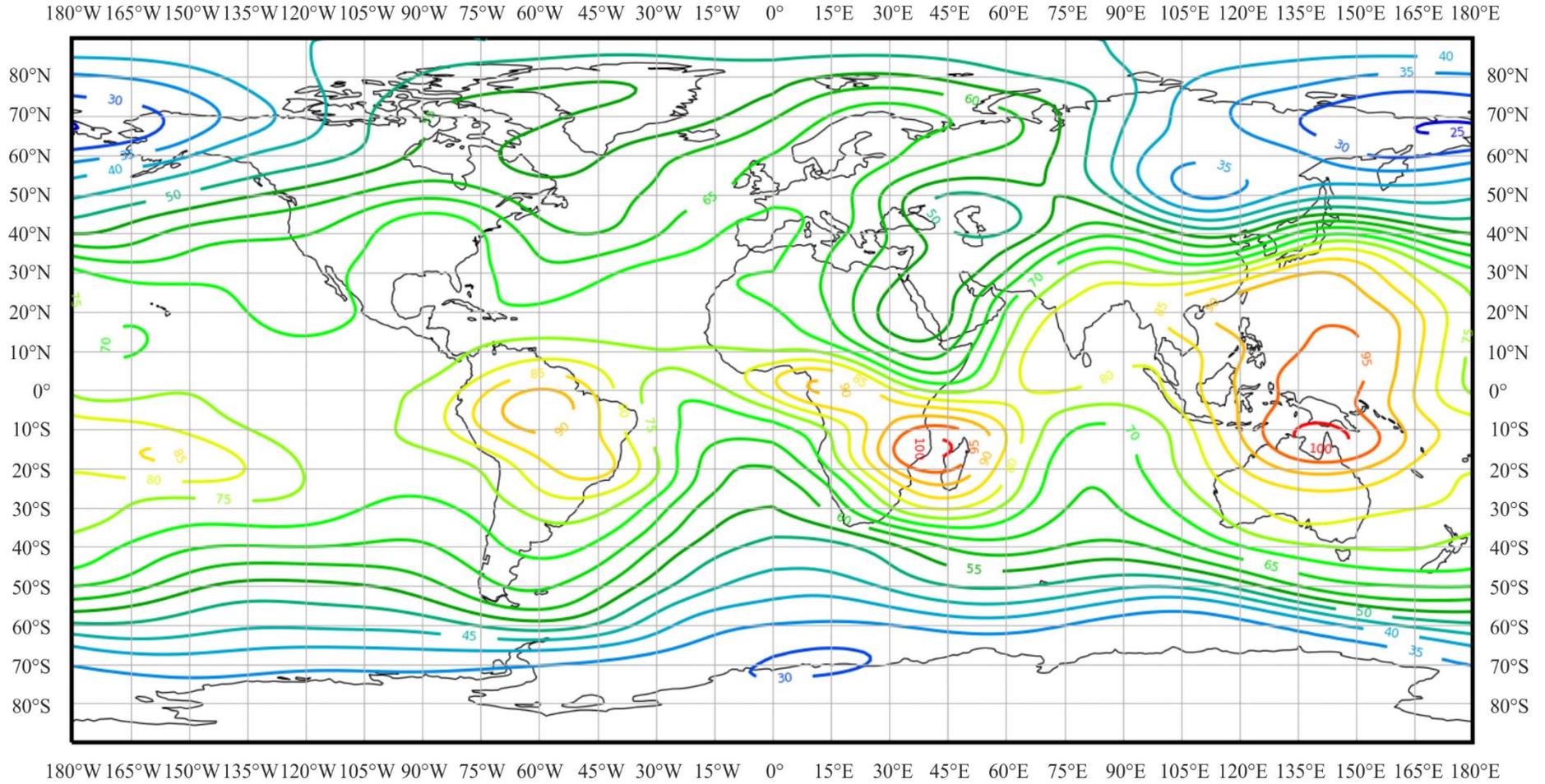
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 16:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 18 أ)

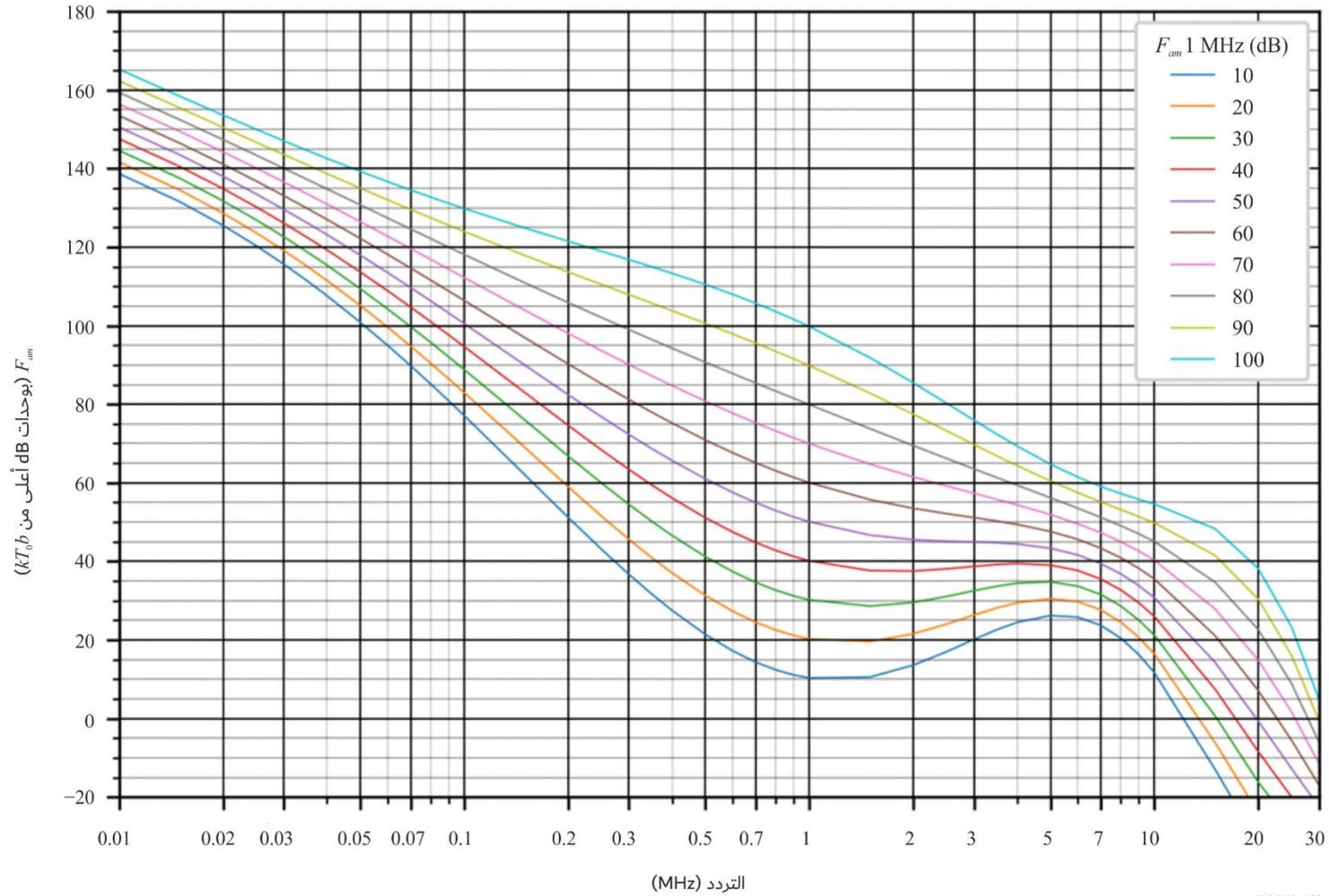
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(ديسمبر - يناير - فبراير: 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 18 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

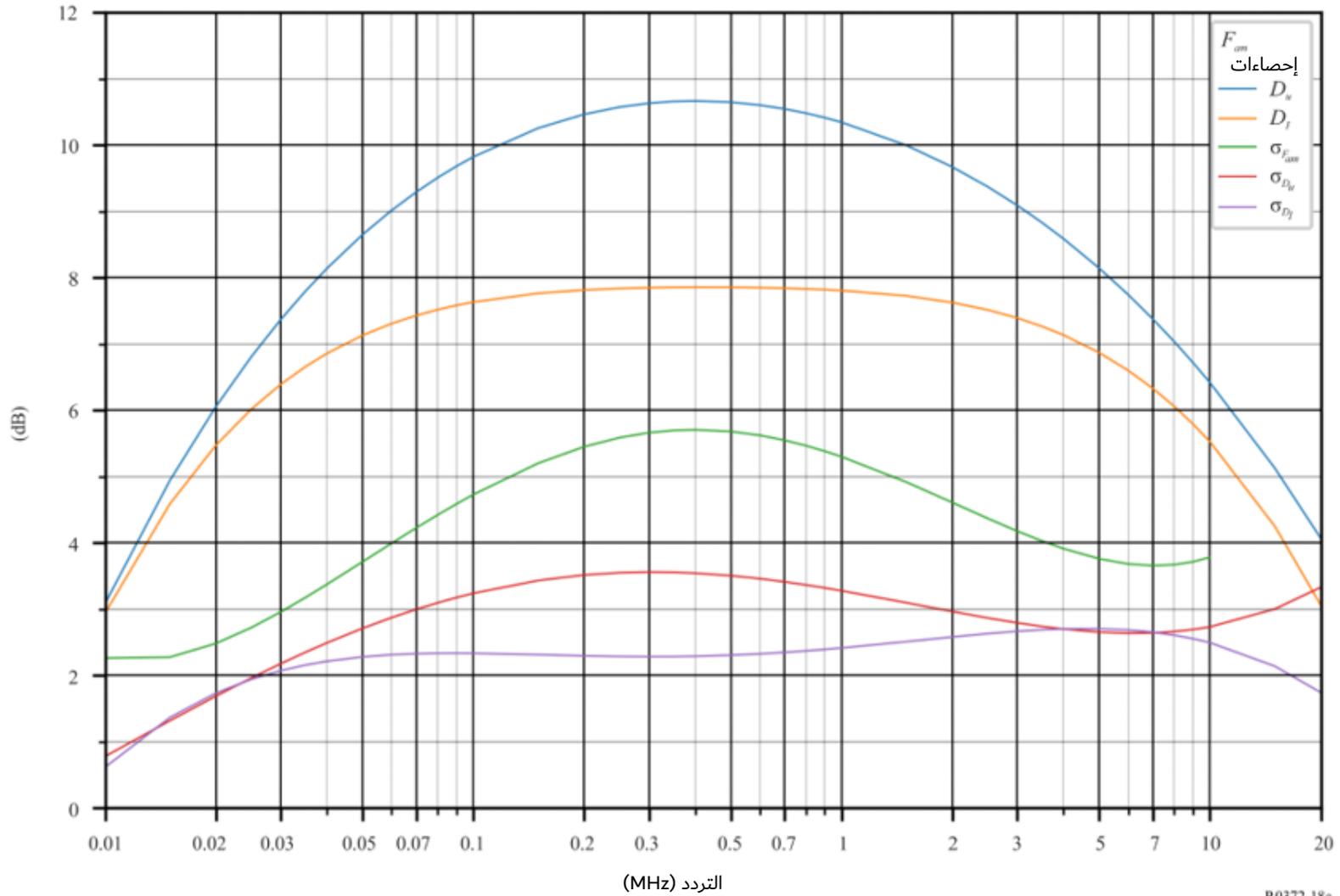
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 18 ج)

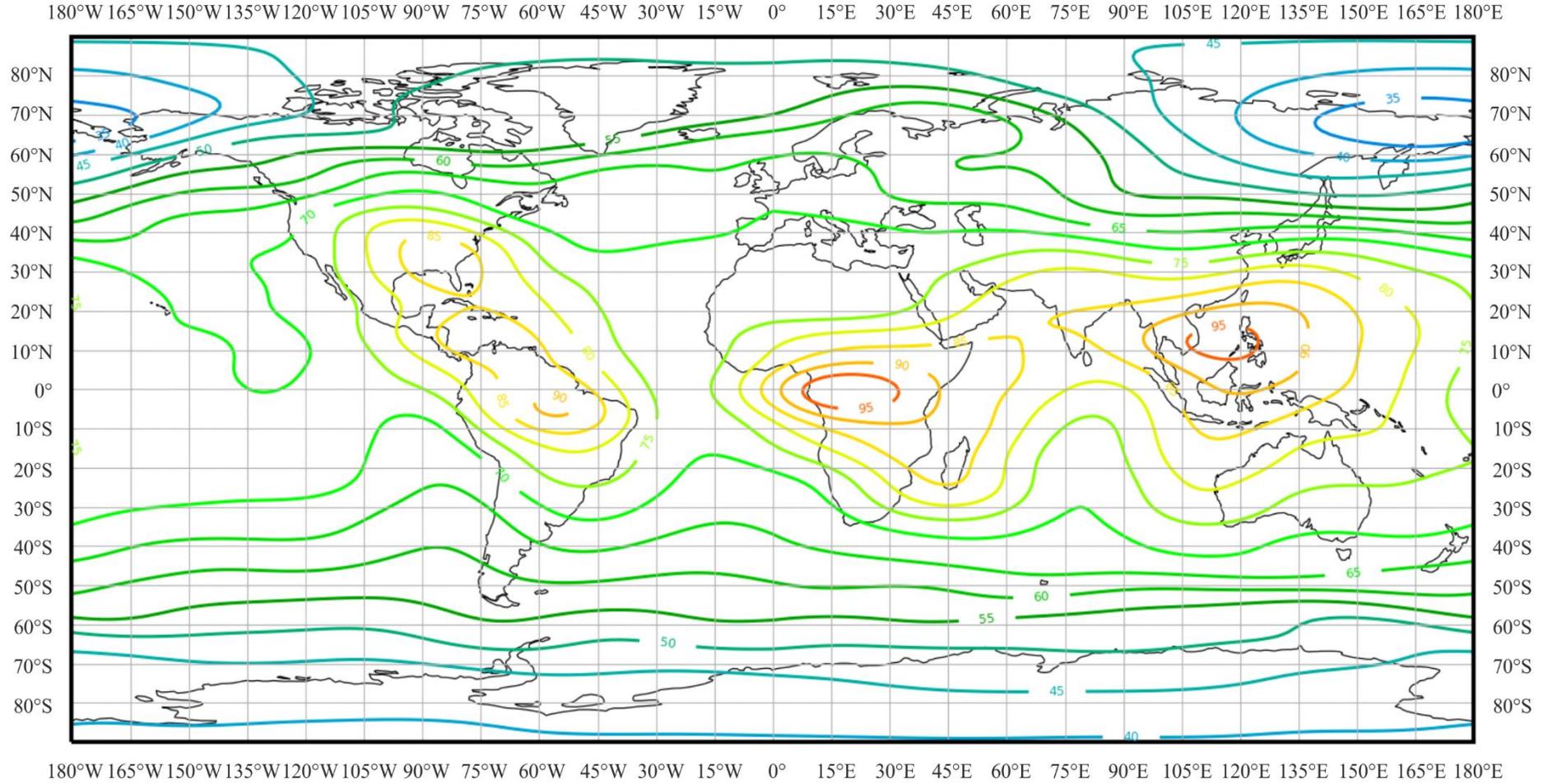
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 19 أ)

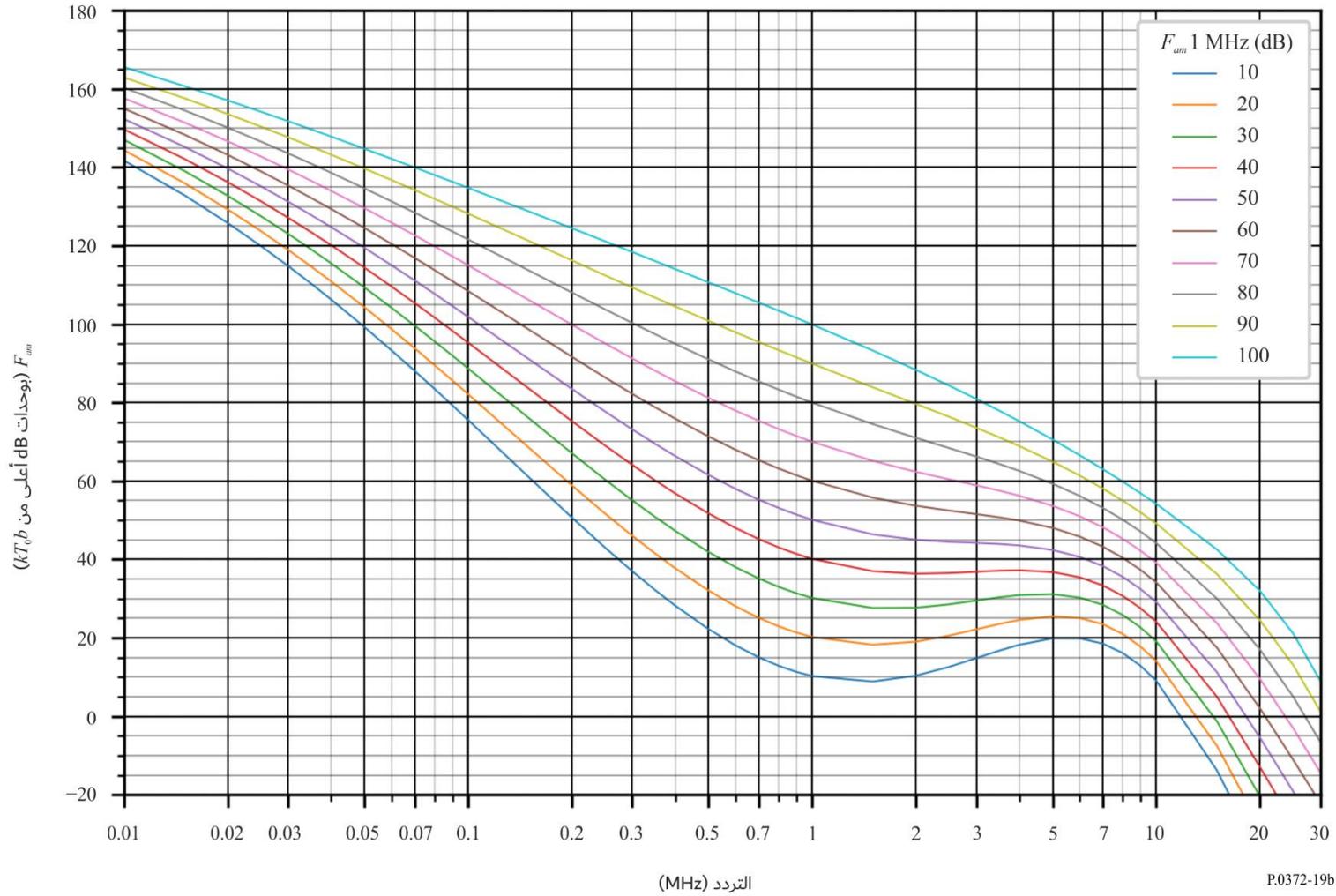
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 19 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

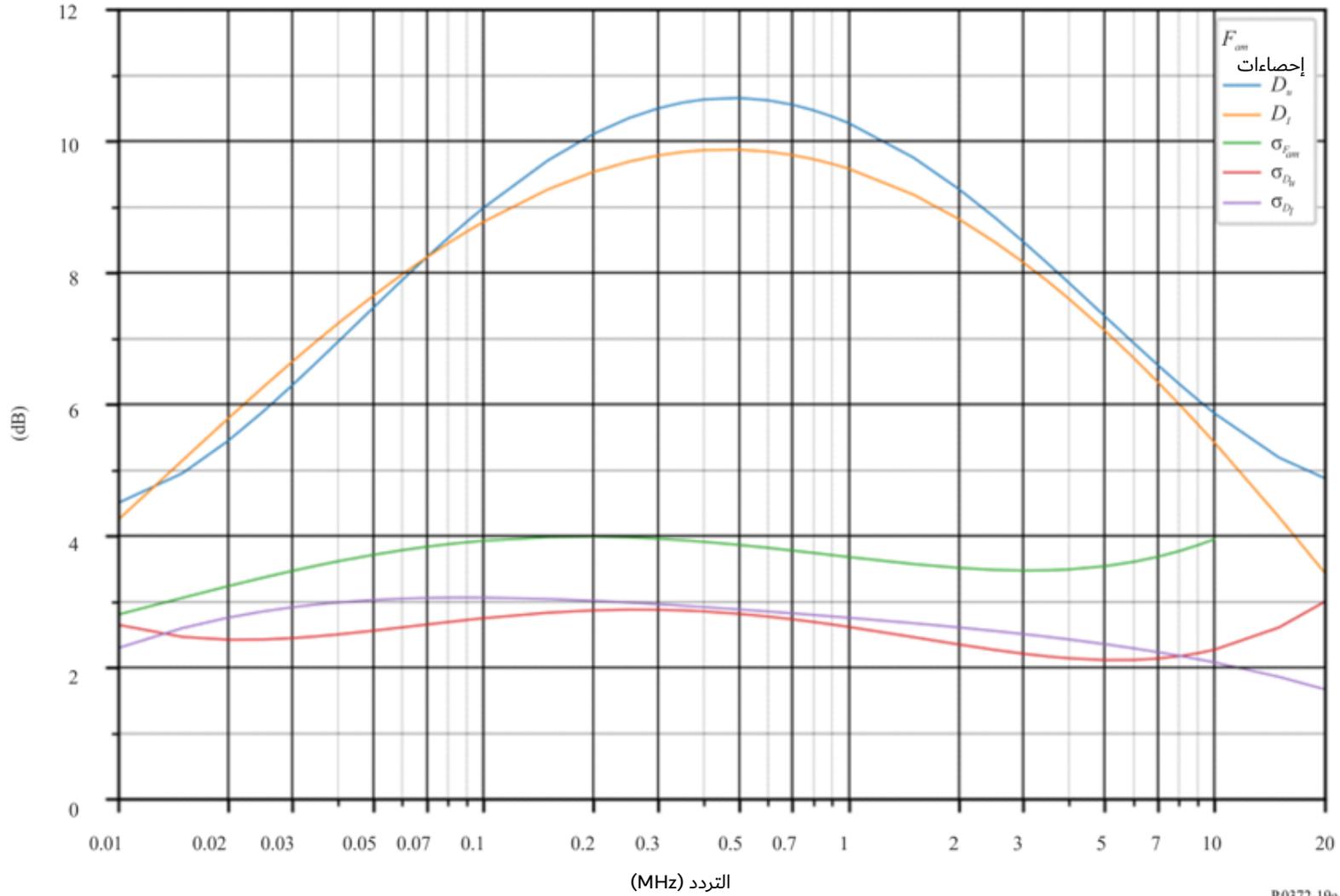
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 19 ج)

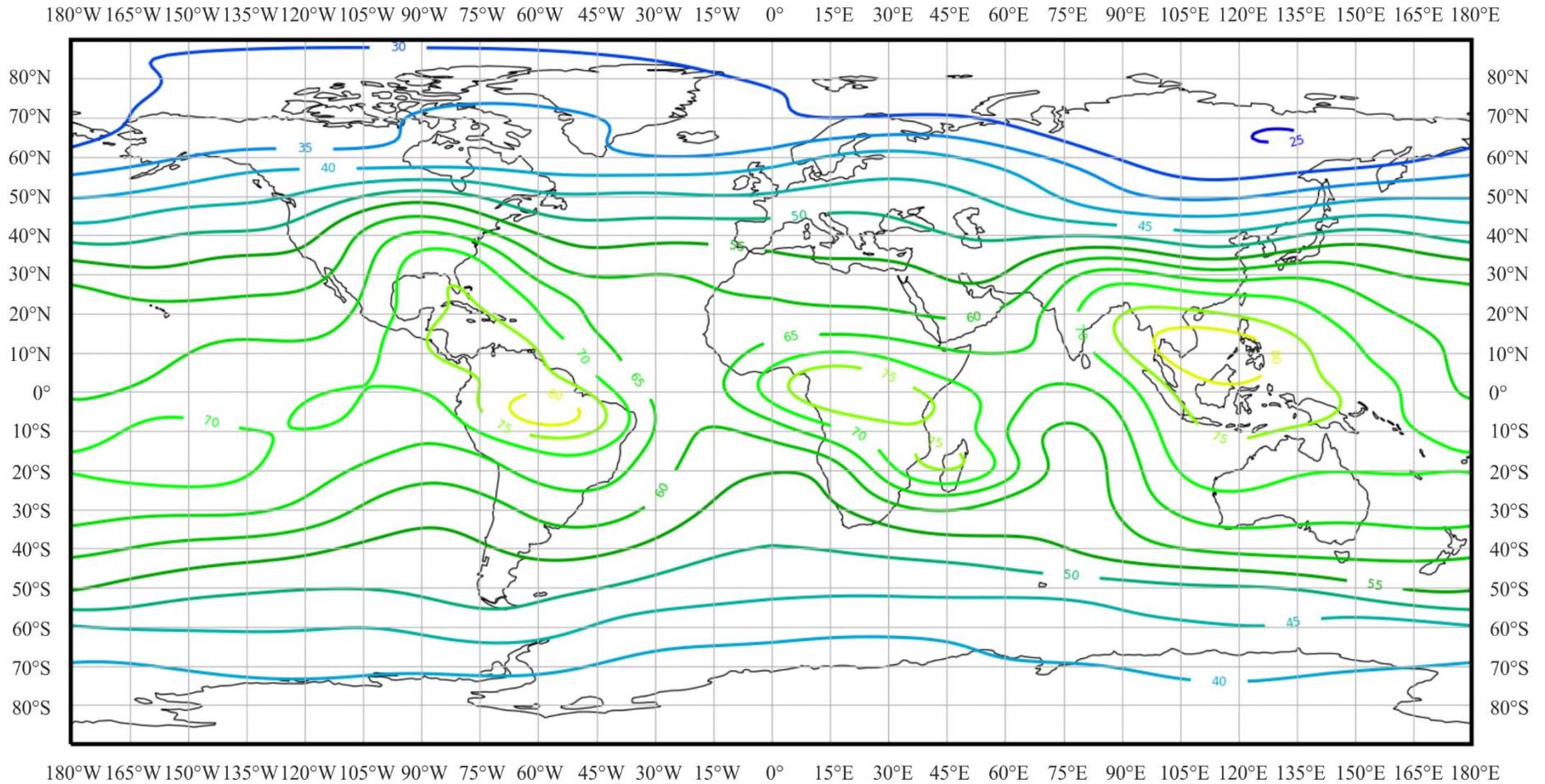
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 20 أ)

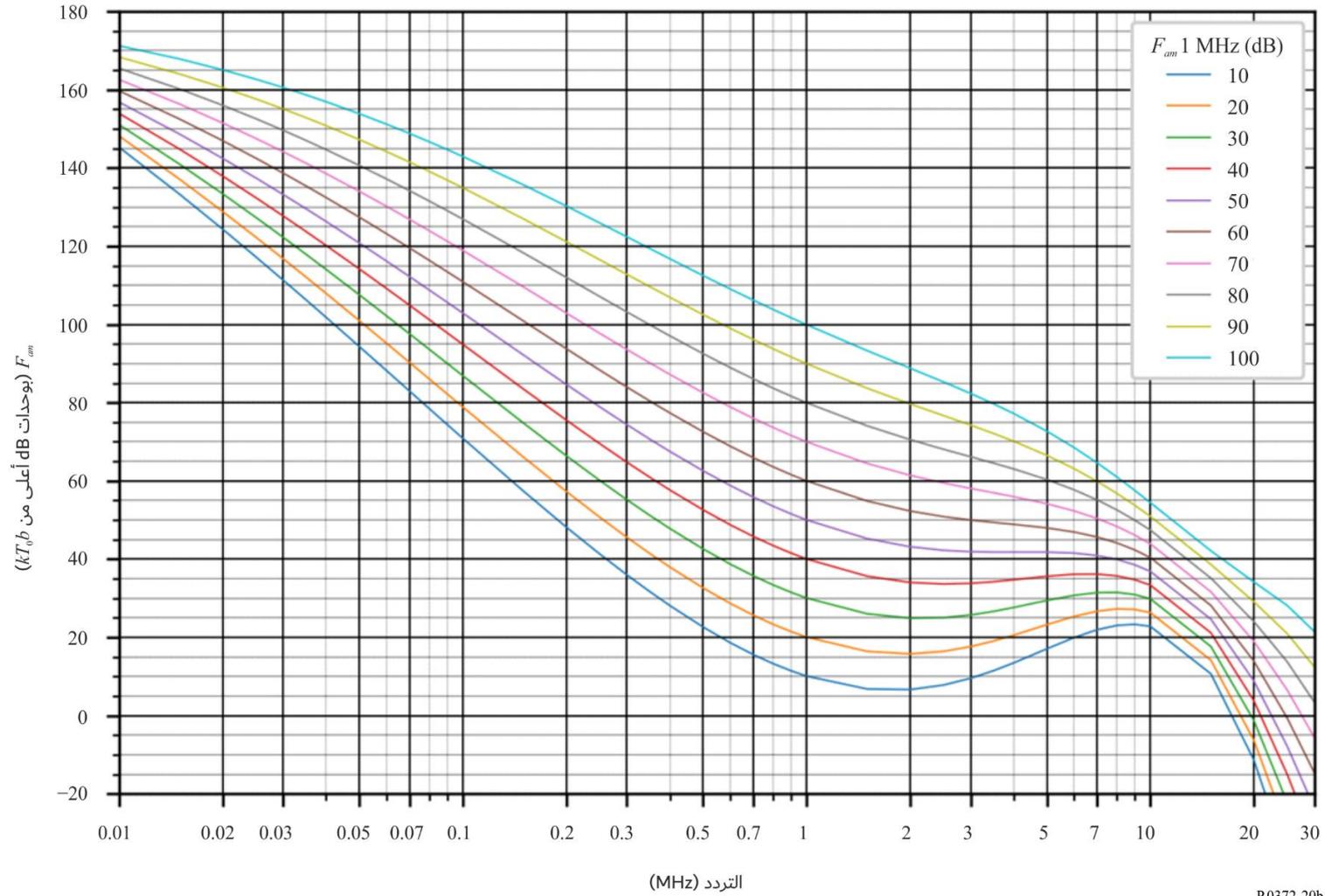
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 20 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

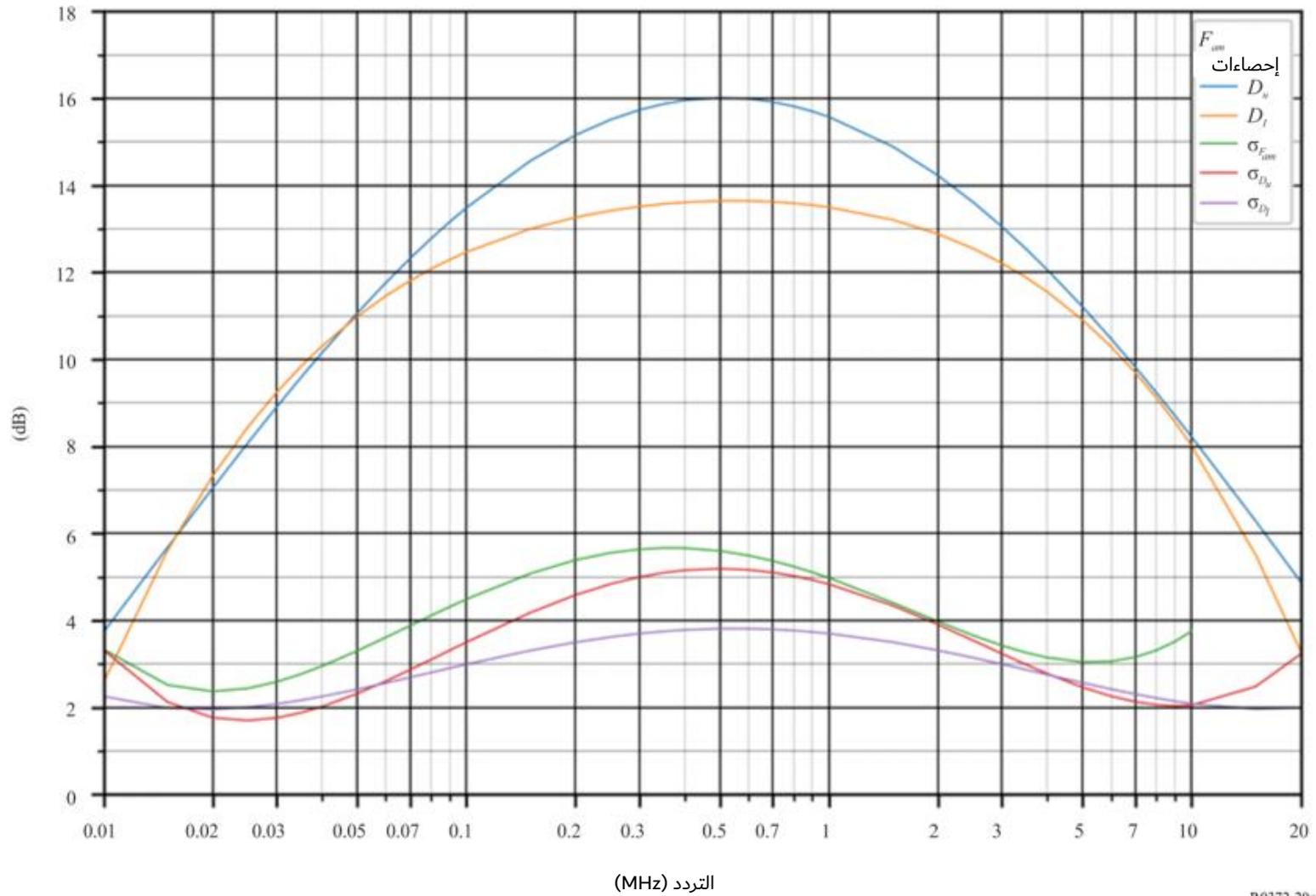
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 20 ج)

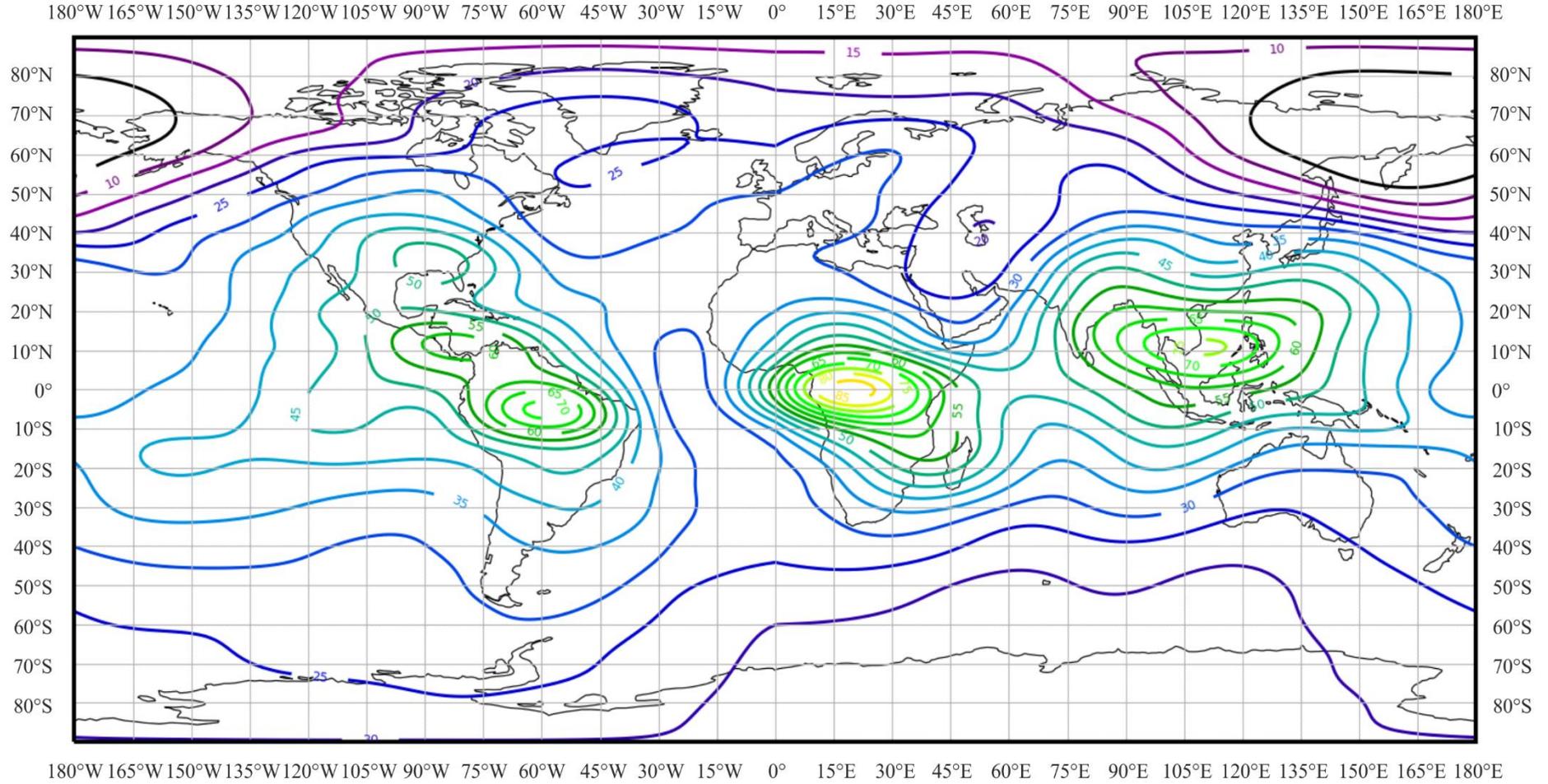
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 21 أ)

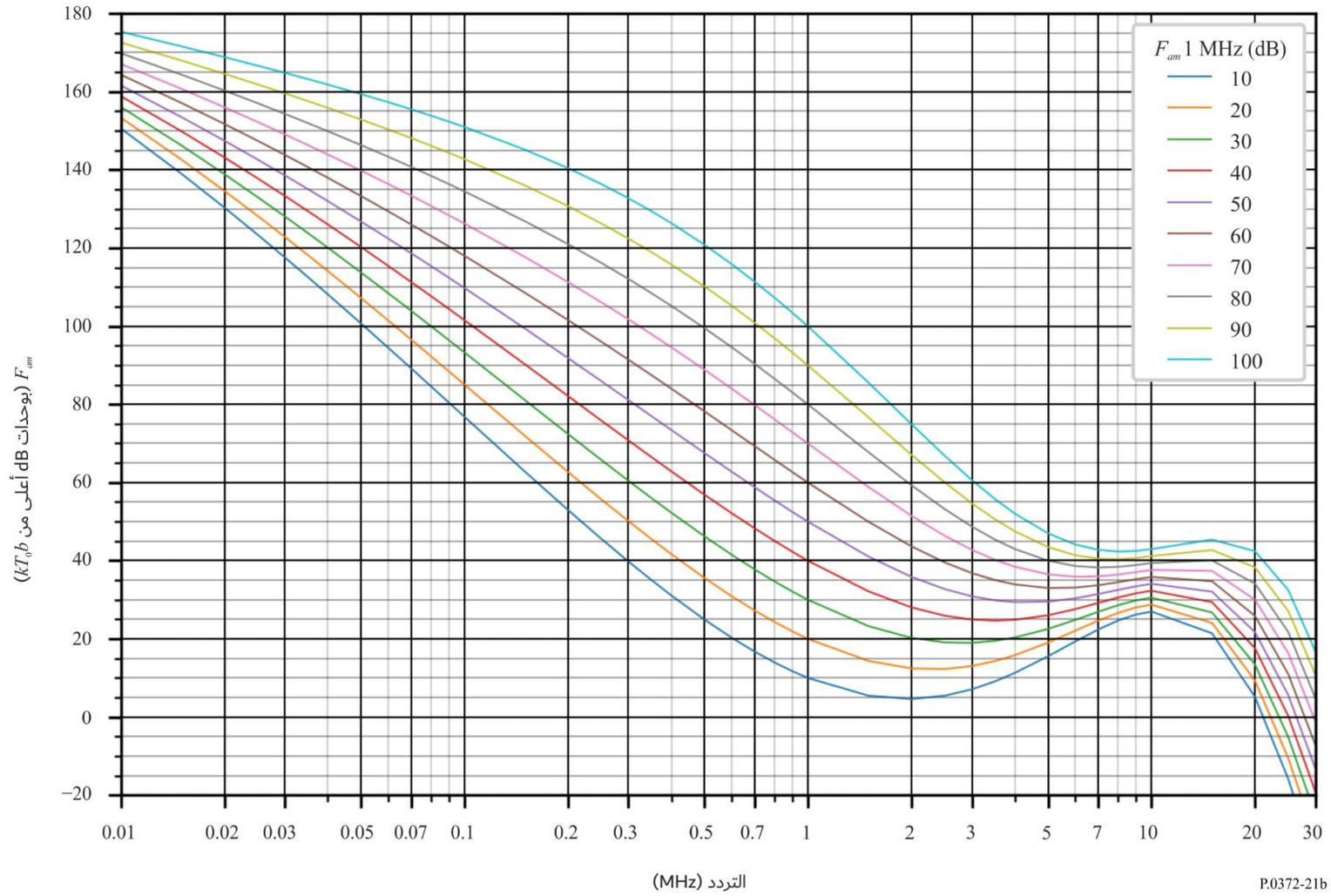
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 21 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

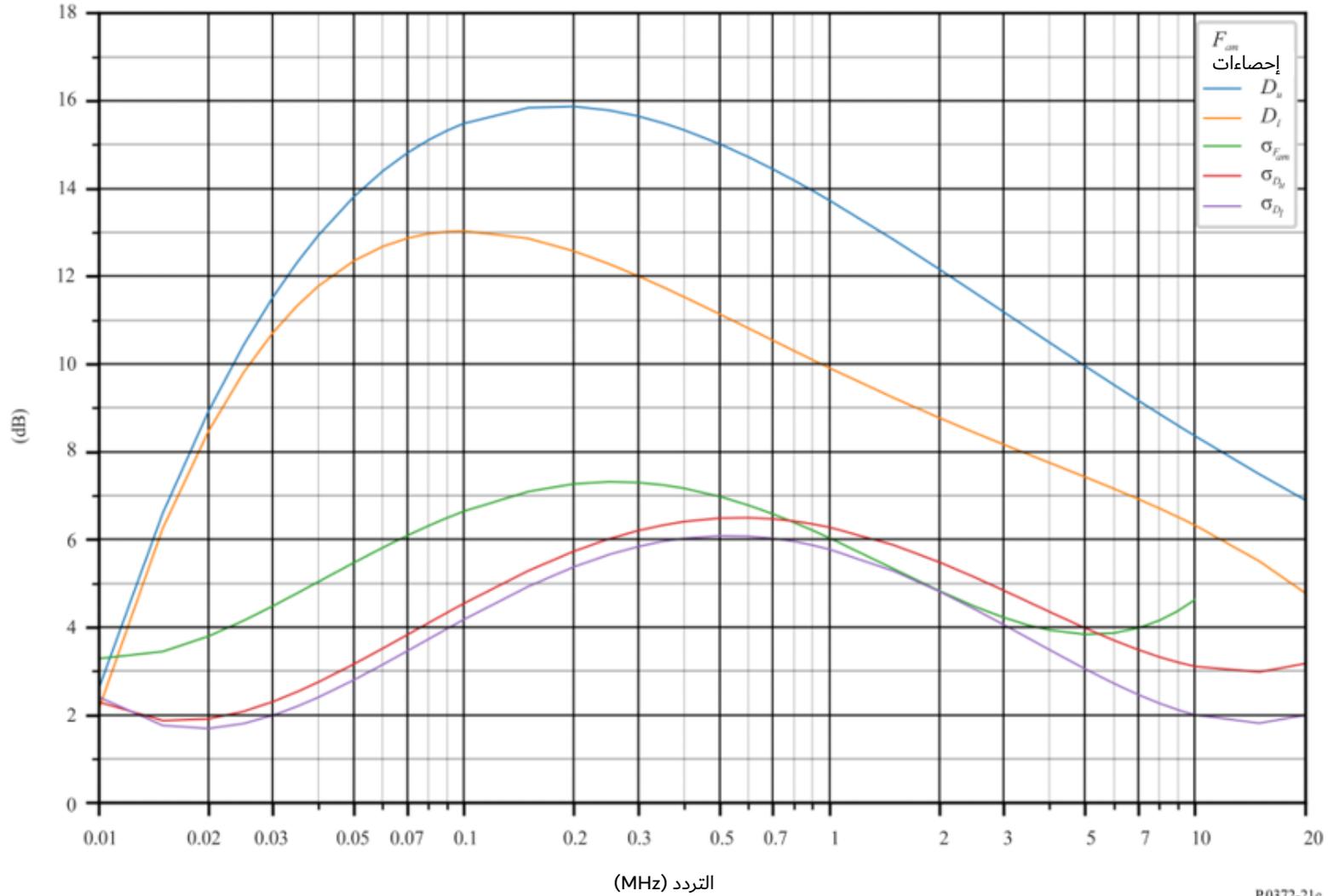
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 08:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 21 ج)

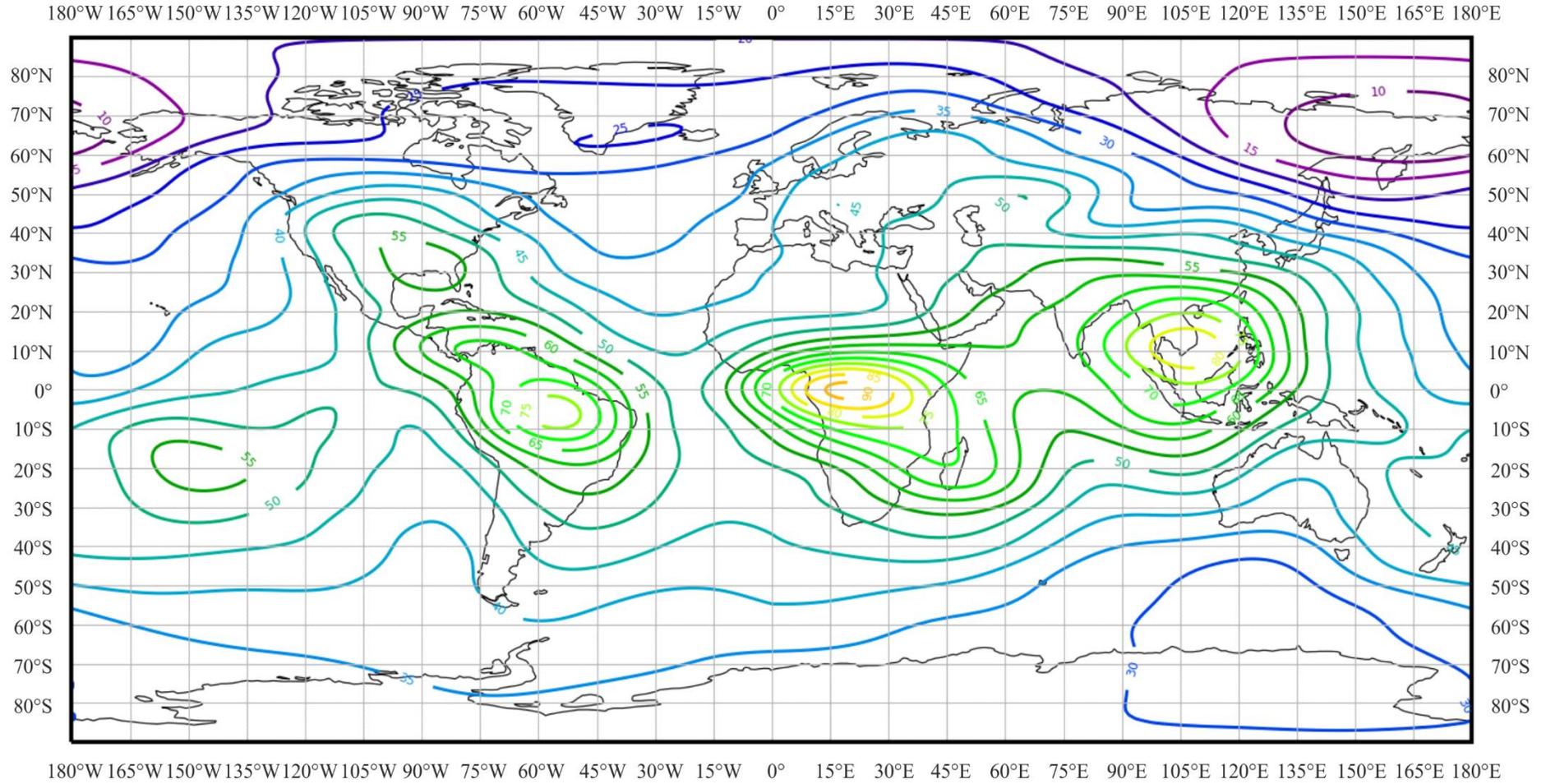
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 22 أ)

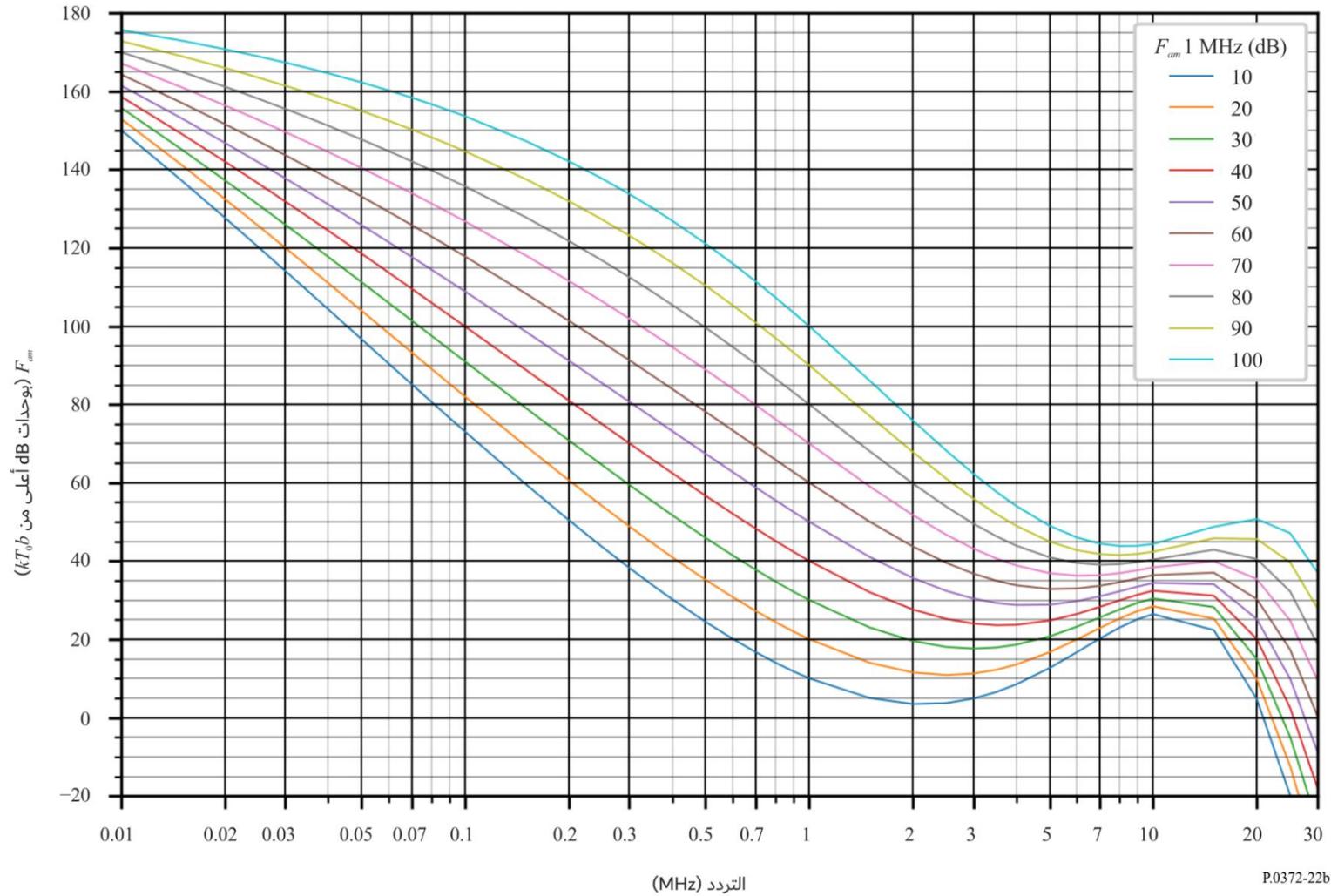
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 22 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

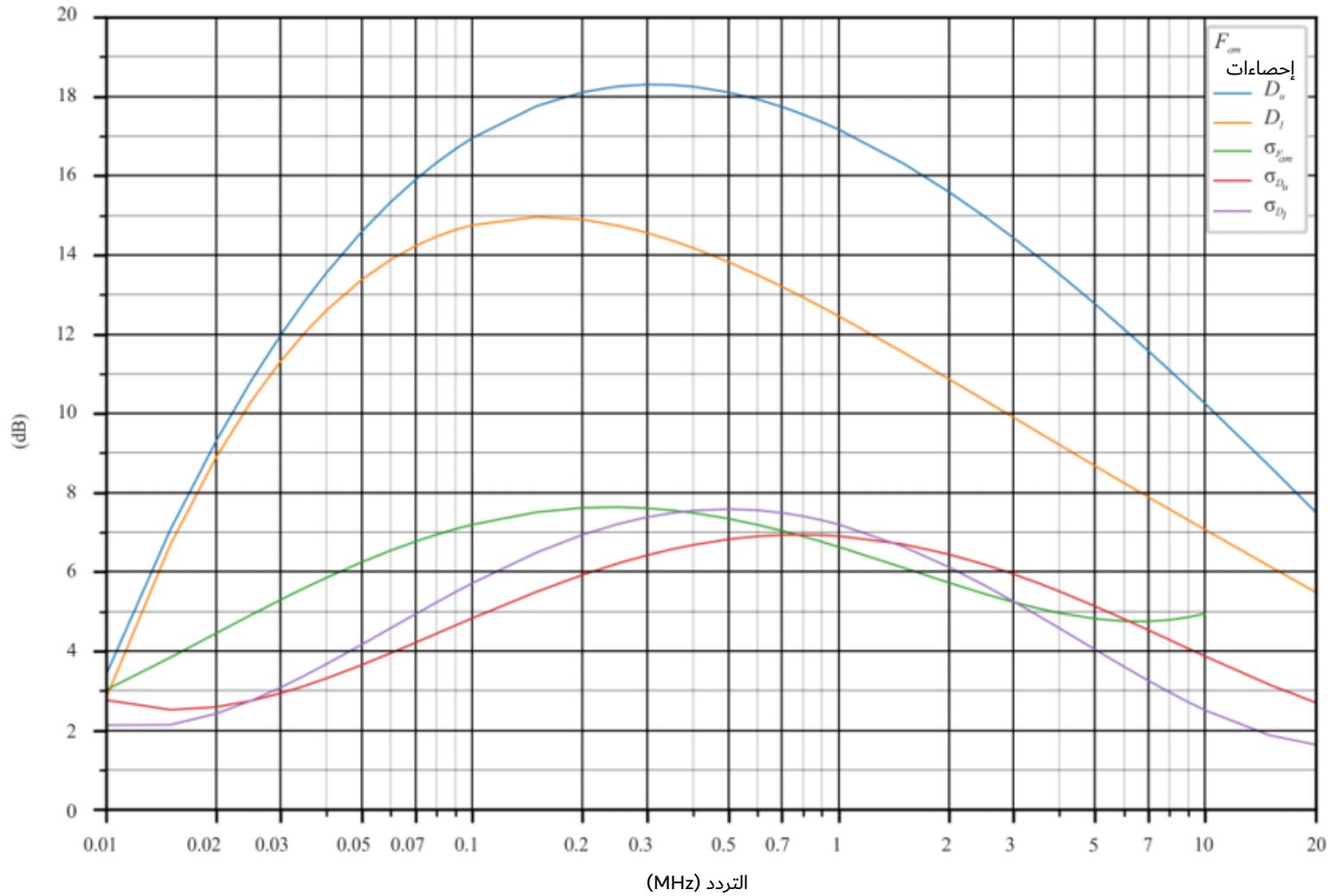
(النصف الشمالي للكرة الأرضية مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 22 ج)

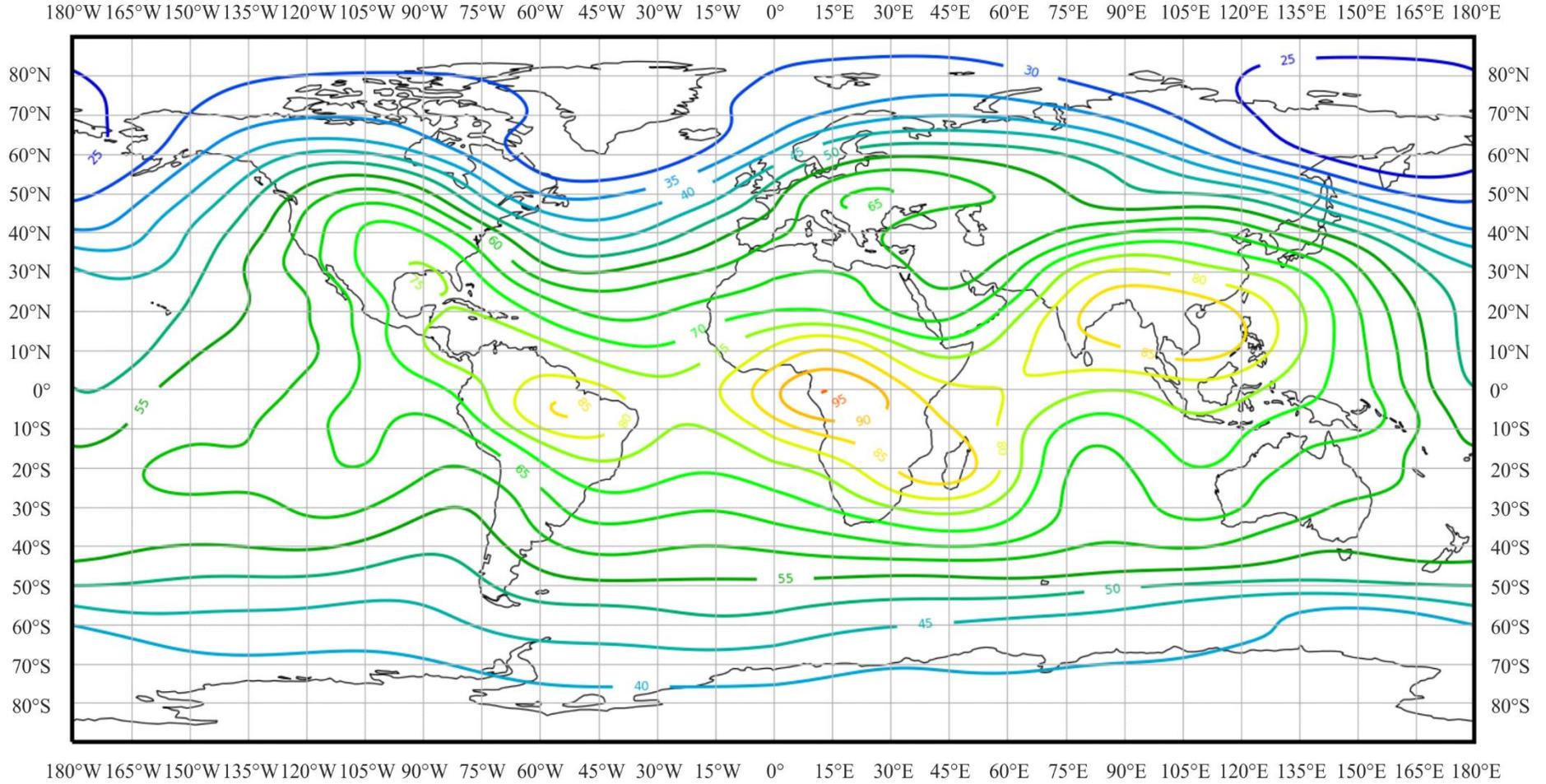
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 23 أ)

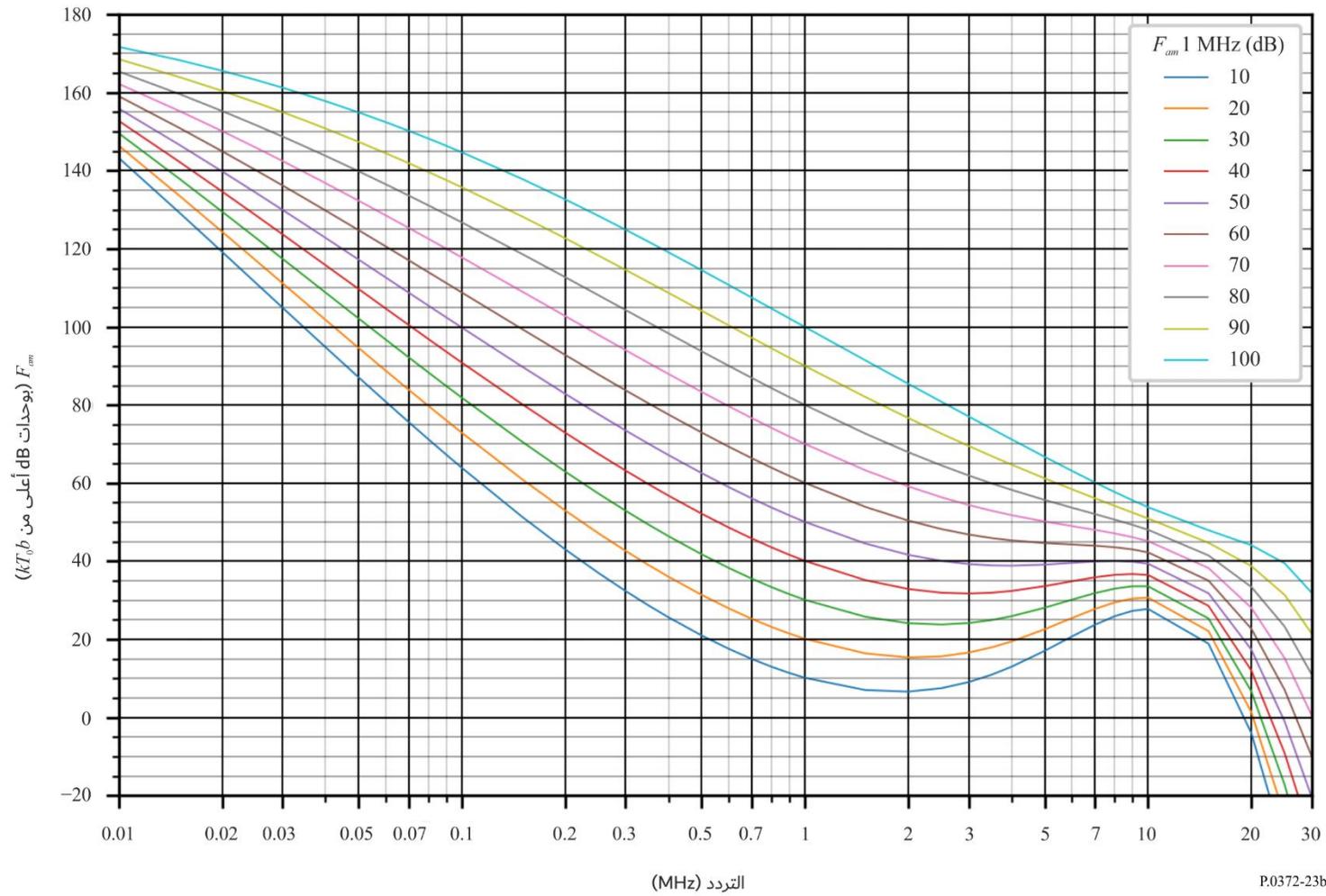
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 16:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 23 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

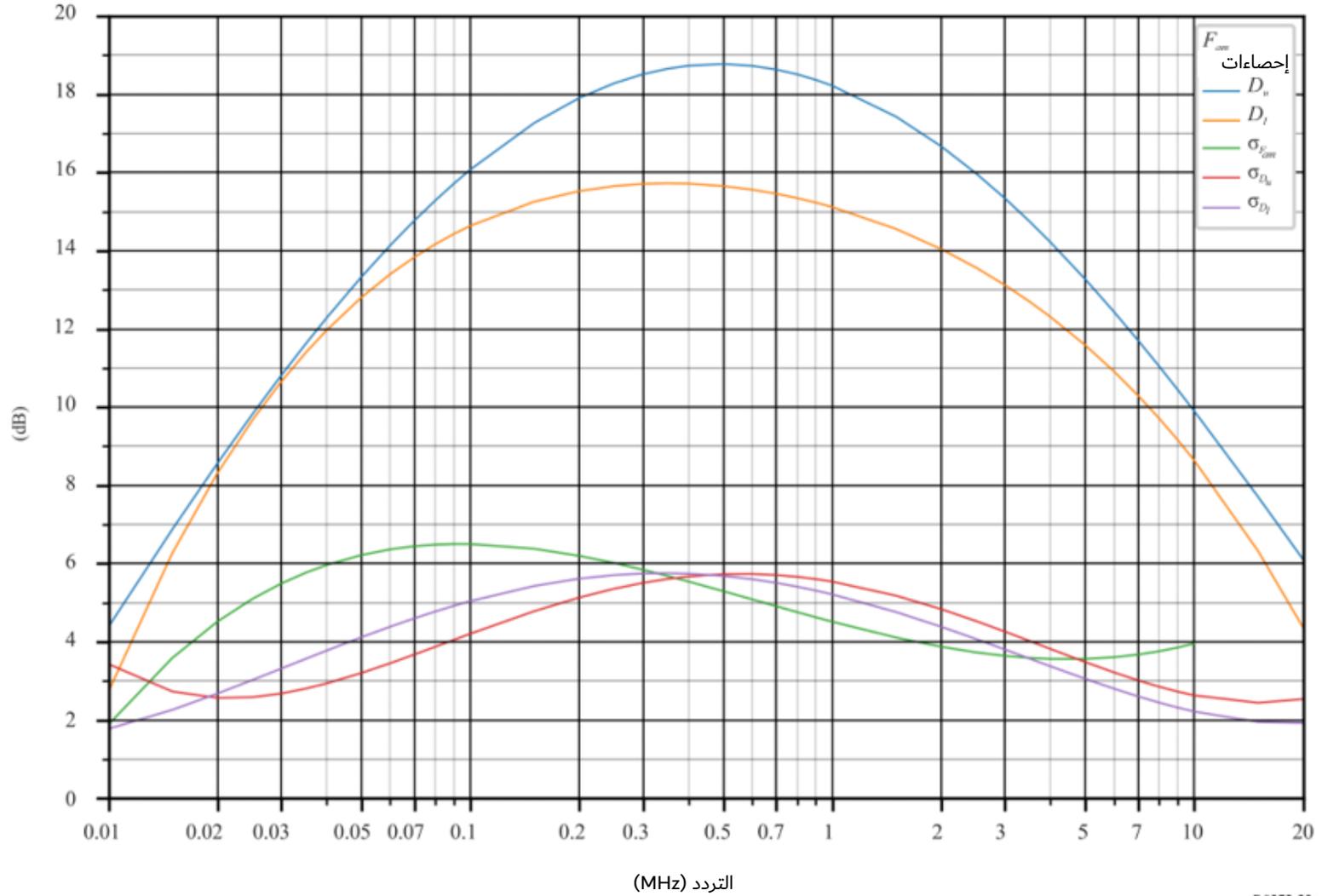
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 23 ج)

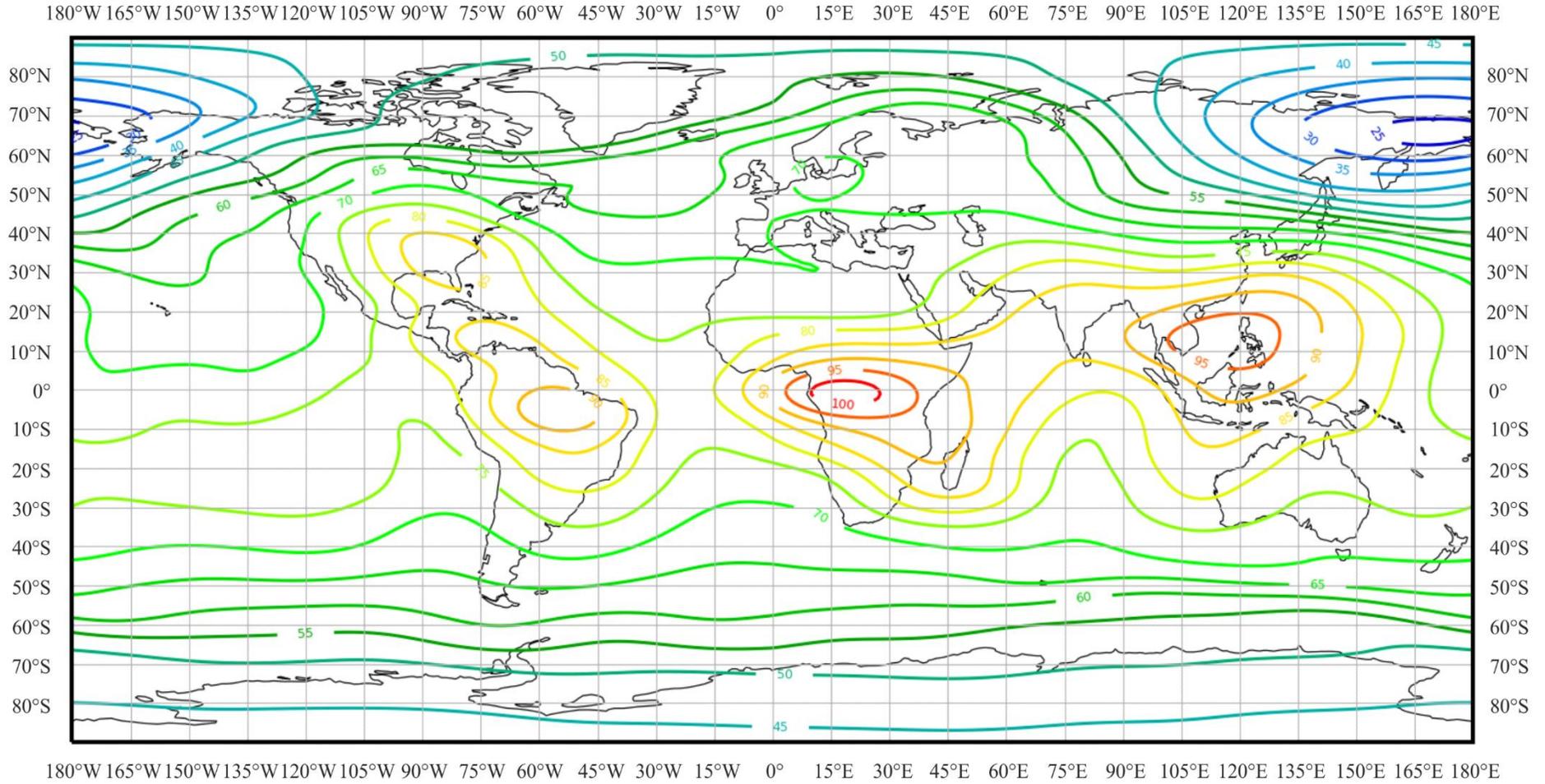
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 24 أ)

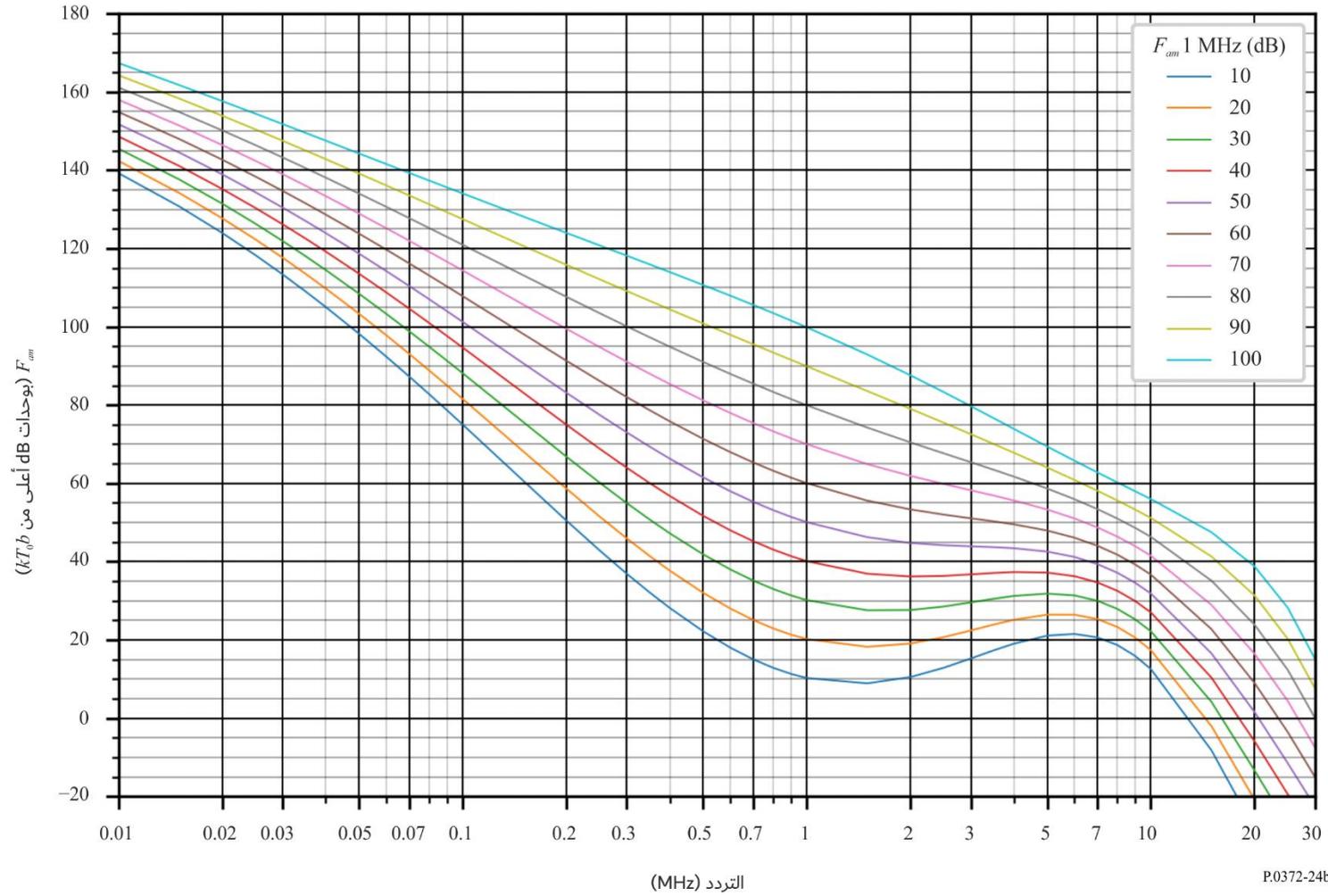
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(مارس - أبريل - مايو: 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 24 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

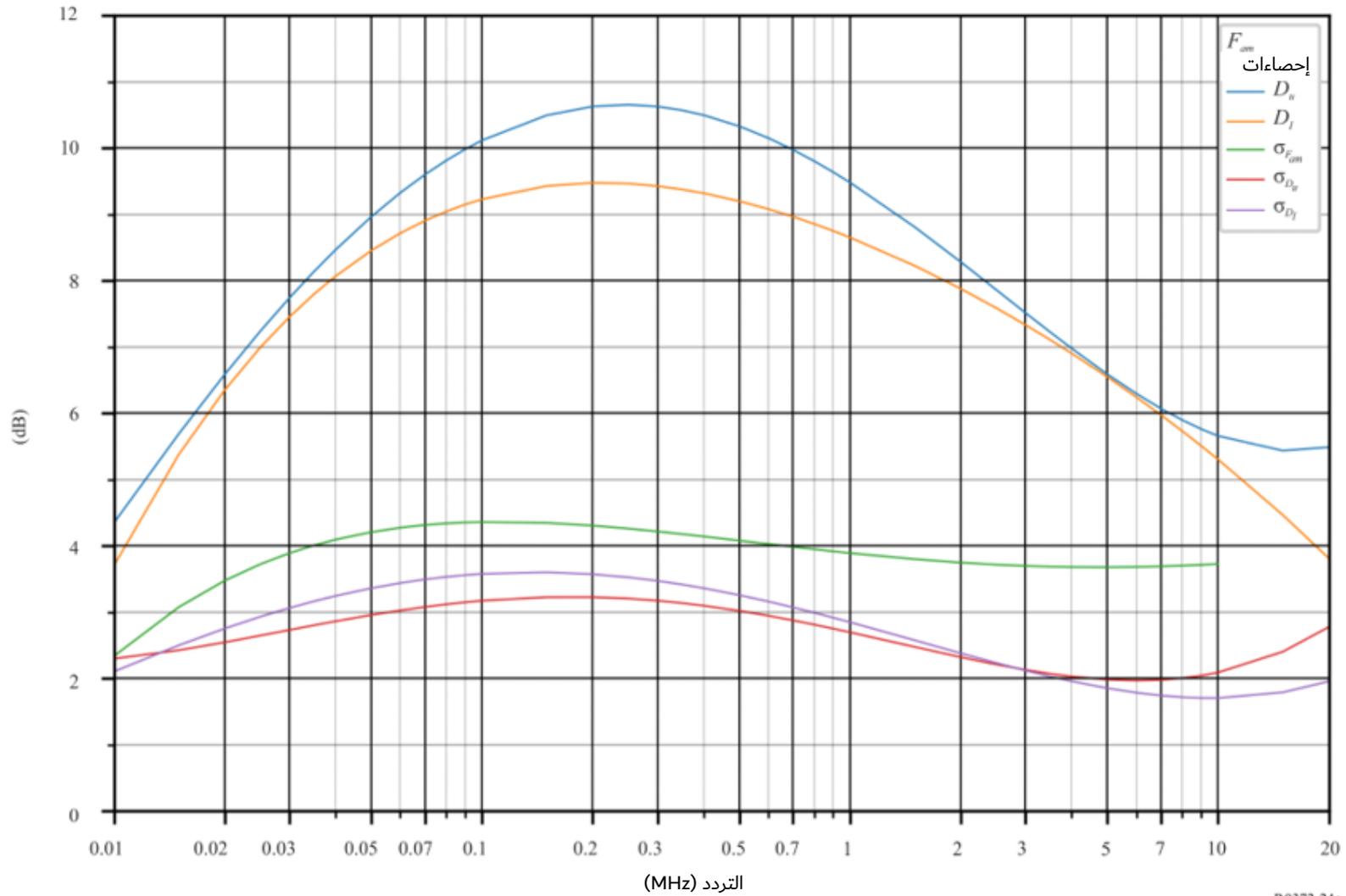
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 24 ج)

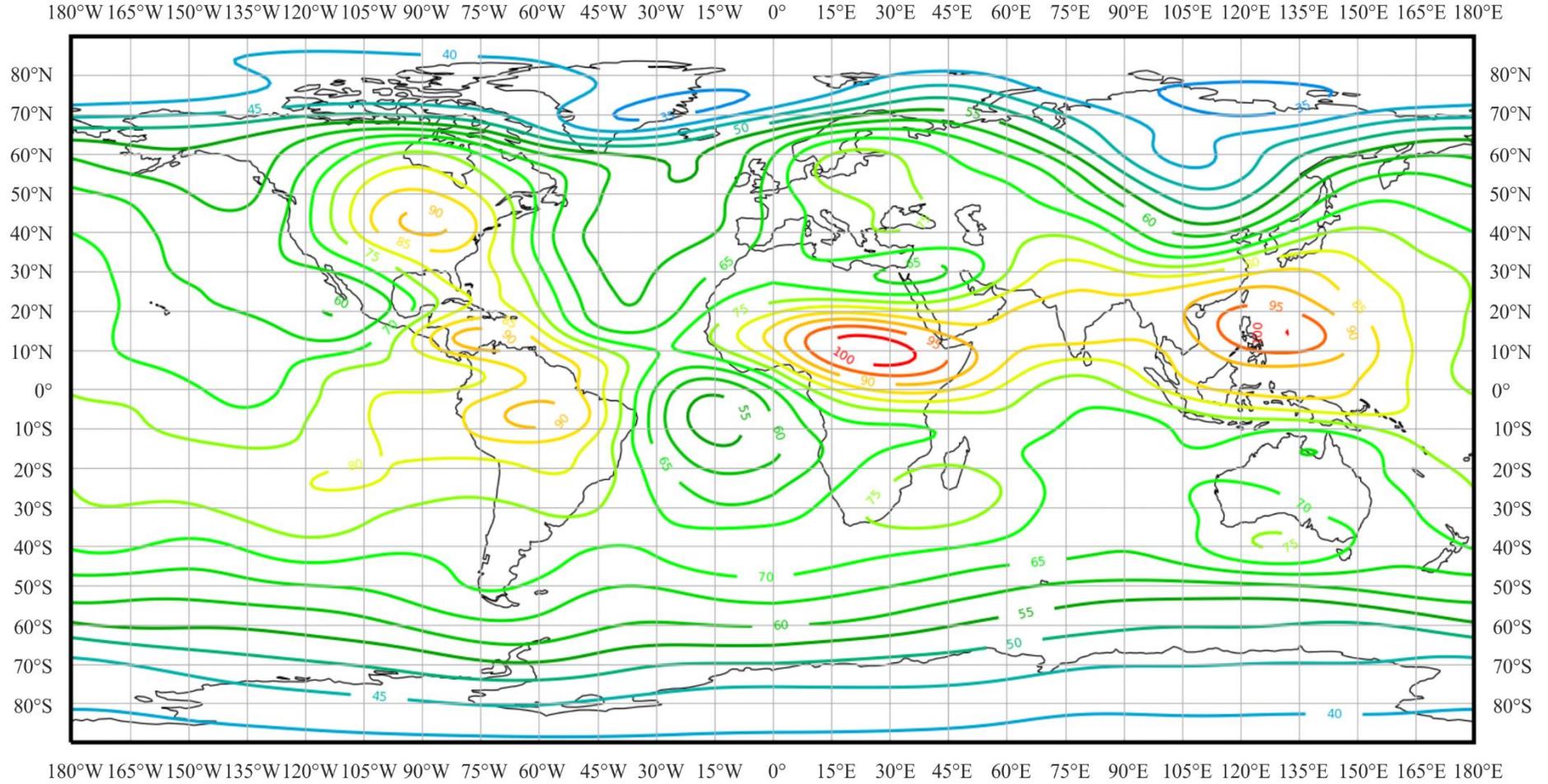
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 25 أ)

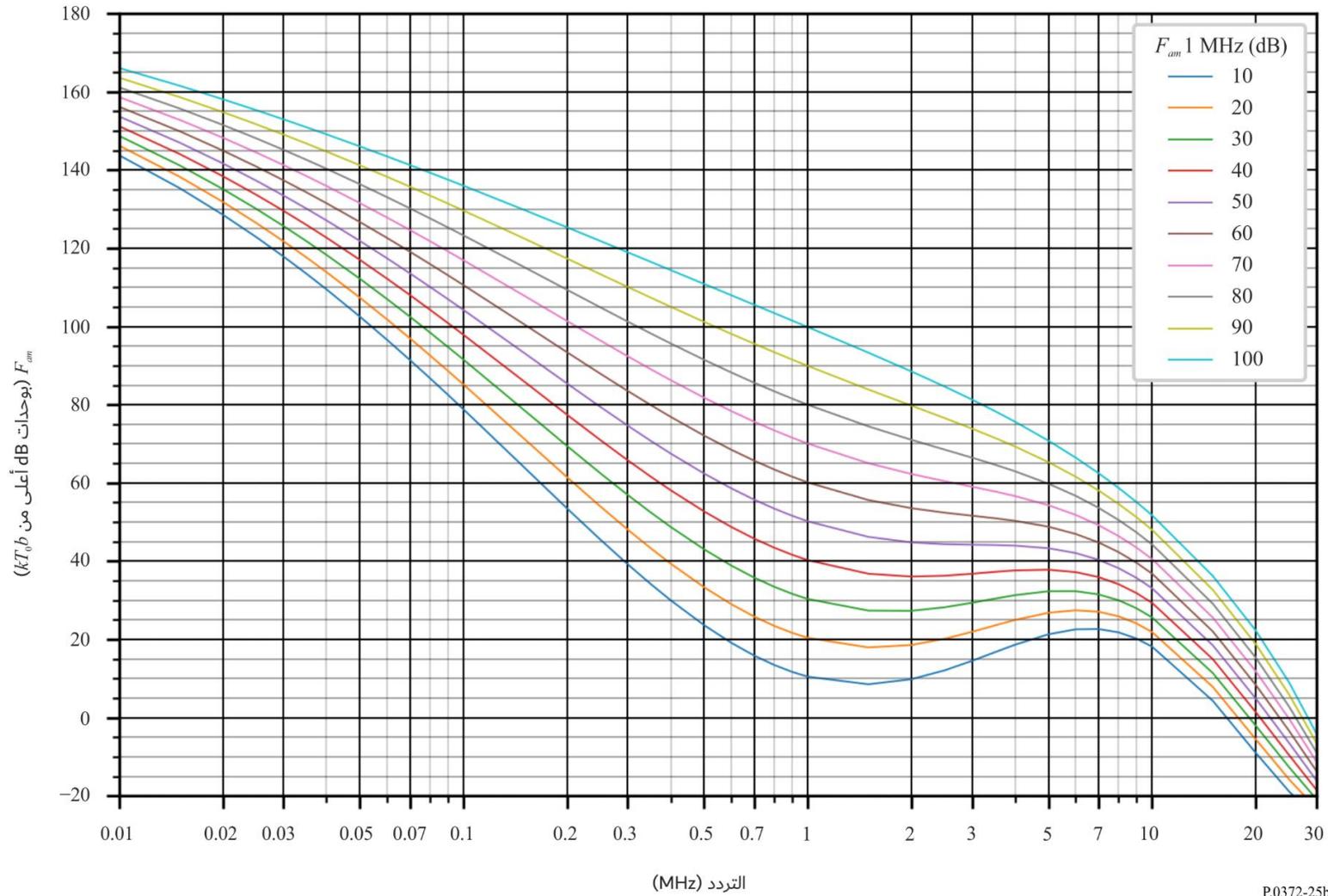
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 25 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

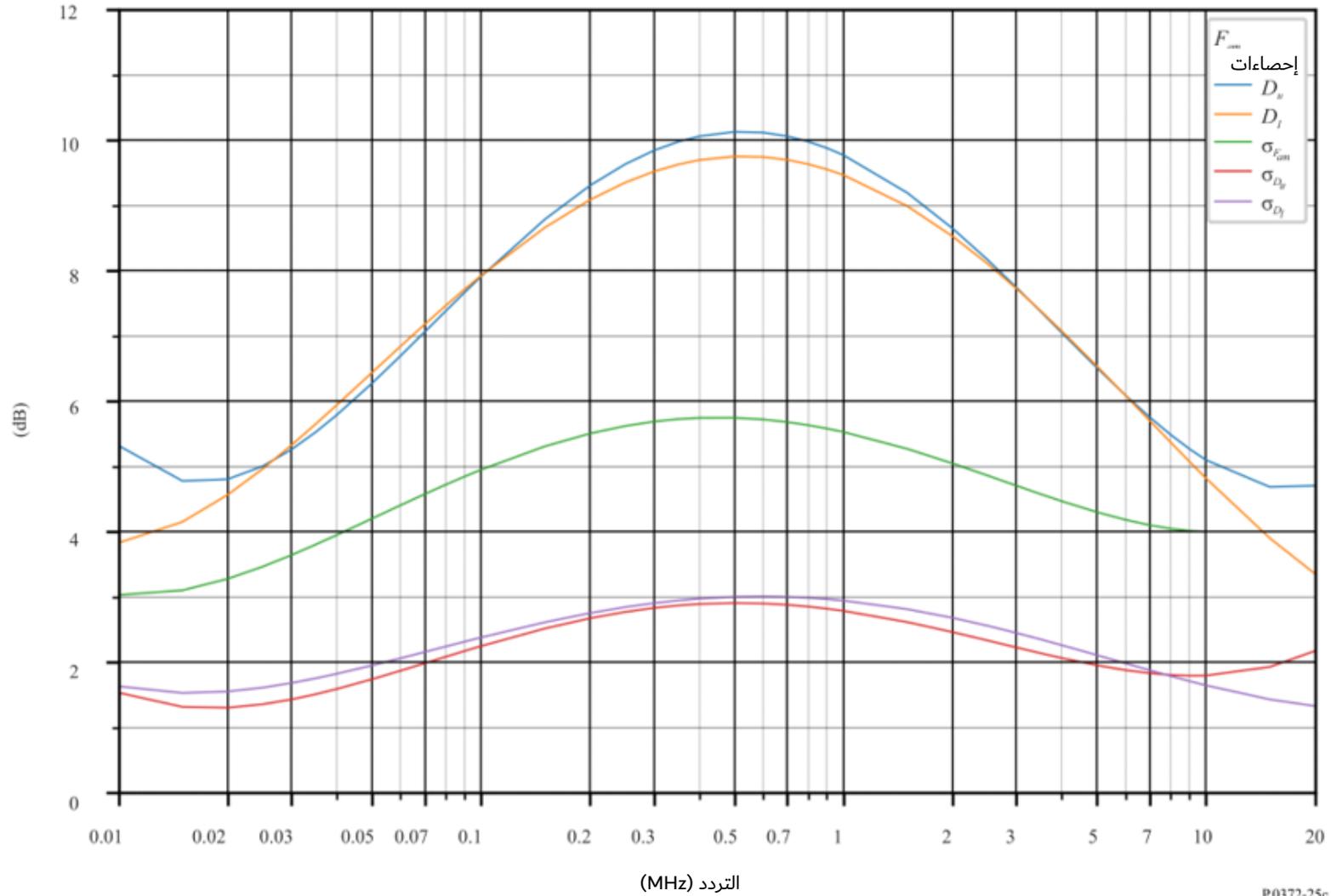
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 25 ج)

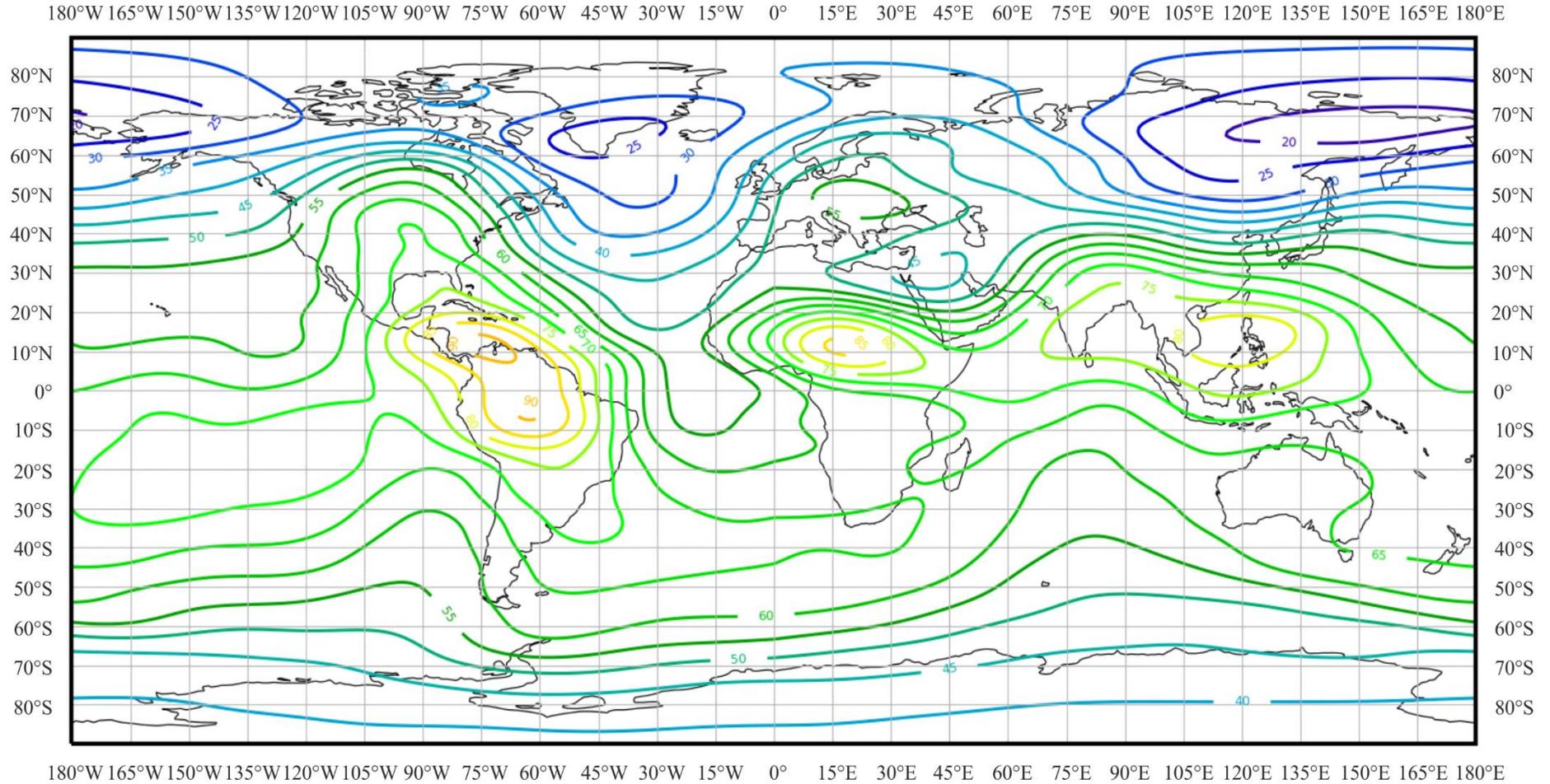
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 26 أ)

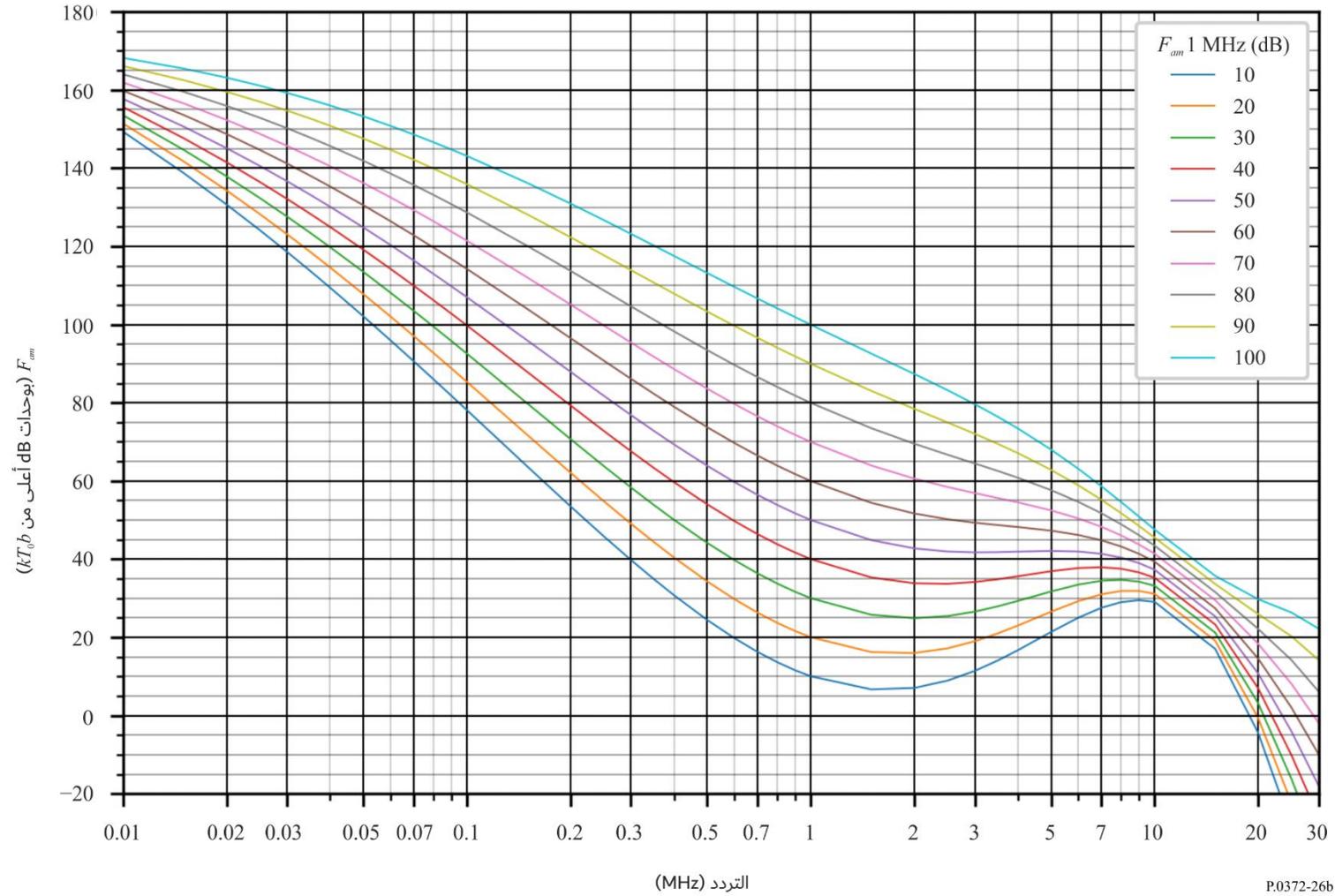
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 26 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

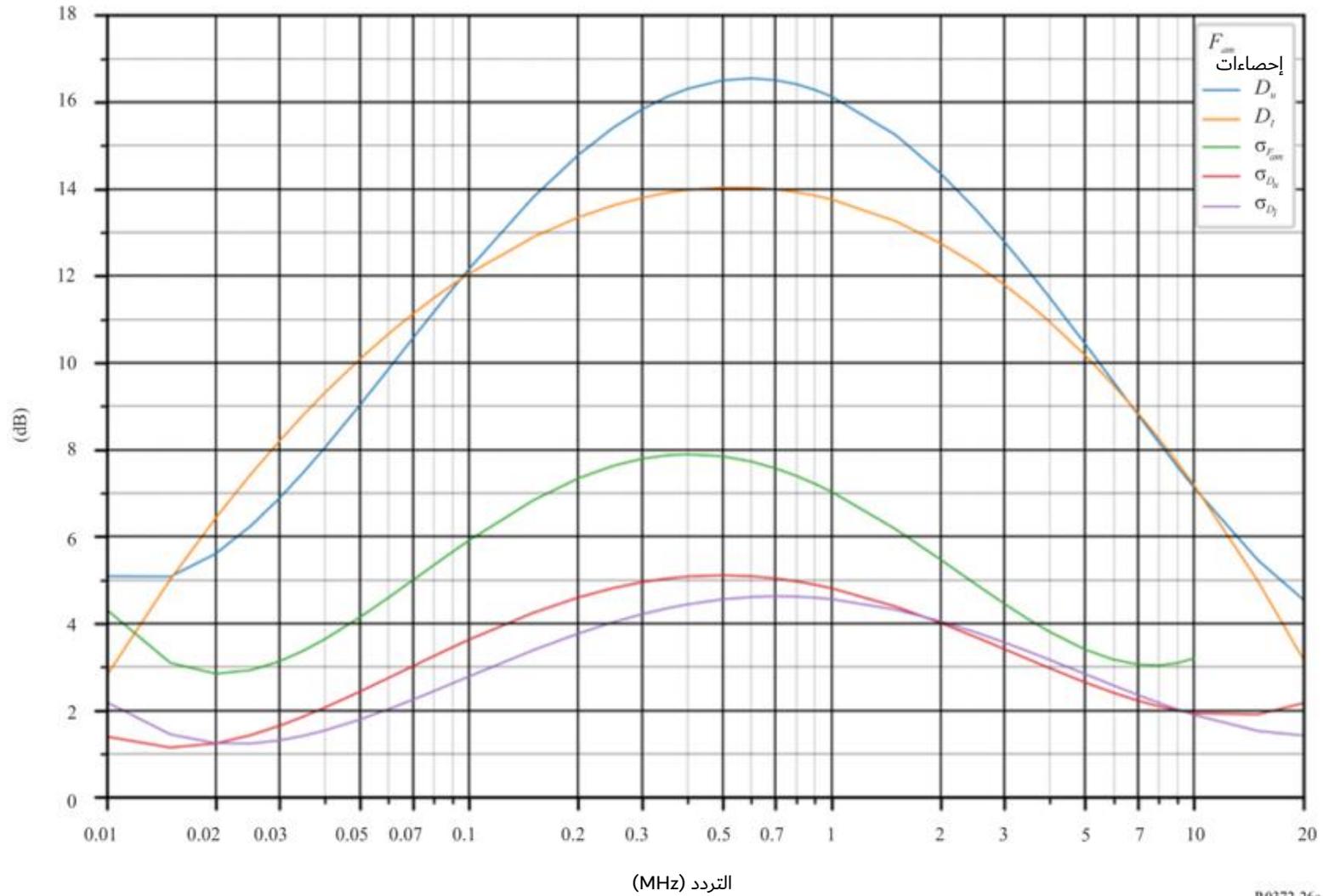
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 26 ج)

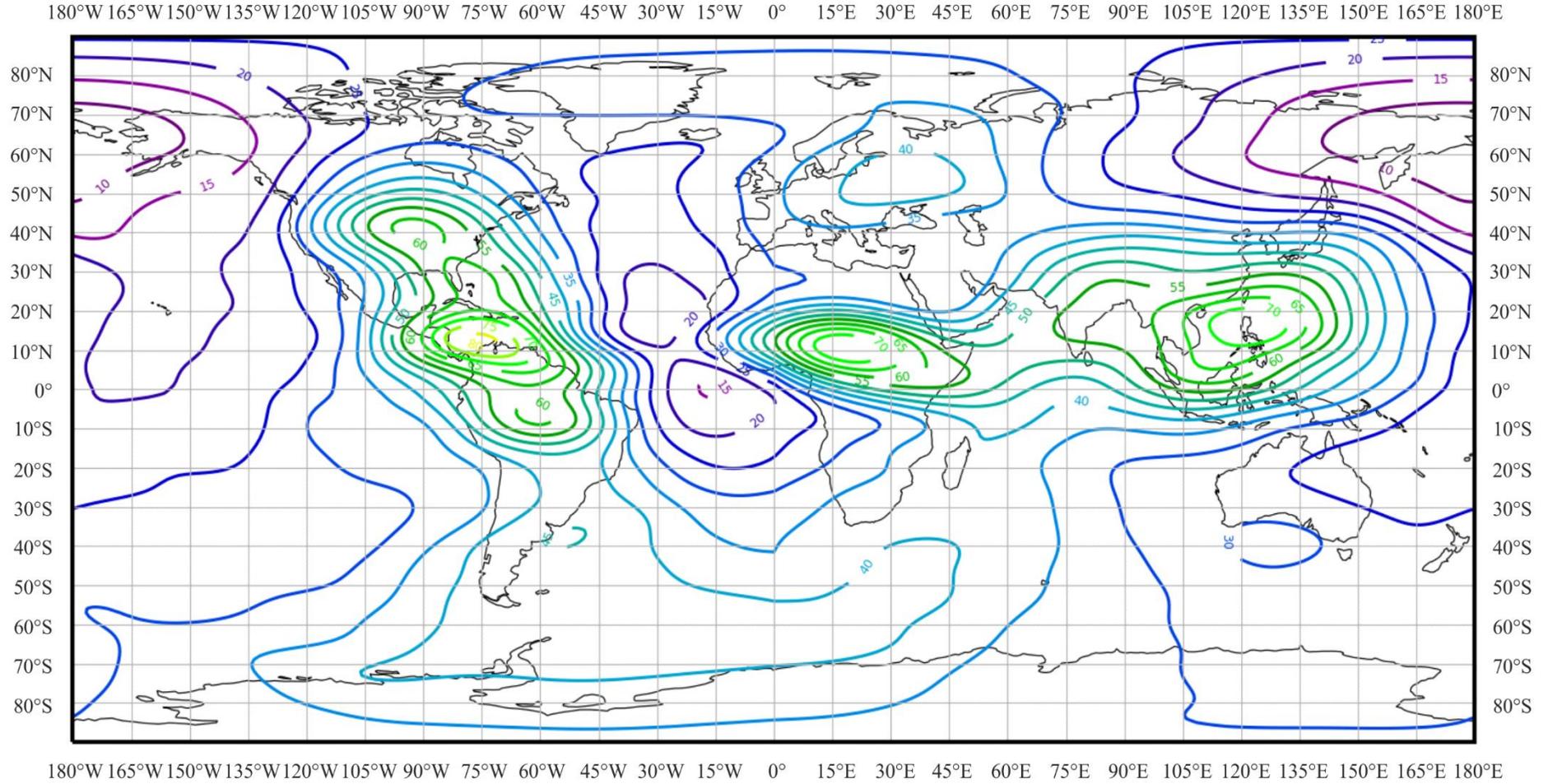
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 27 أ)

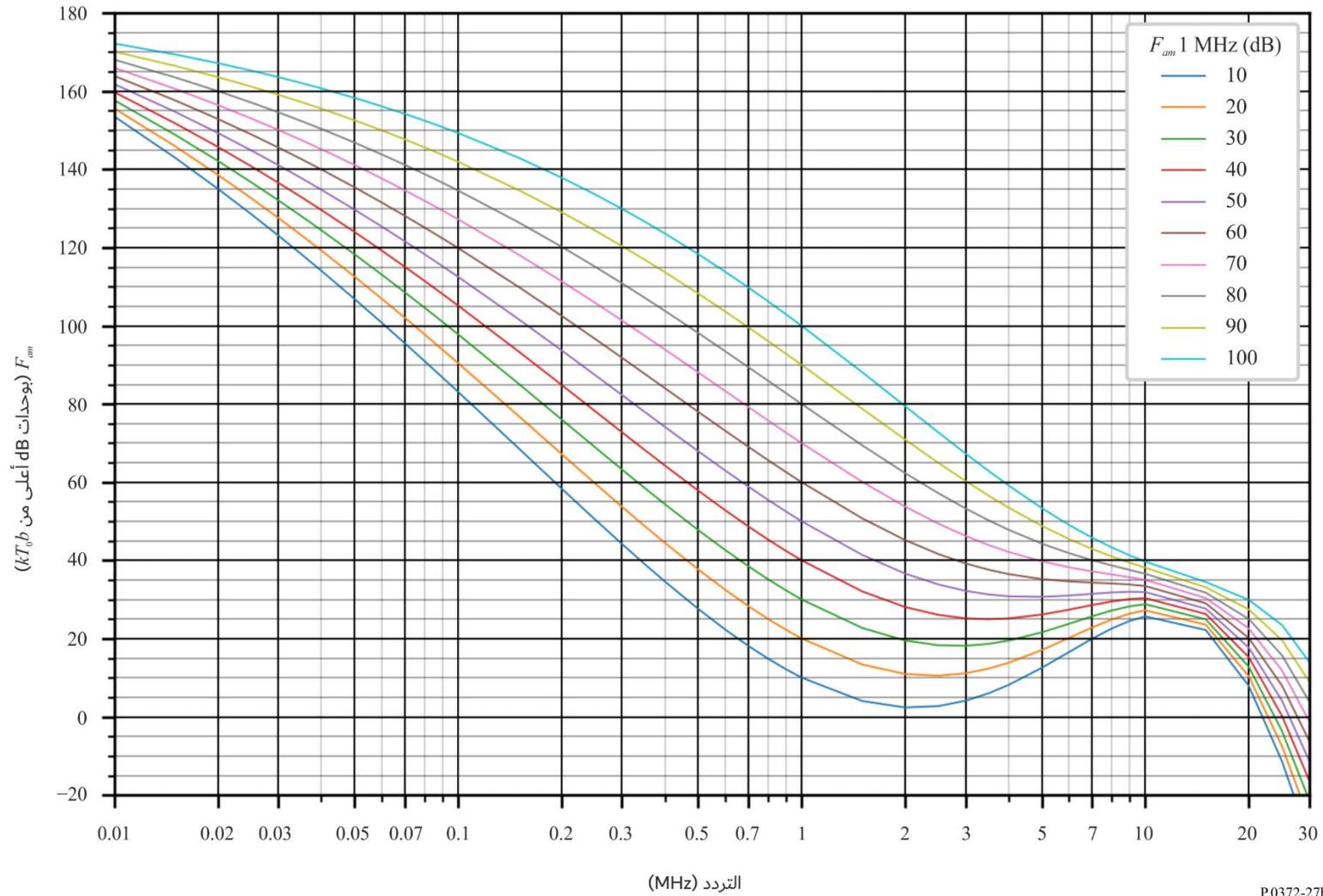
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 27 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

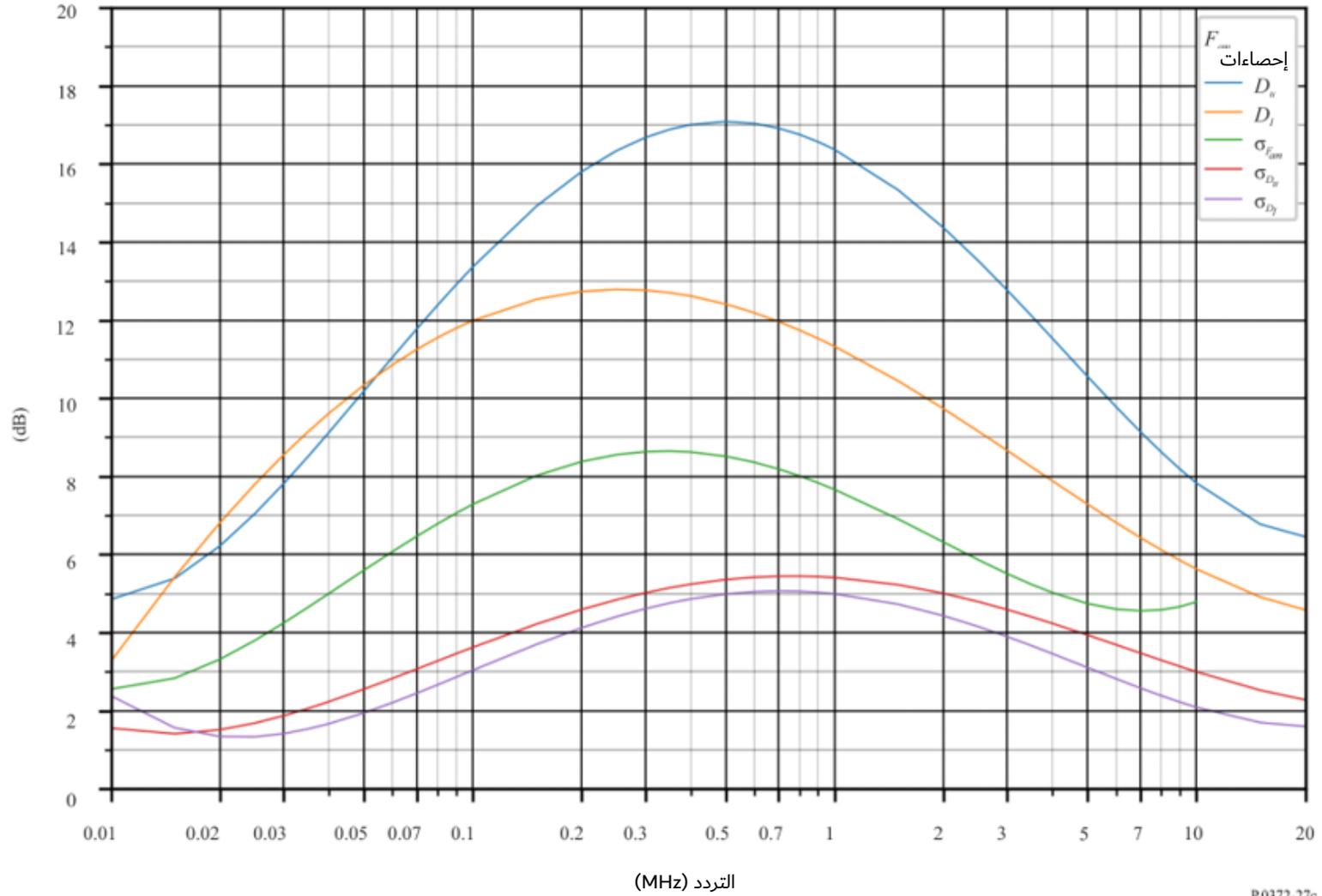
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ بالتوقيت المحلي)



الشكل 27 ج)

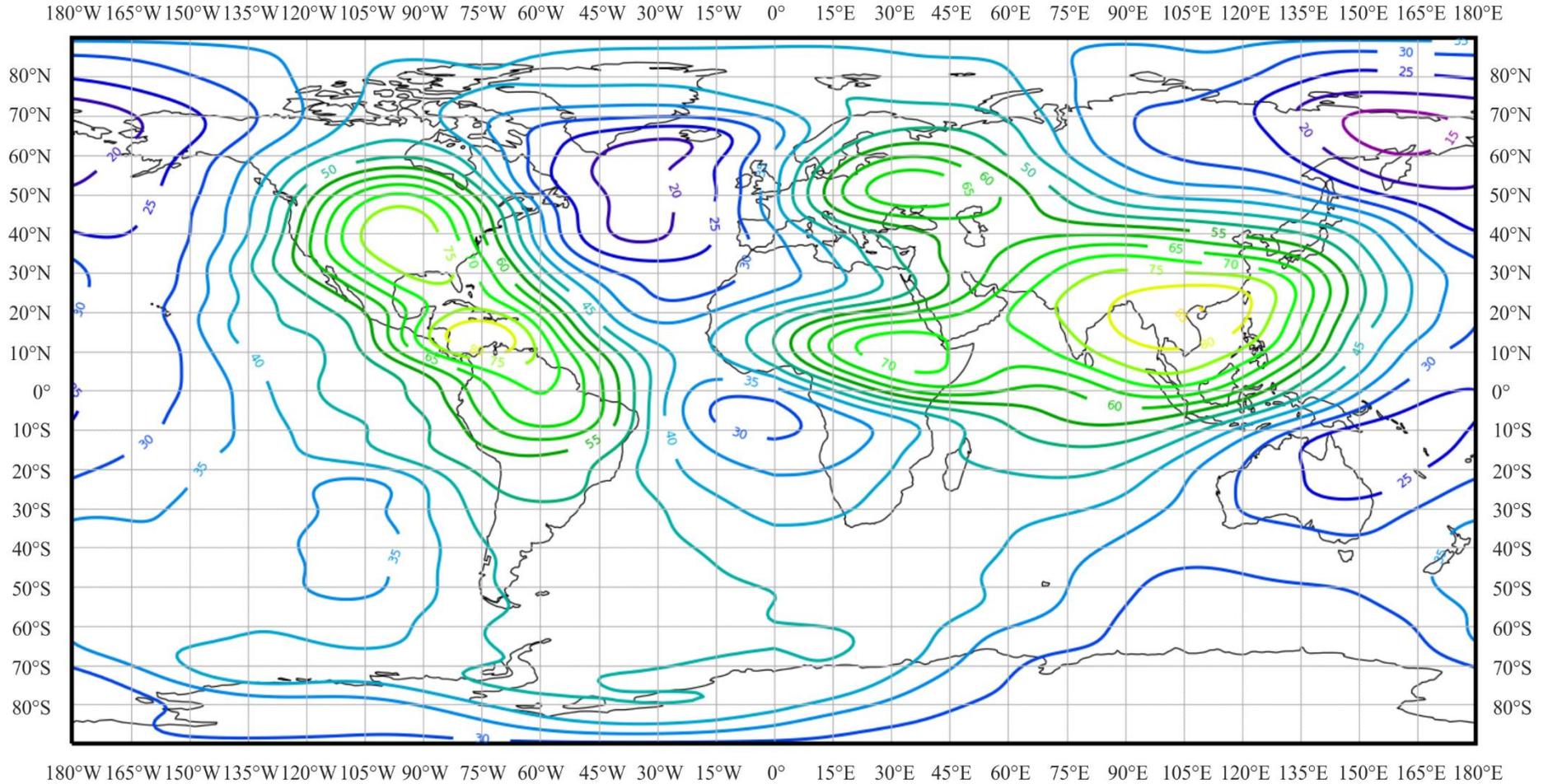
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 28 أ)

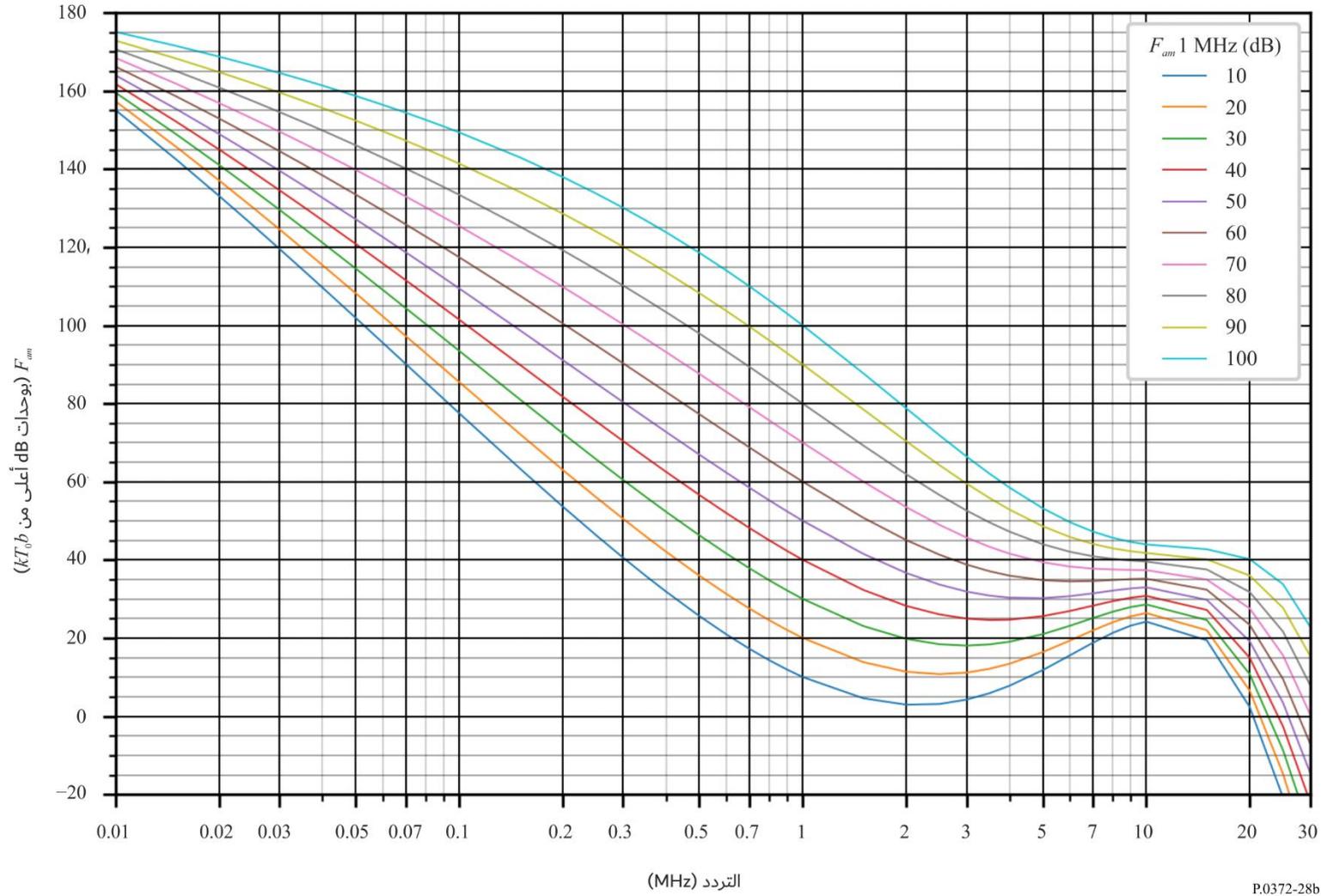
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 28 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

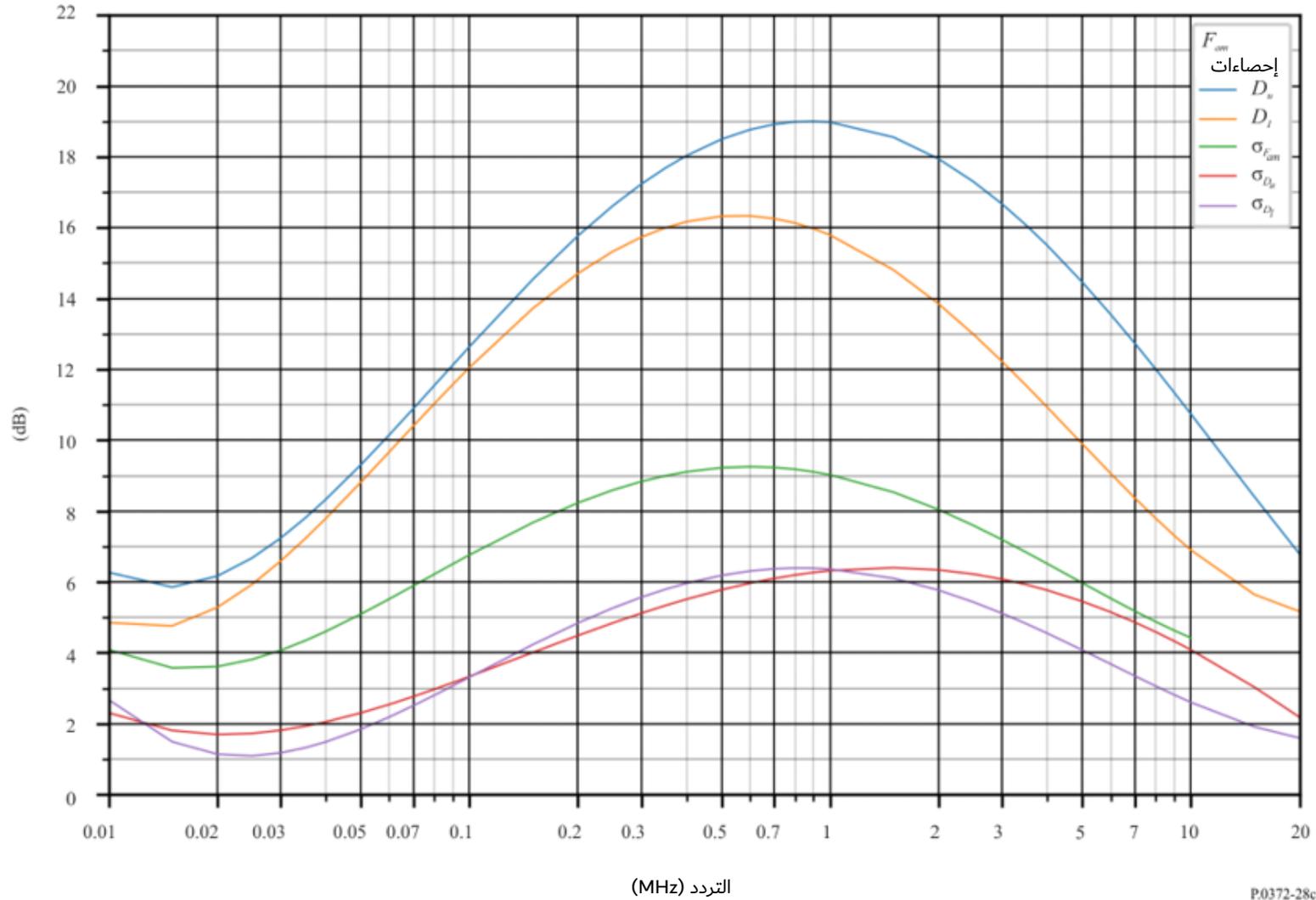
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ بالتوقيت المحلي)



الشكل 28 ج)

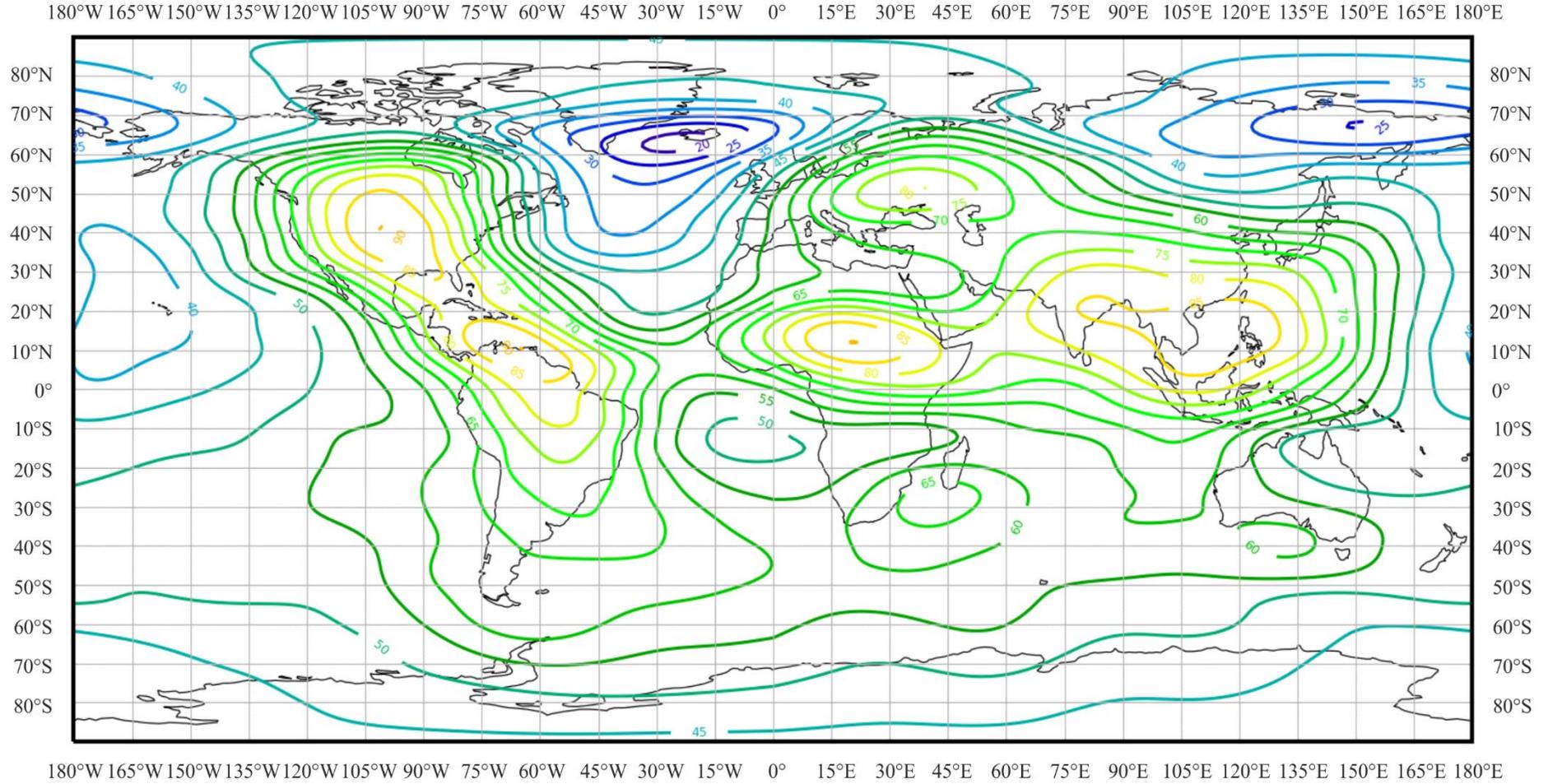
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 29 أ)

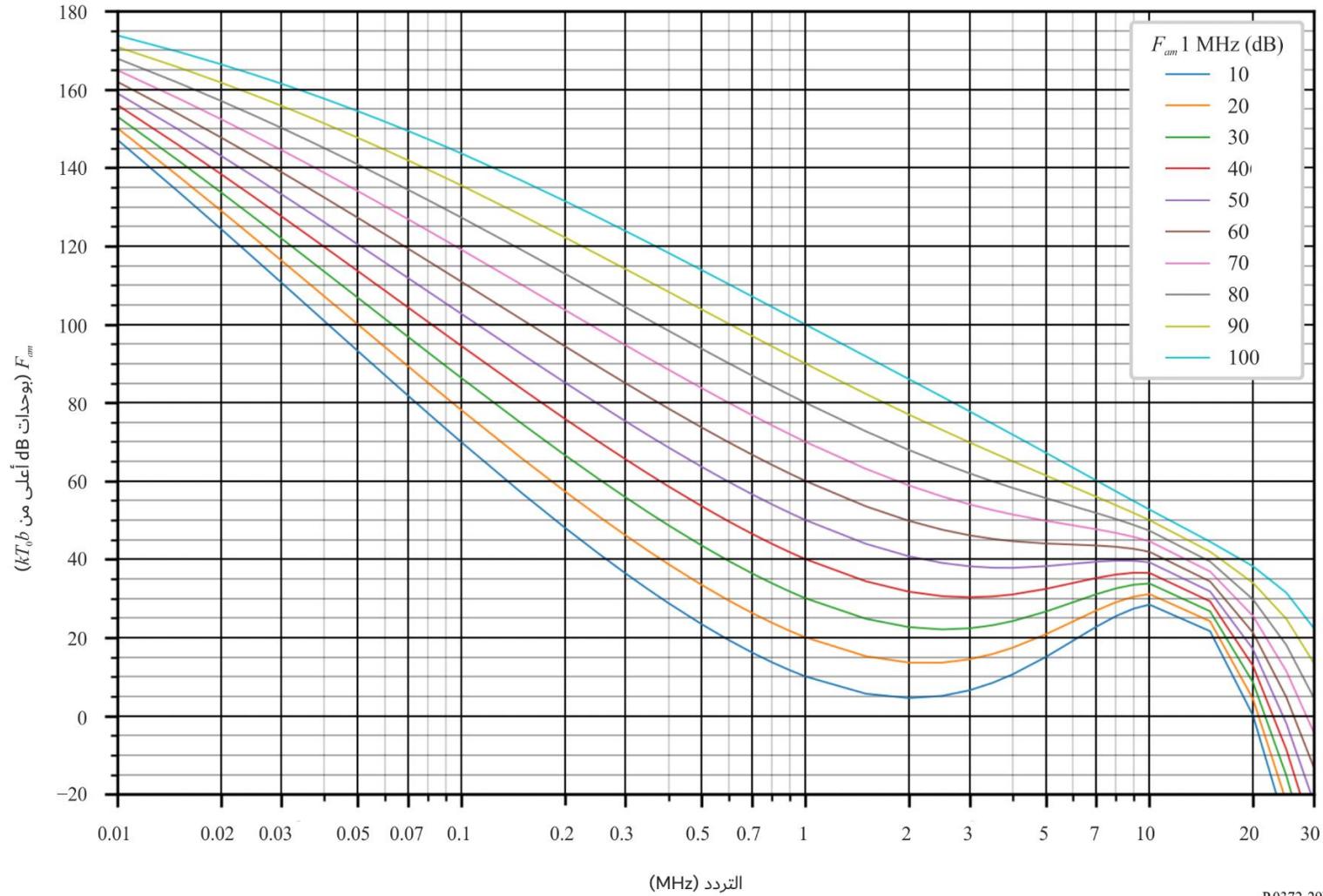
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 29 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

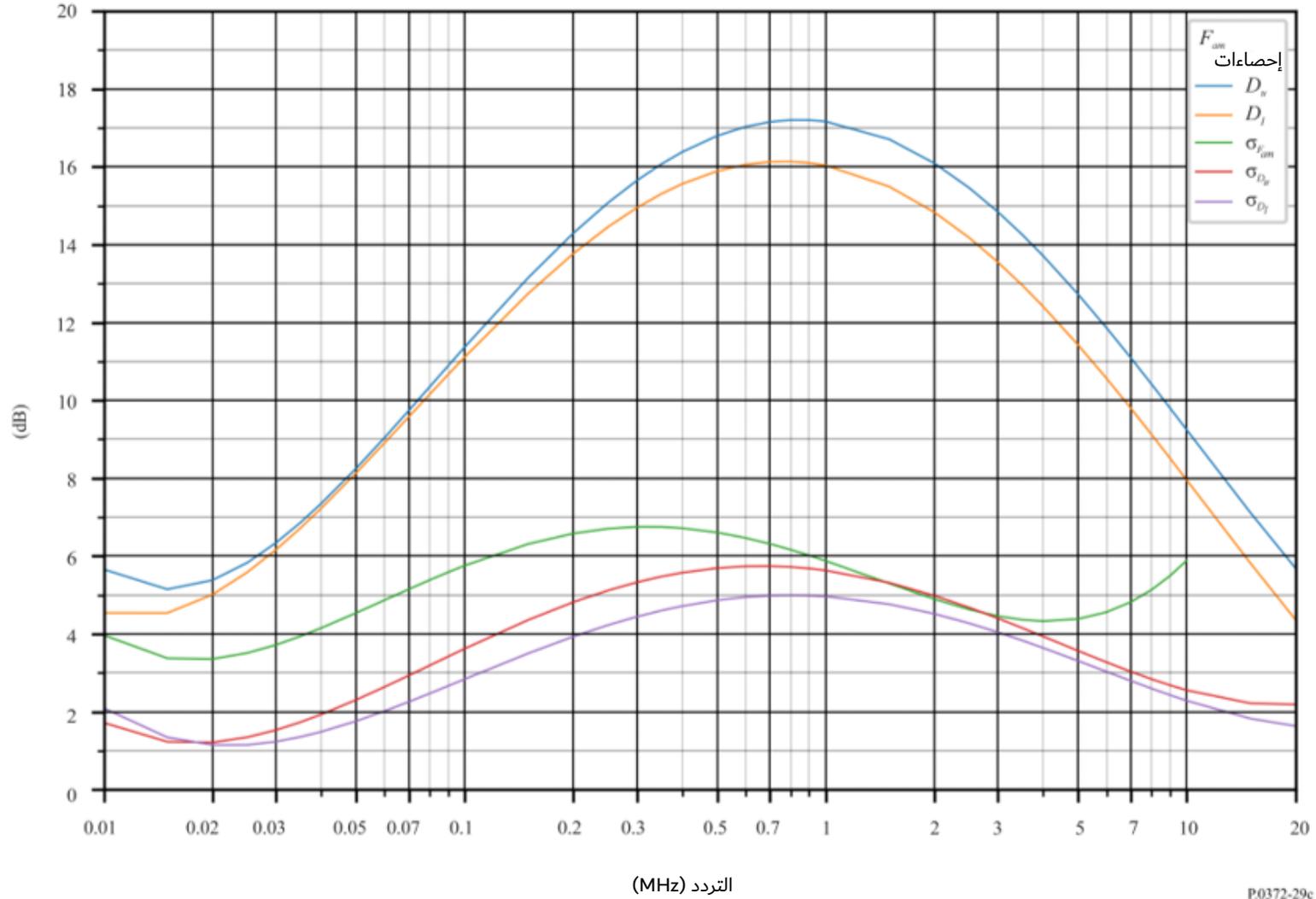
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 16:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 29 ج)

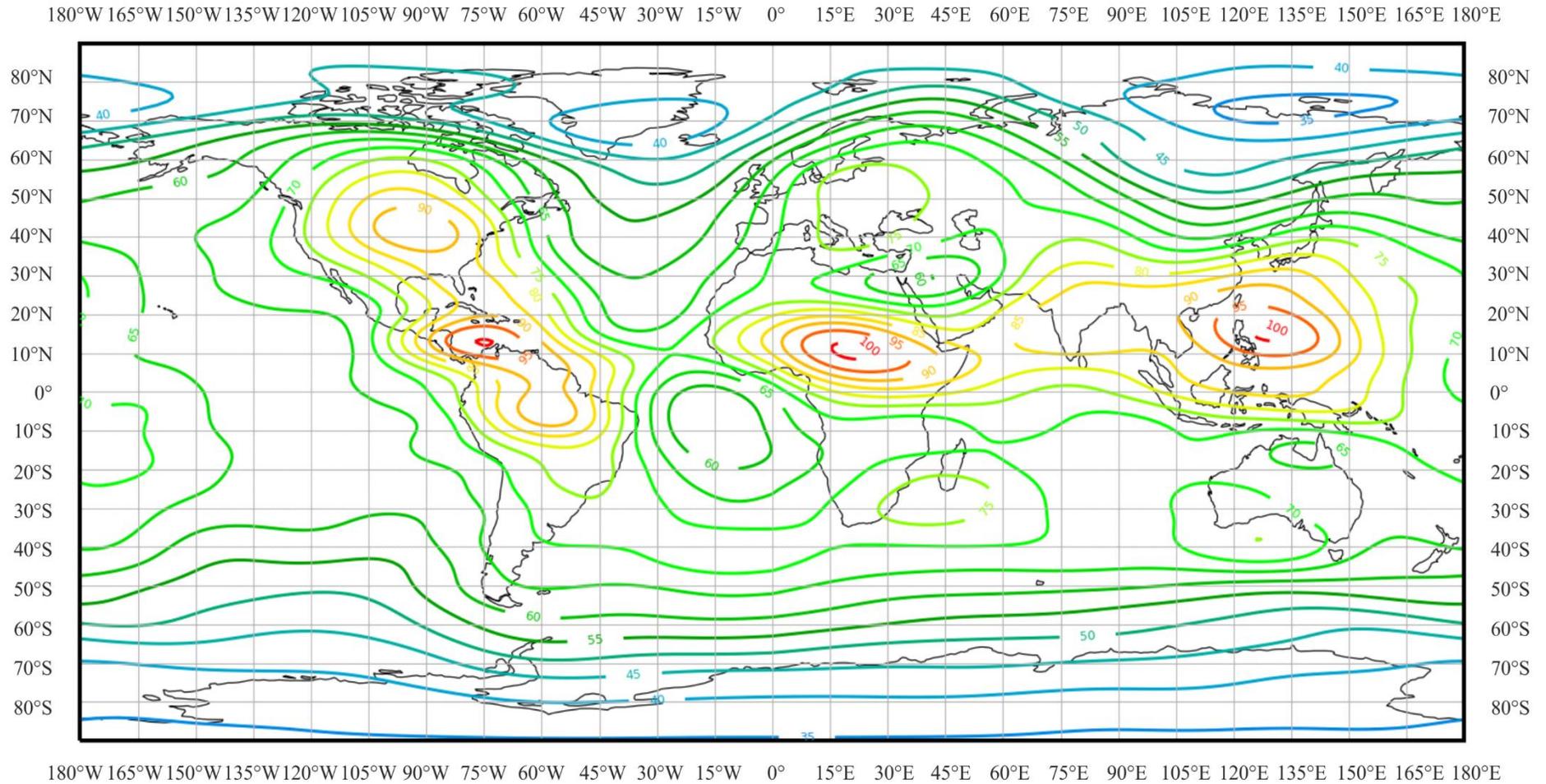
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الشمالي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 30 أ)

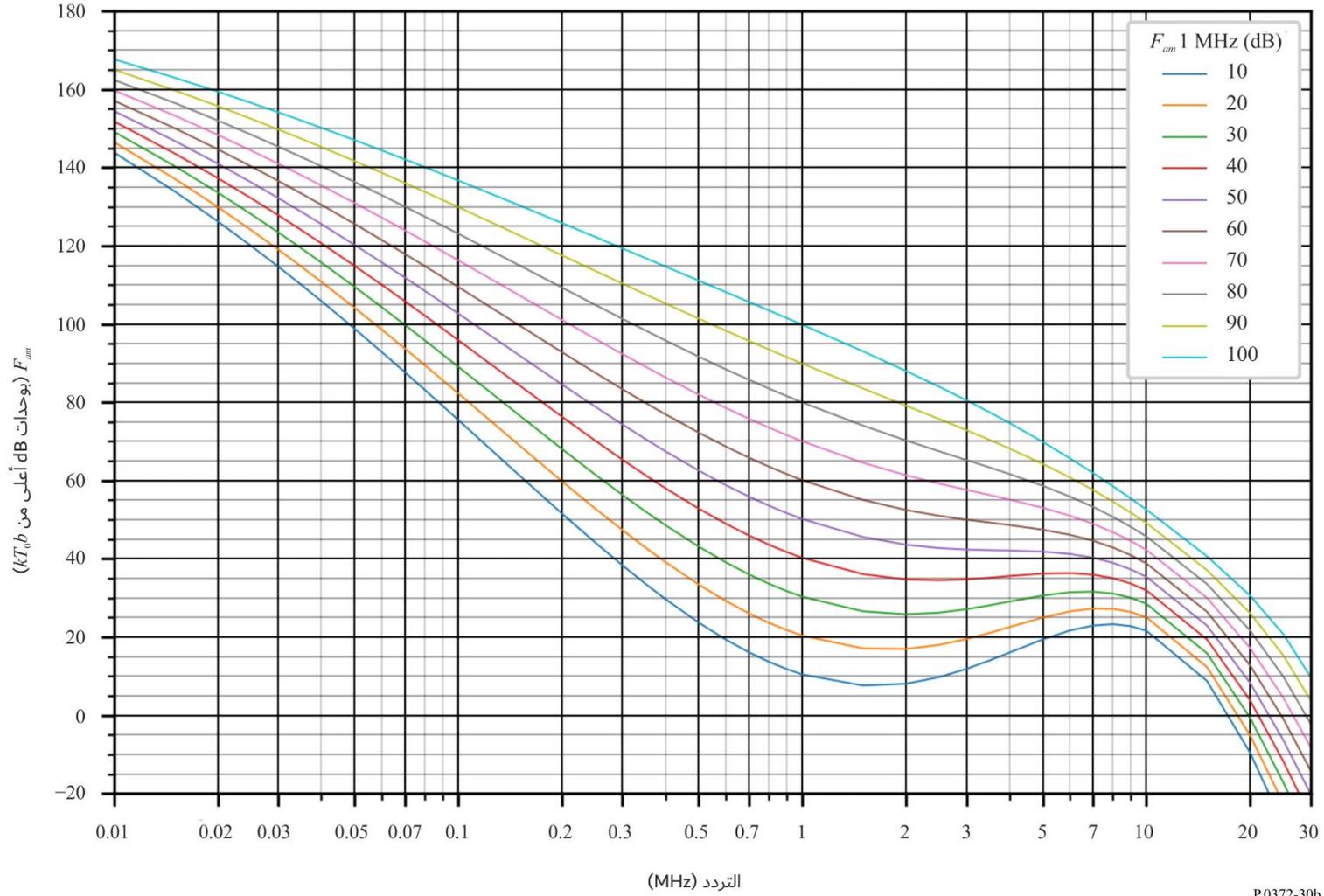
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(يونيو - يوليو - أغسطس: 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 30 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

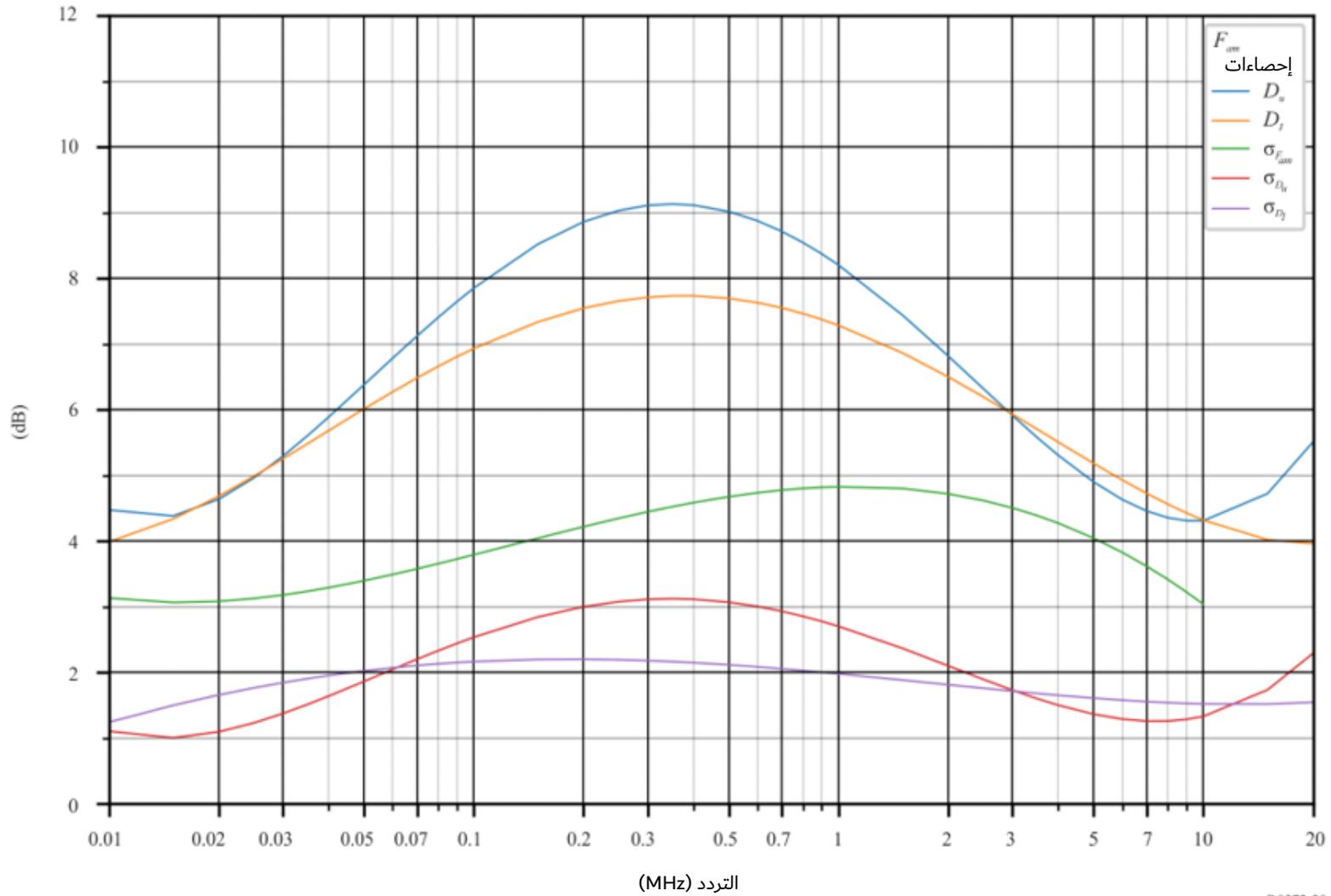
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ بالتوقيت المحلي)



الشكل 30 ج)

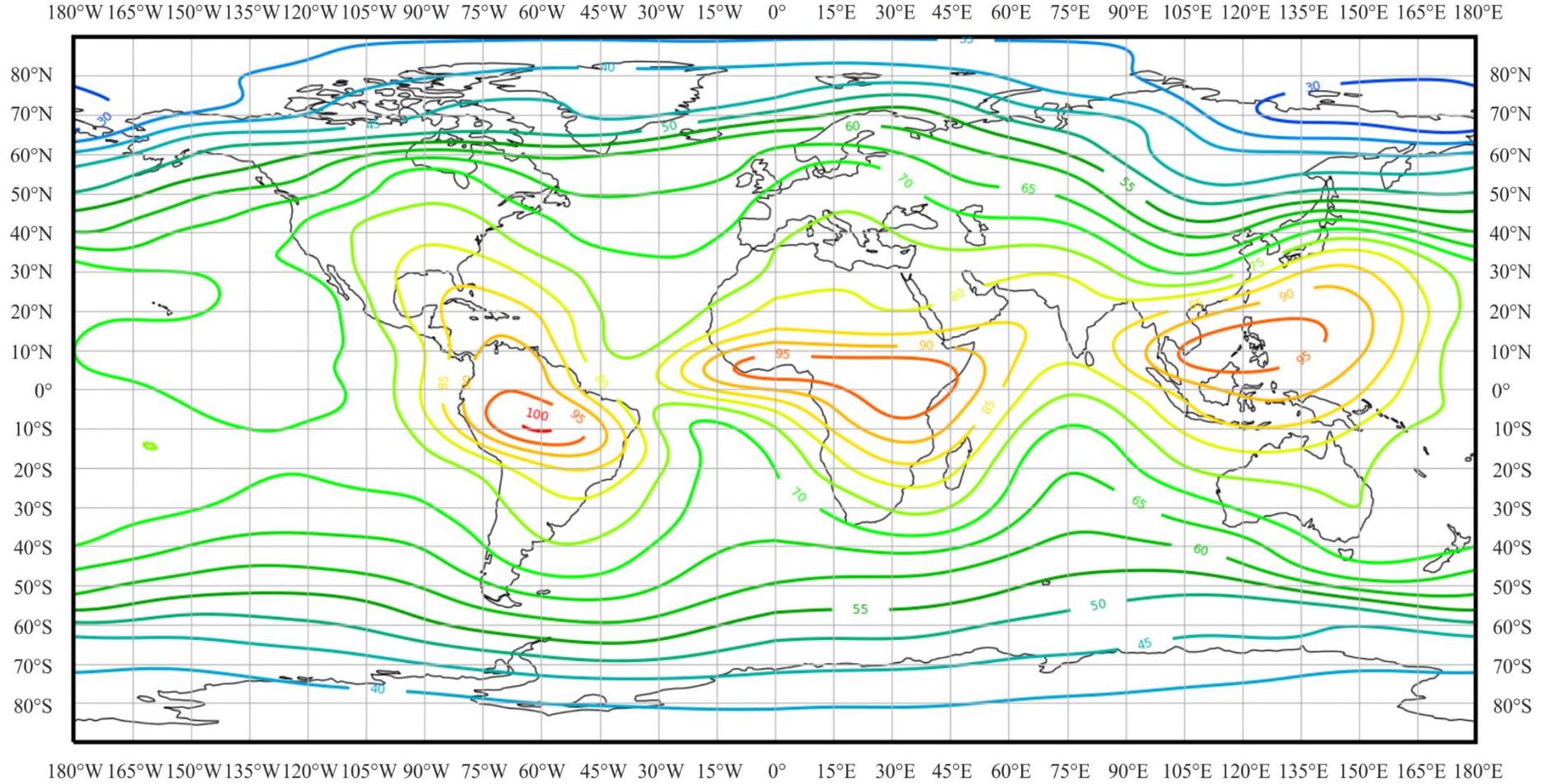
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: يونيو - يوليو - أغسطس؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: ديسمبر - يناير - فبراير؛ 24:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 31 أ)

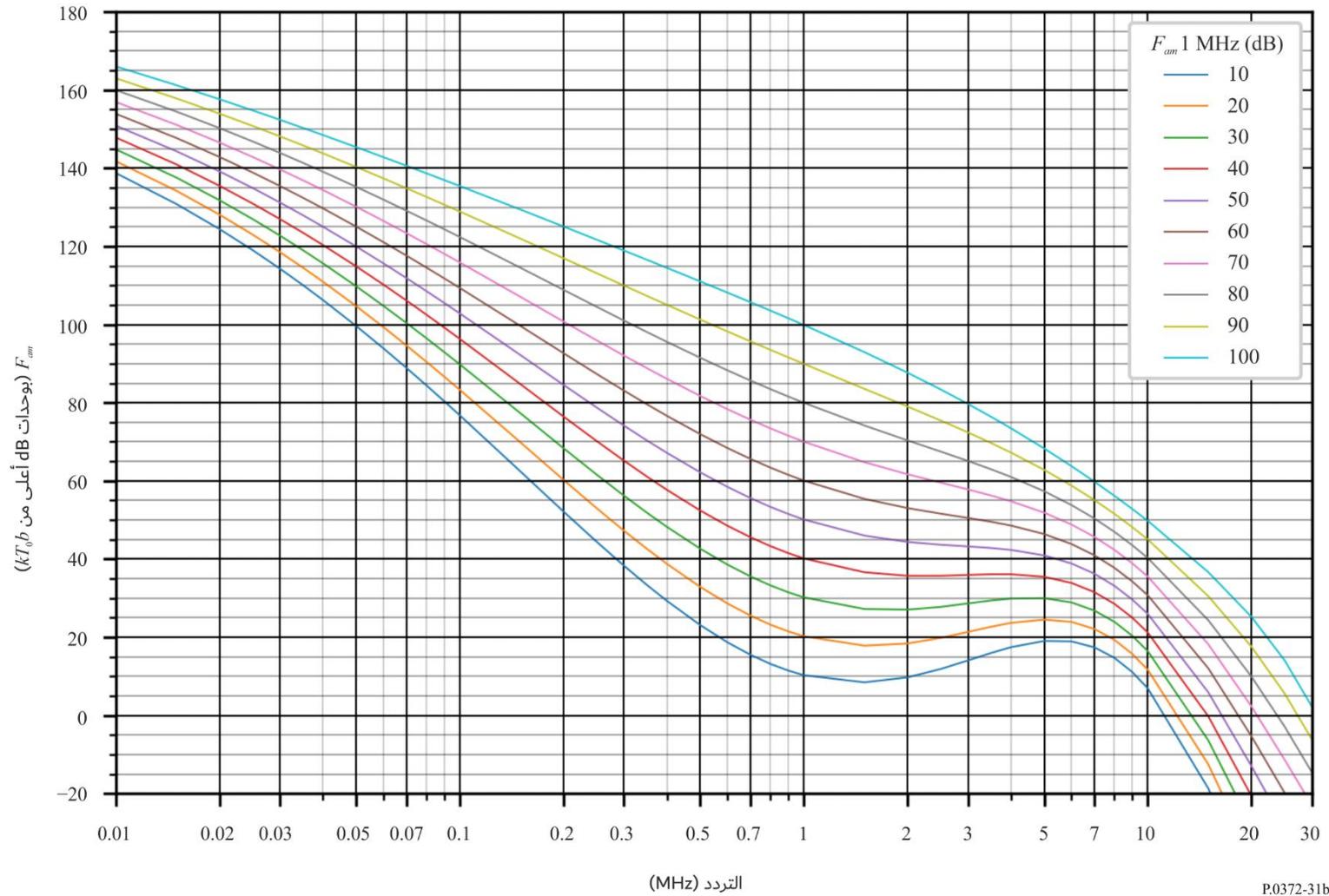
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 31 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

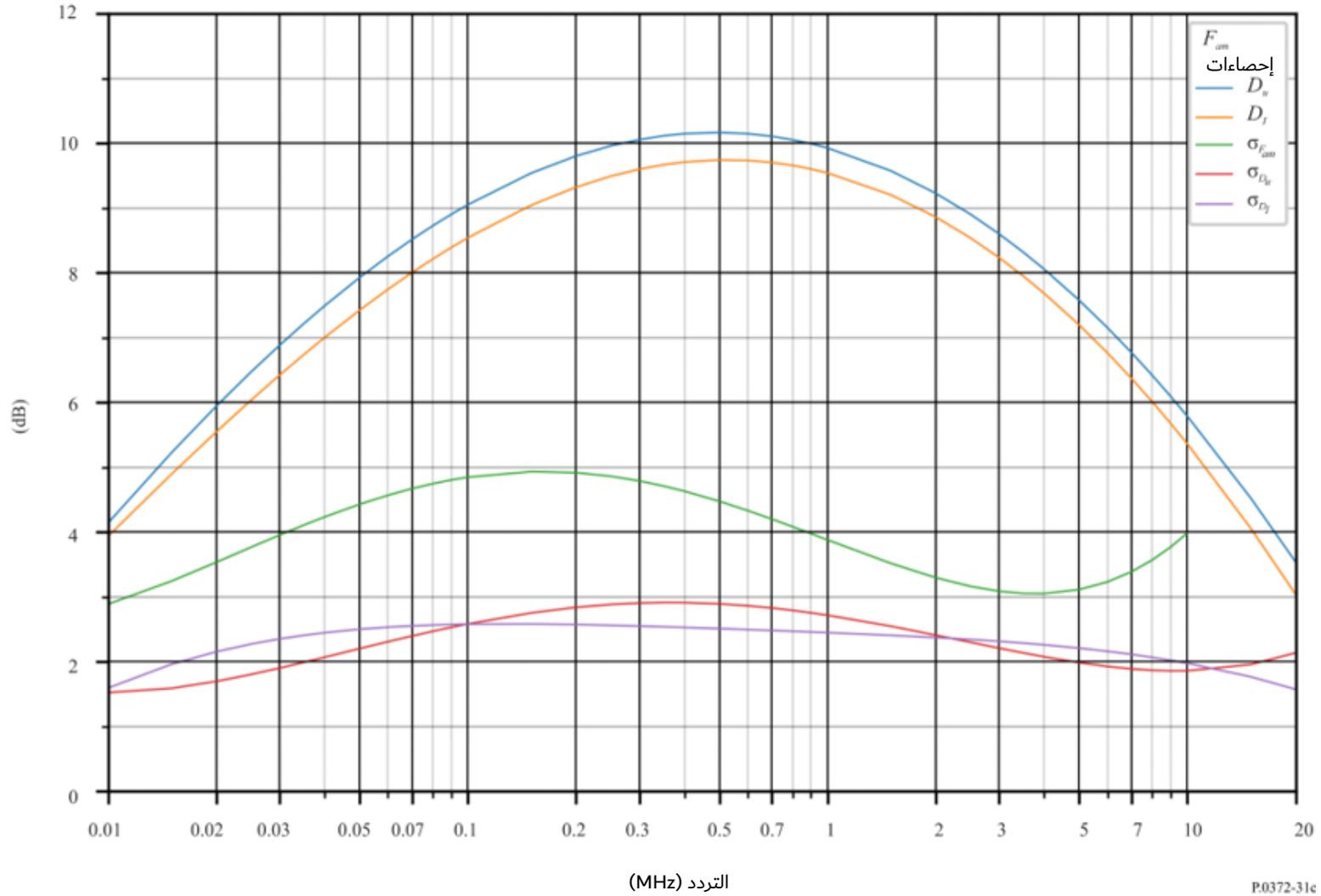
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 31 ج)

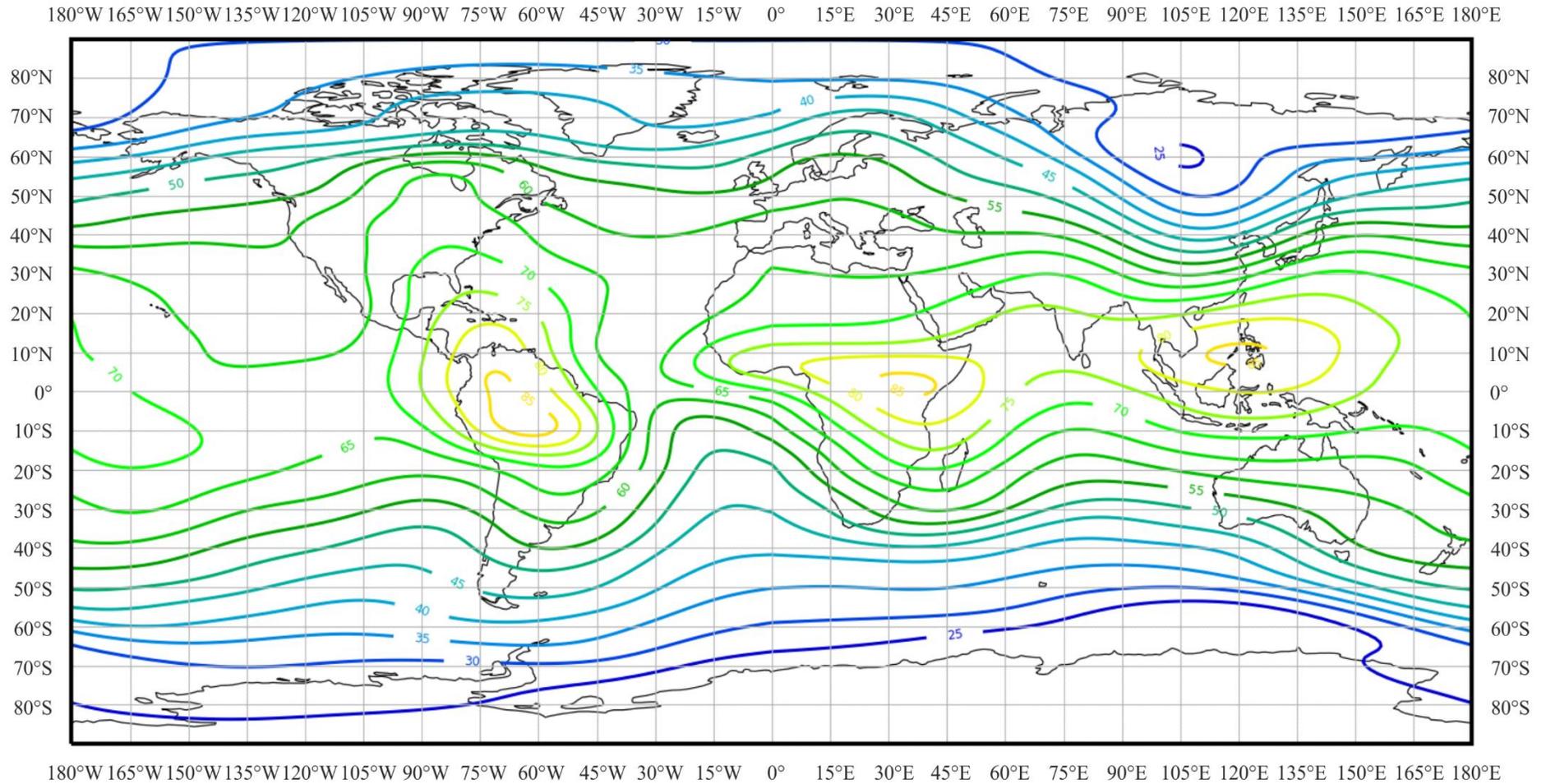
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 04:00-00:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 32 أ)

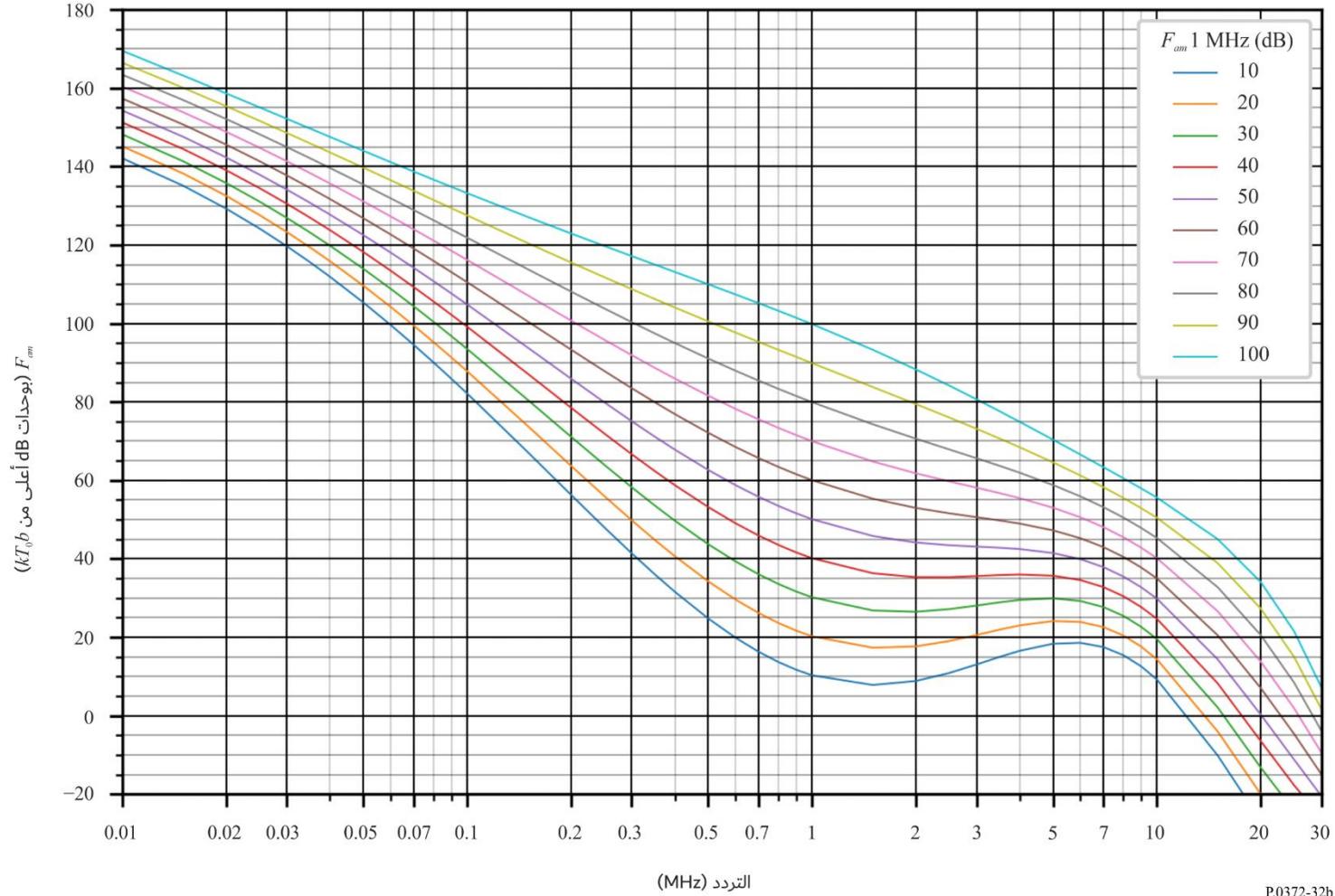
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 32 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

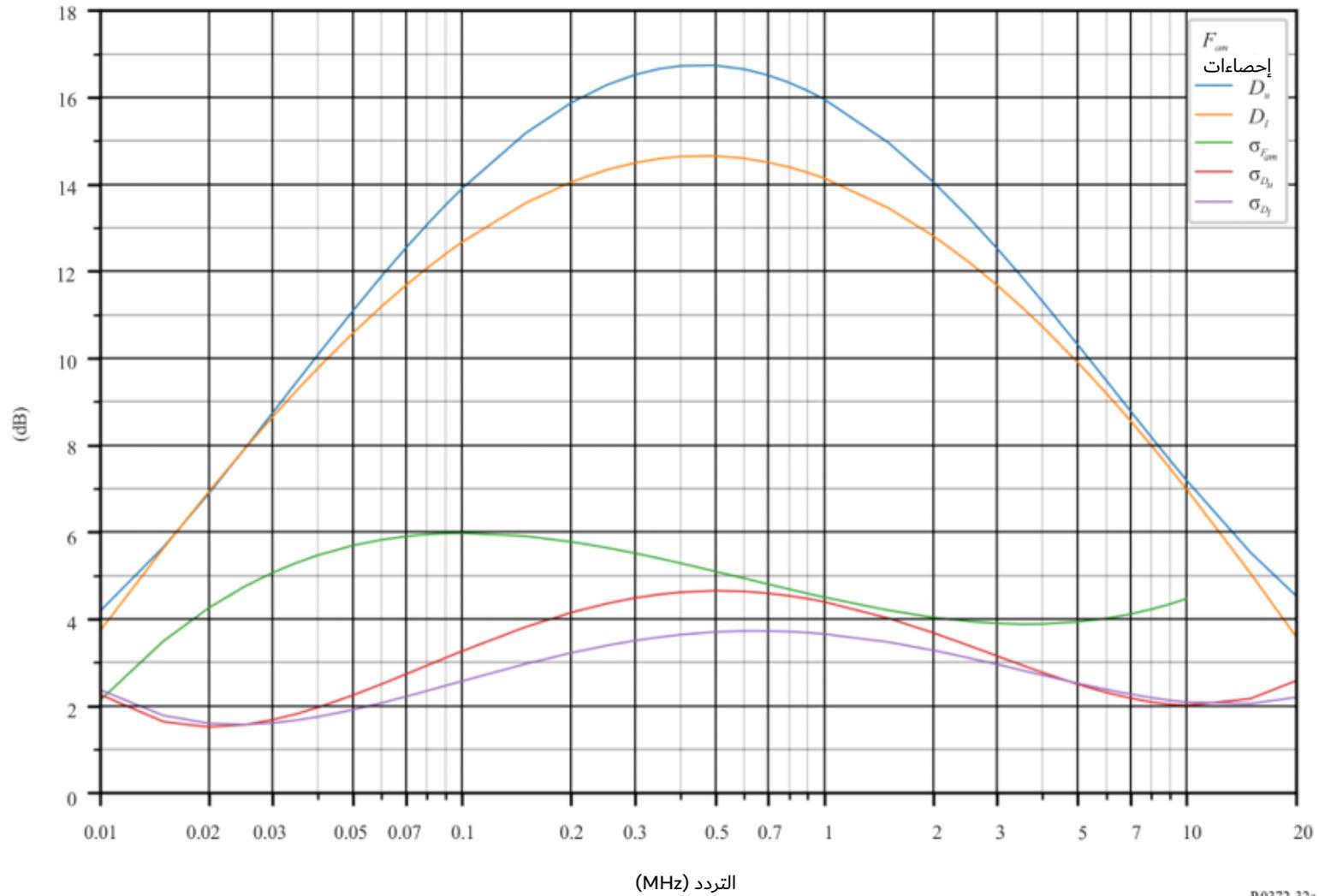
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 32 ج)

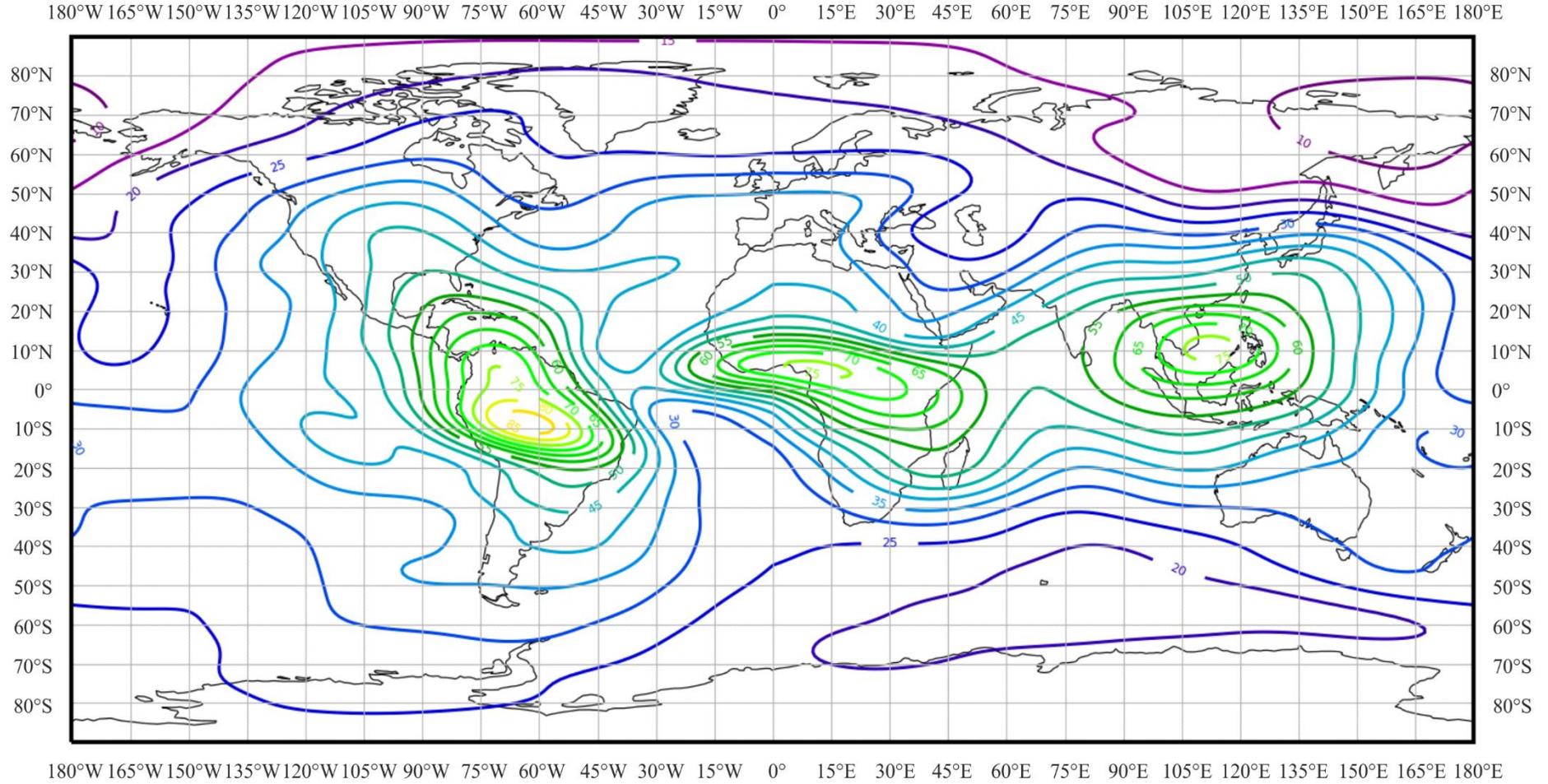
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 08:00-04:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 33 أ)

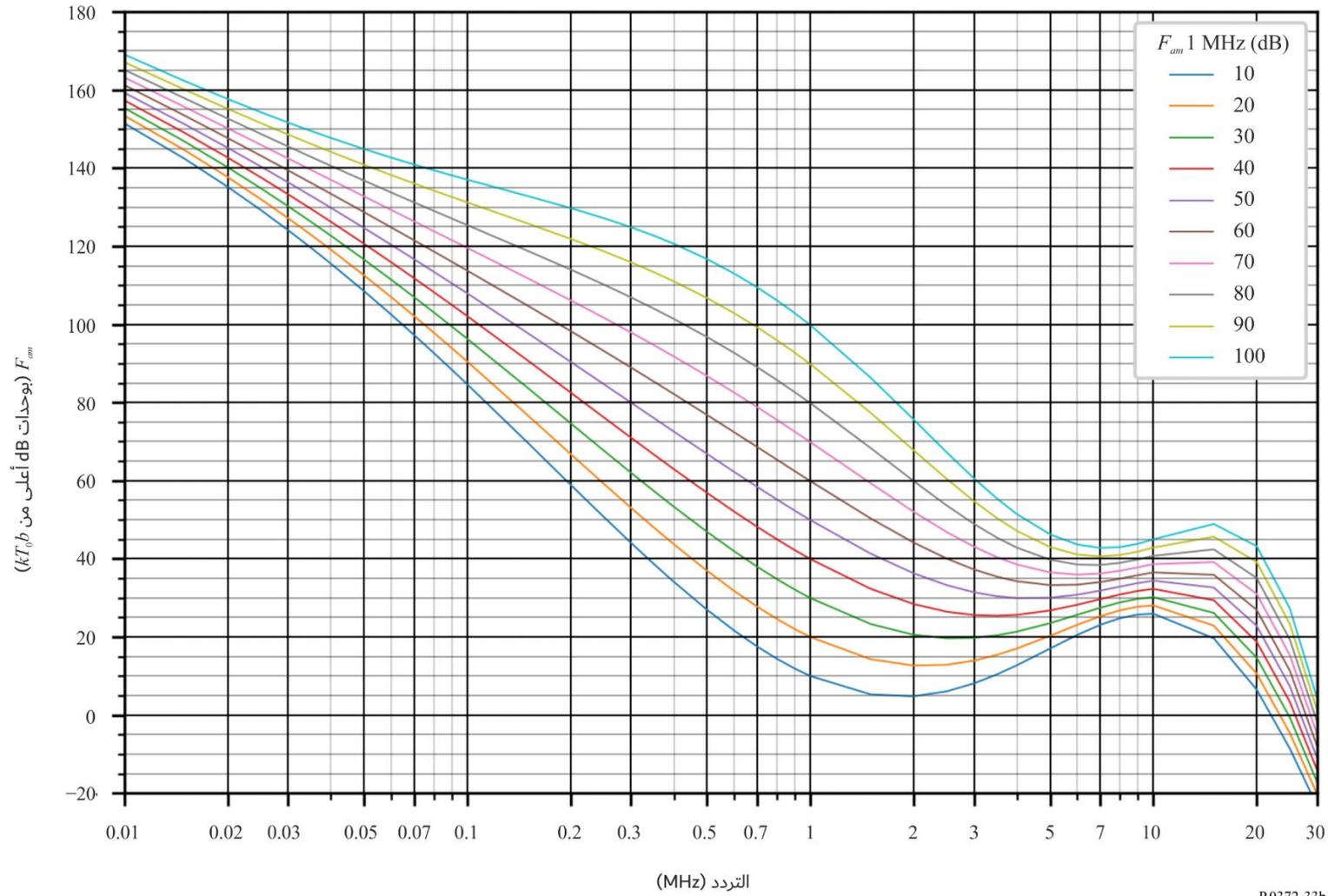
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 33 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

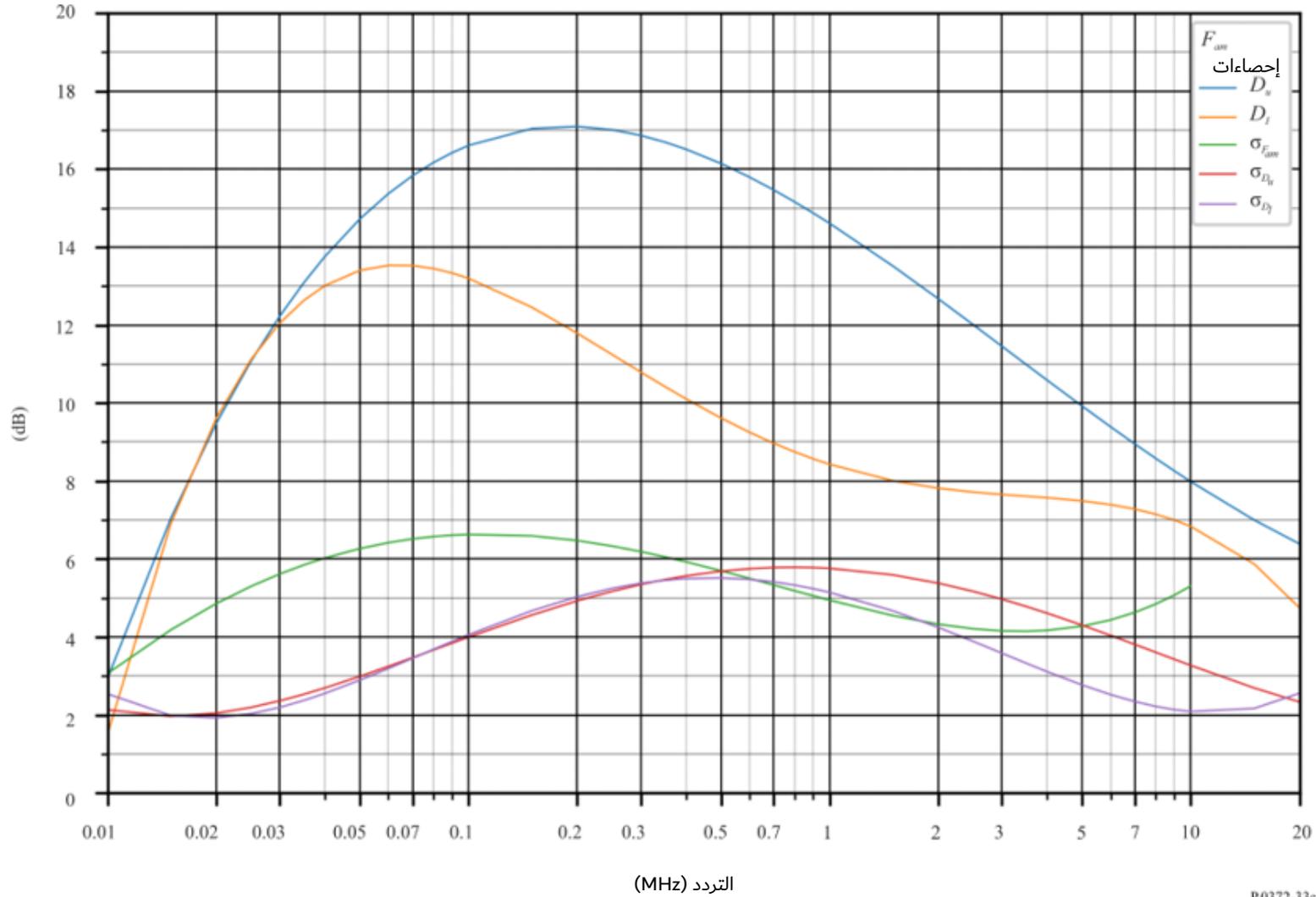
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 33 ج)

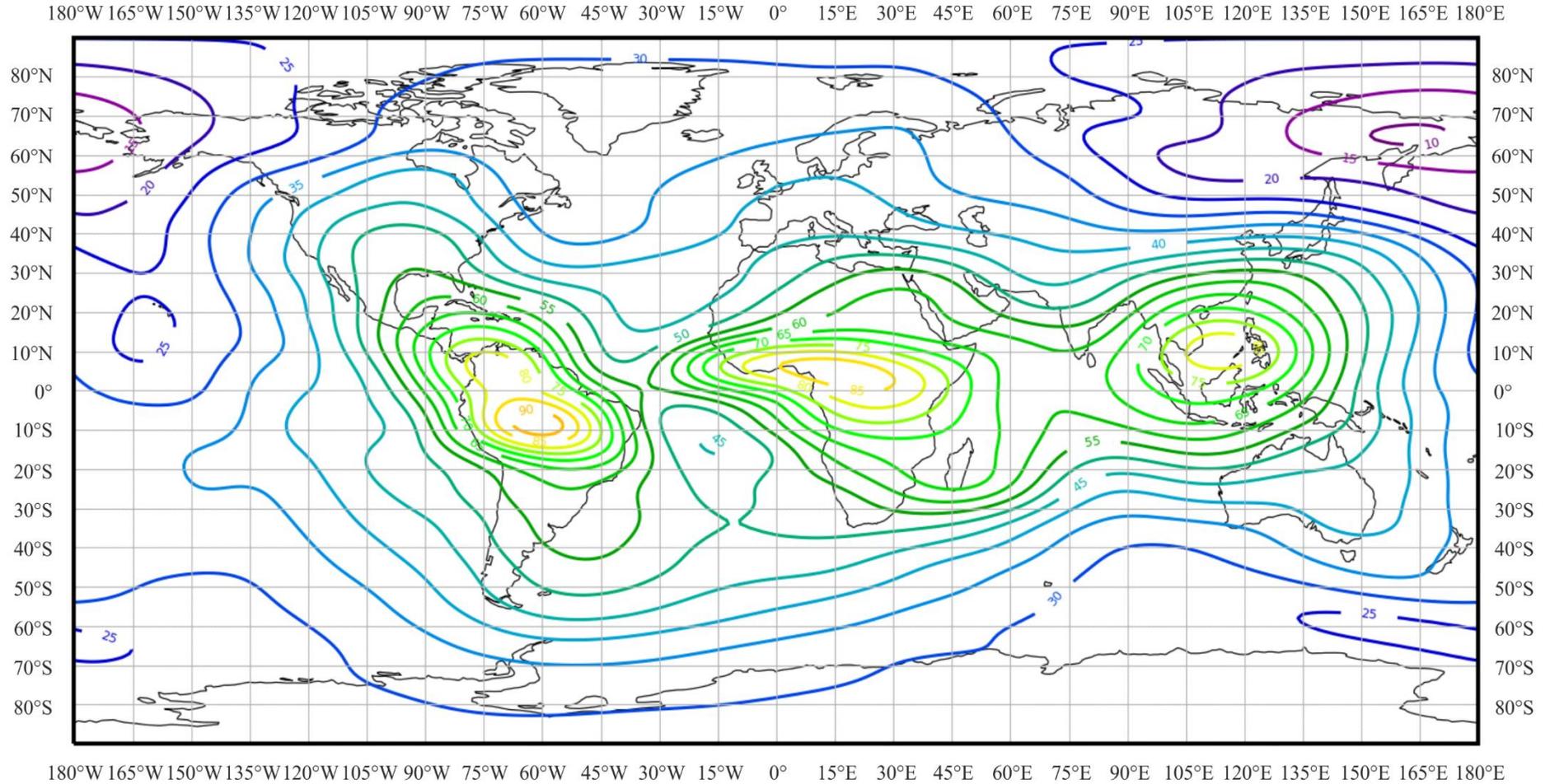
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 12:00-08:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 34 أ)

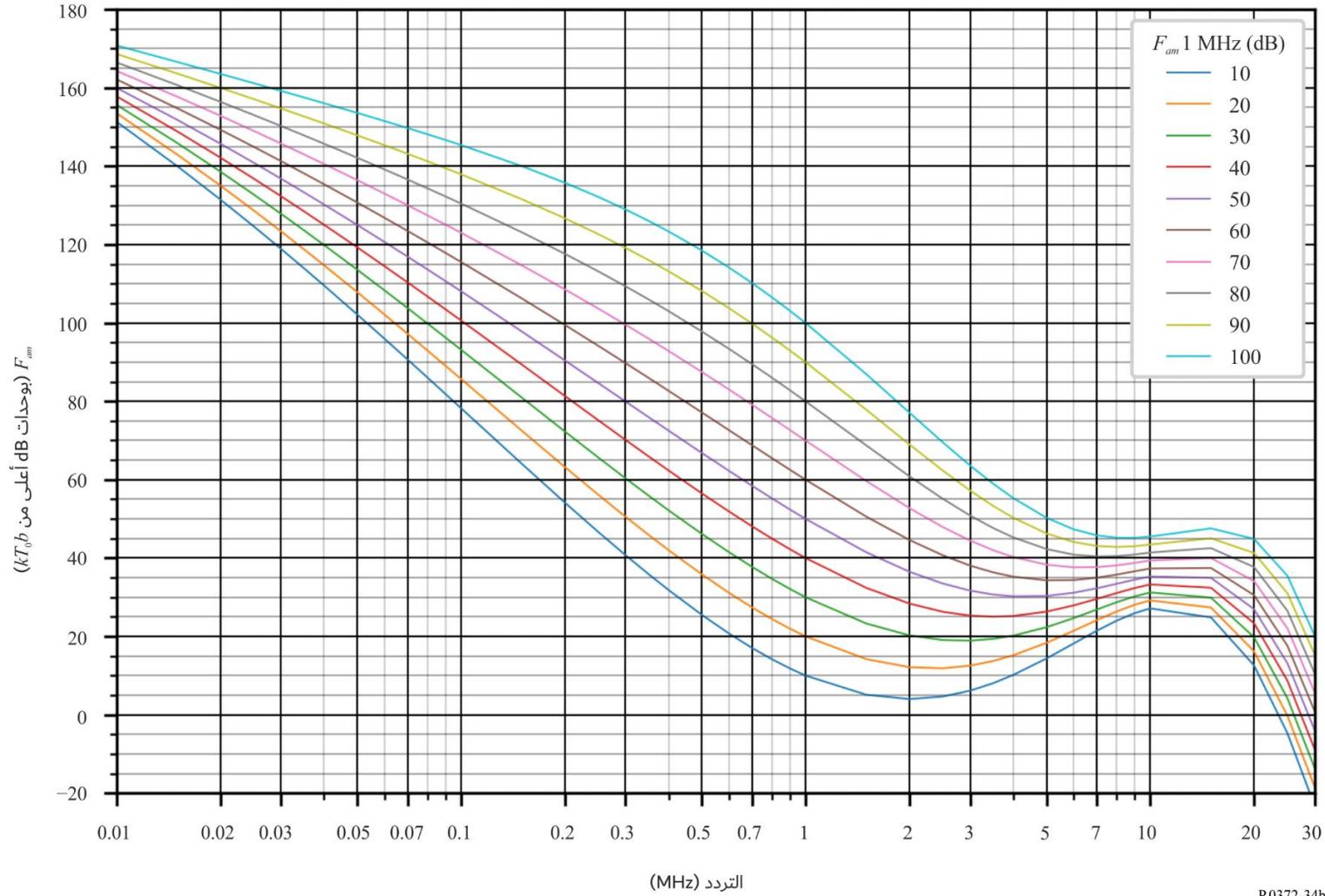
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 12:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 34 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

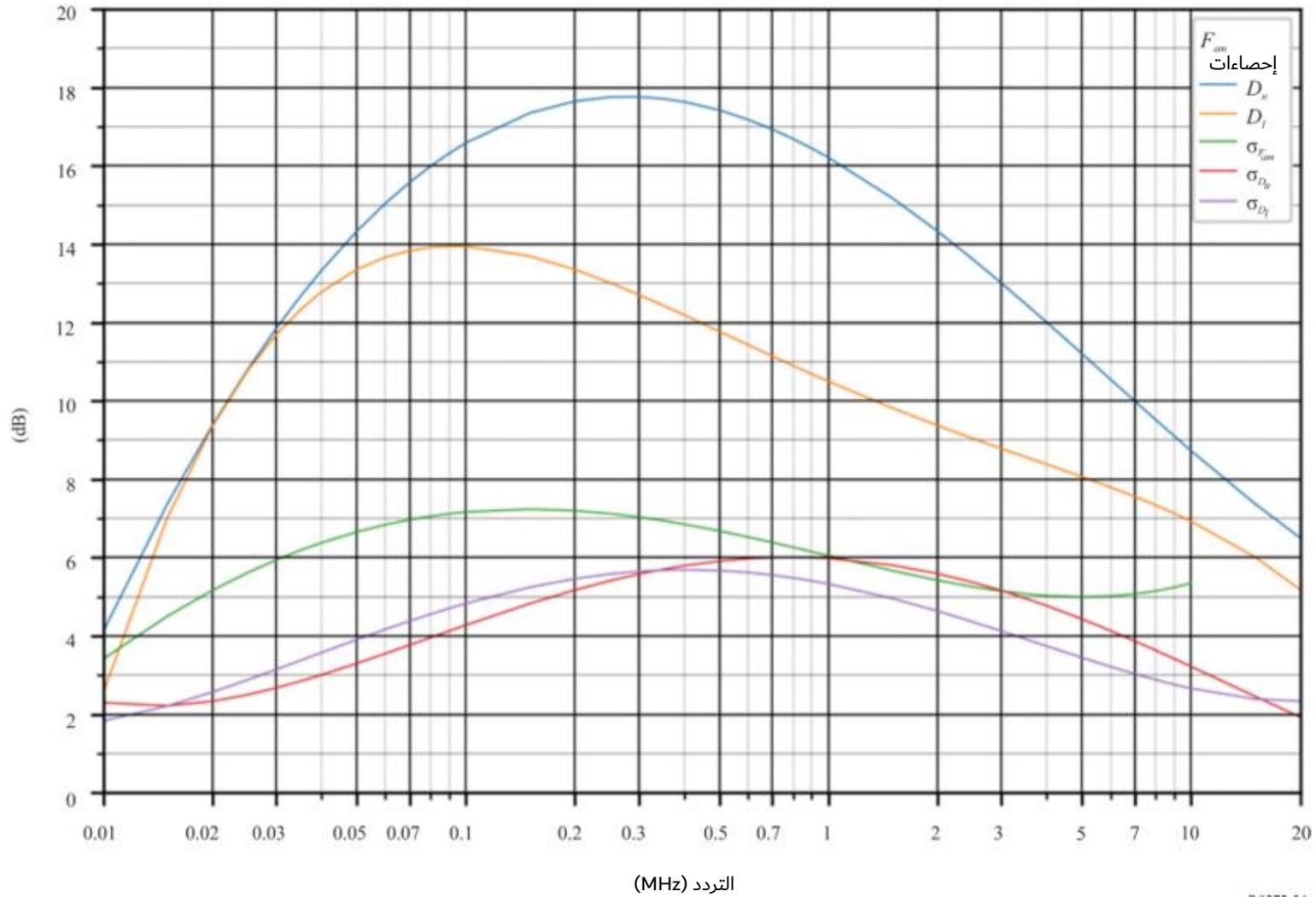
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر، النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 34 ج)

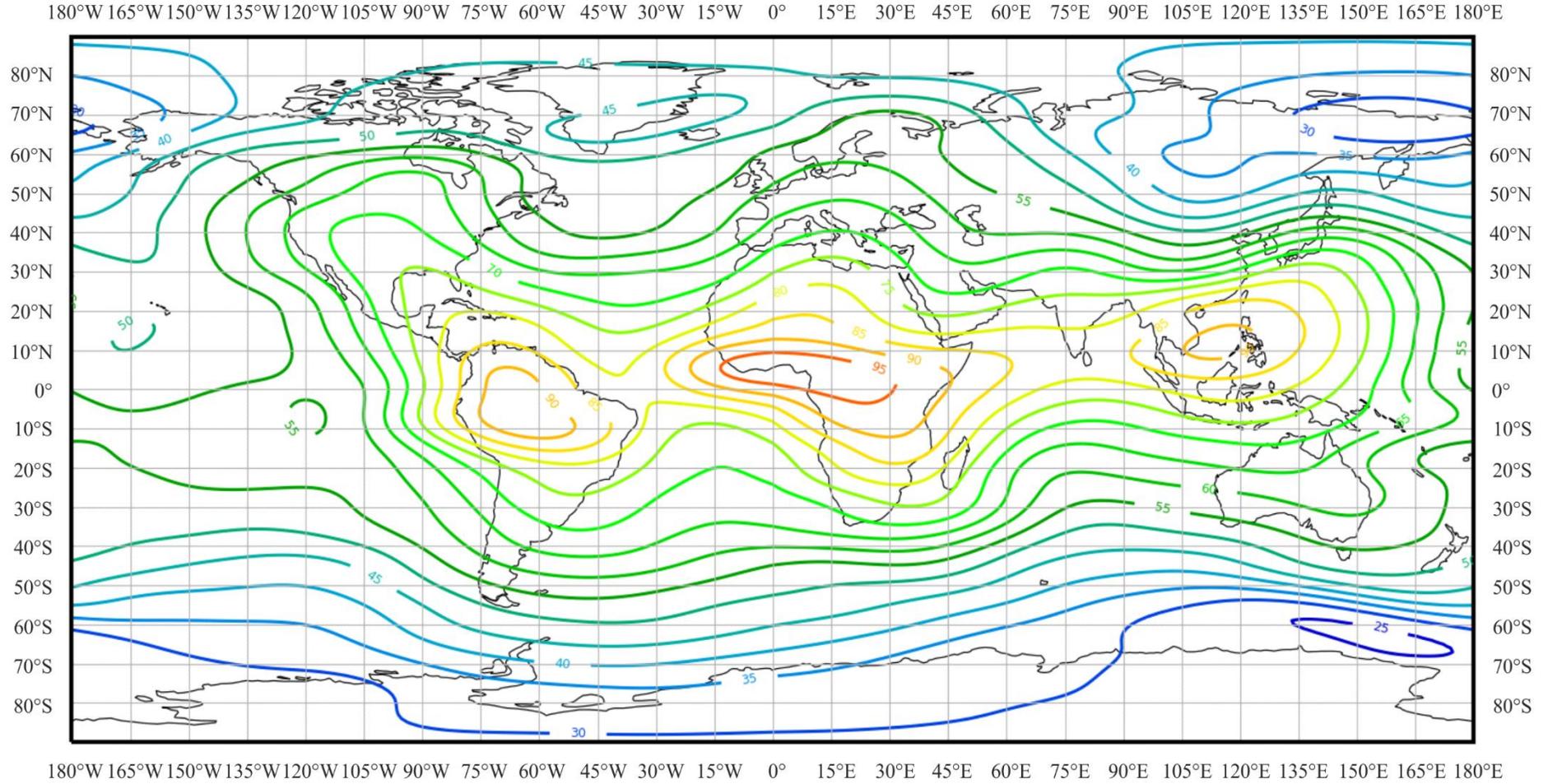
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 16:00-12:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 35 أ)

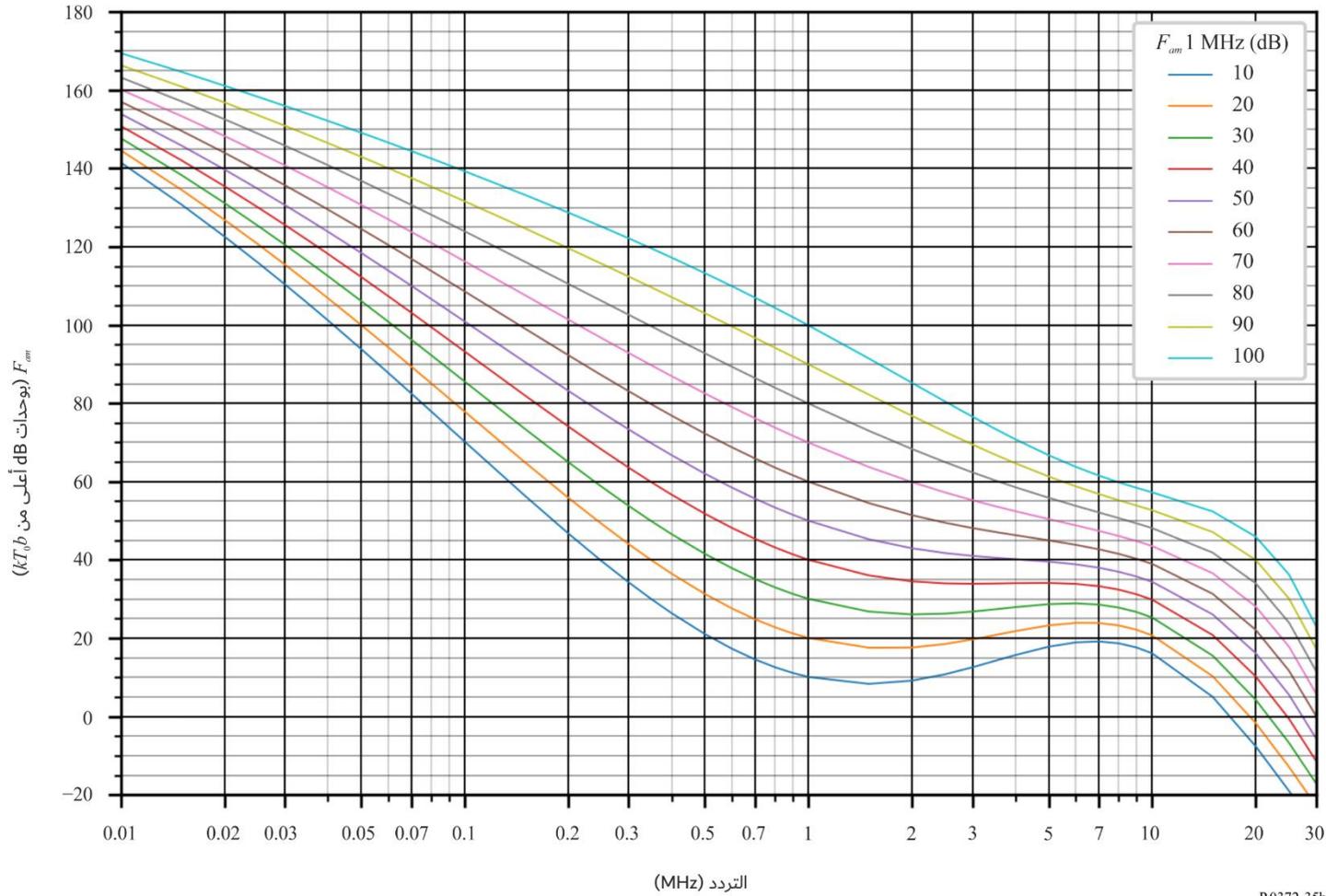
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 16:00-20:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 35 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

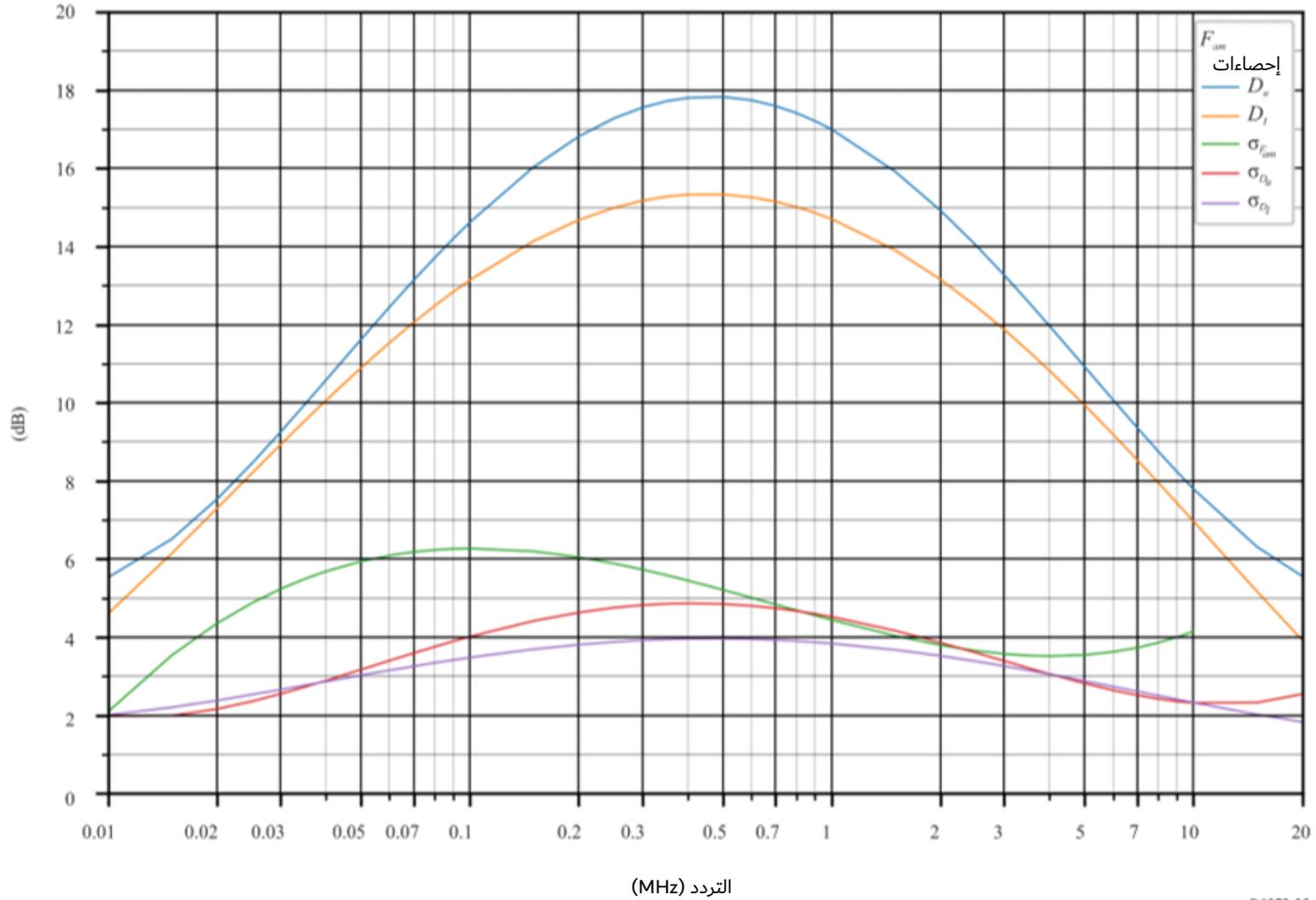
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 35 ج)

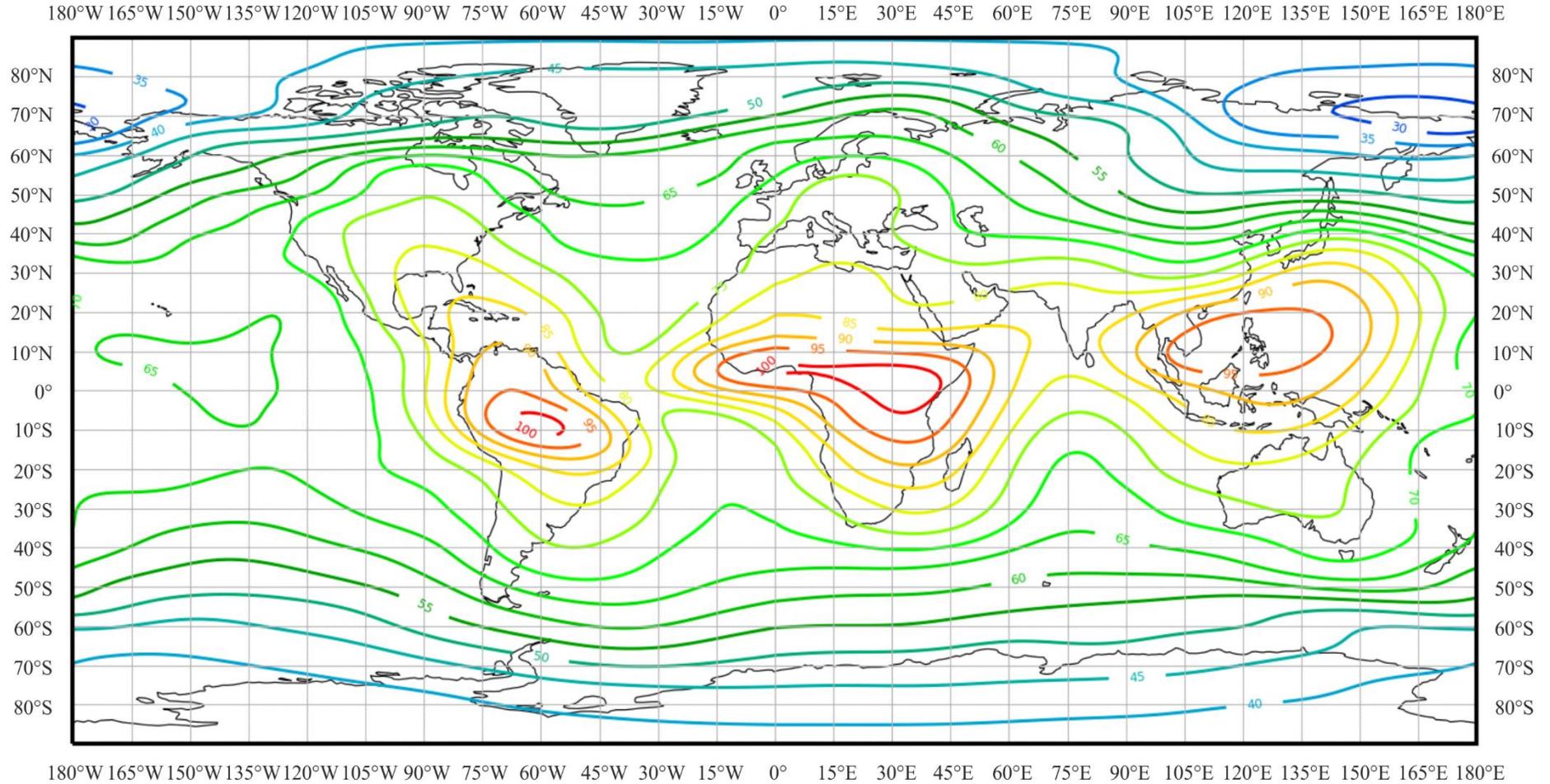
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 20:00-16:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 36 أ)

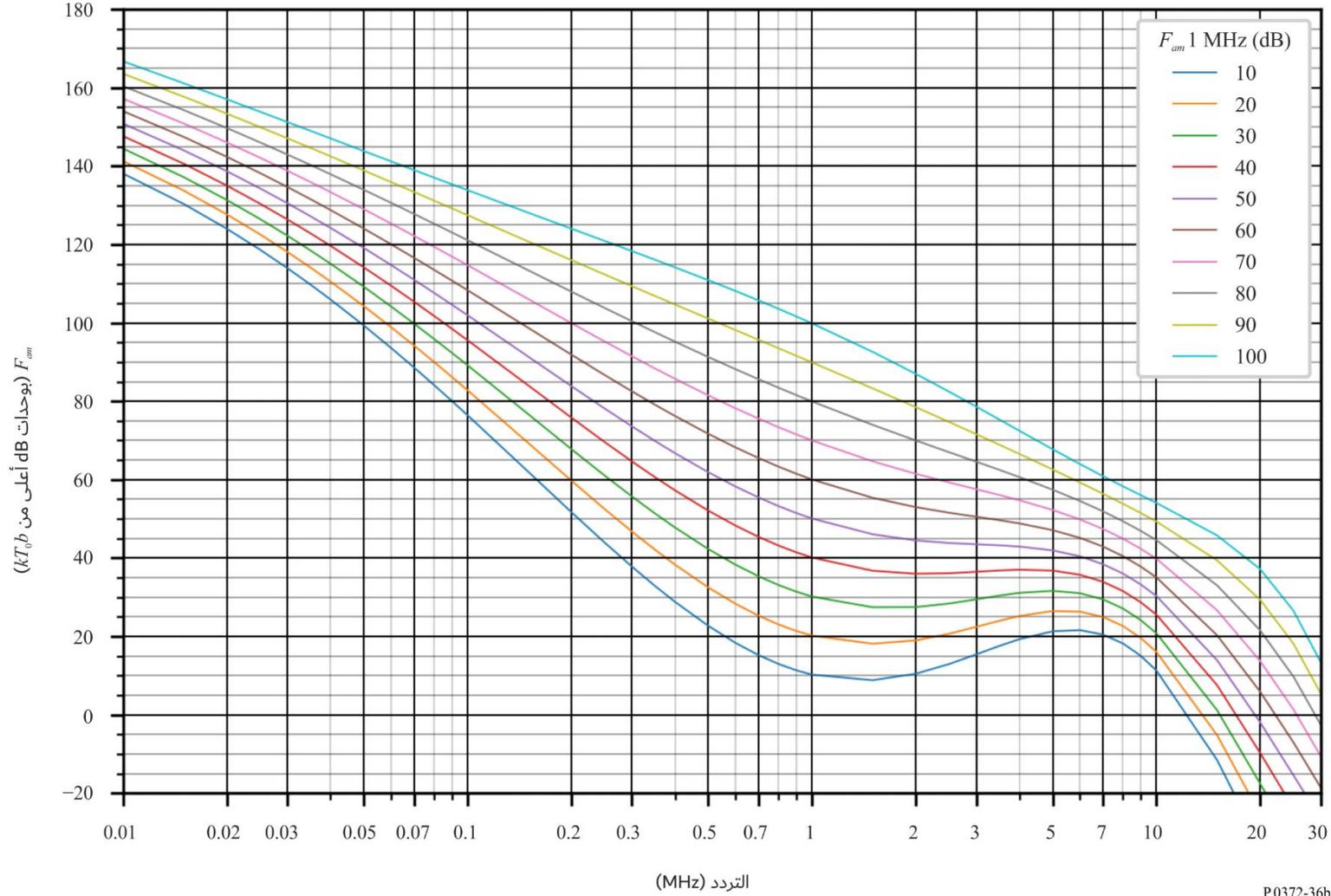
القيم المتوقعة للضوضاء الجوية الراديوية، F_{am} (بوحدة dB أعلى من kT_0b عند 1 MHz)
(سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر: 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



(الشكل 36 ب)

تغير الضوضاء الراديوية بدلالة التردد

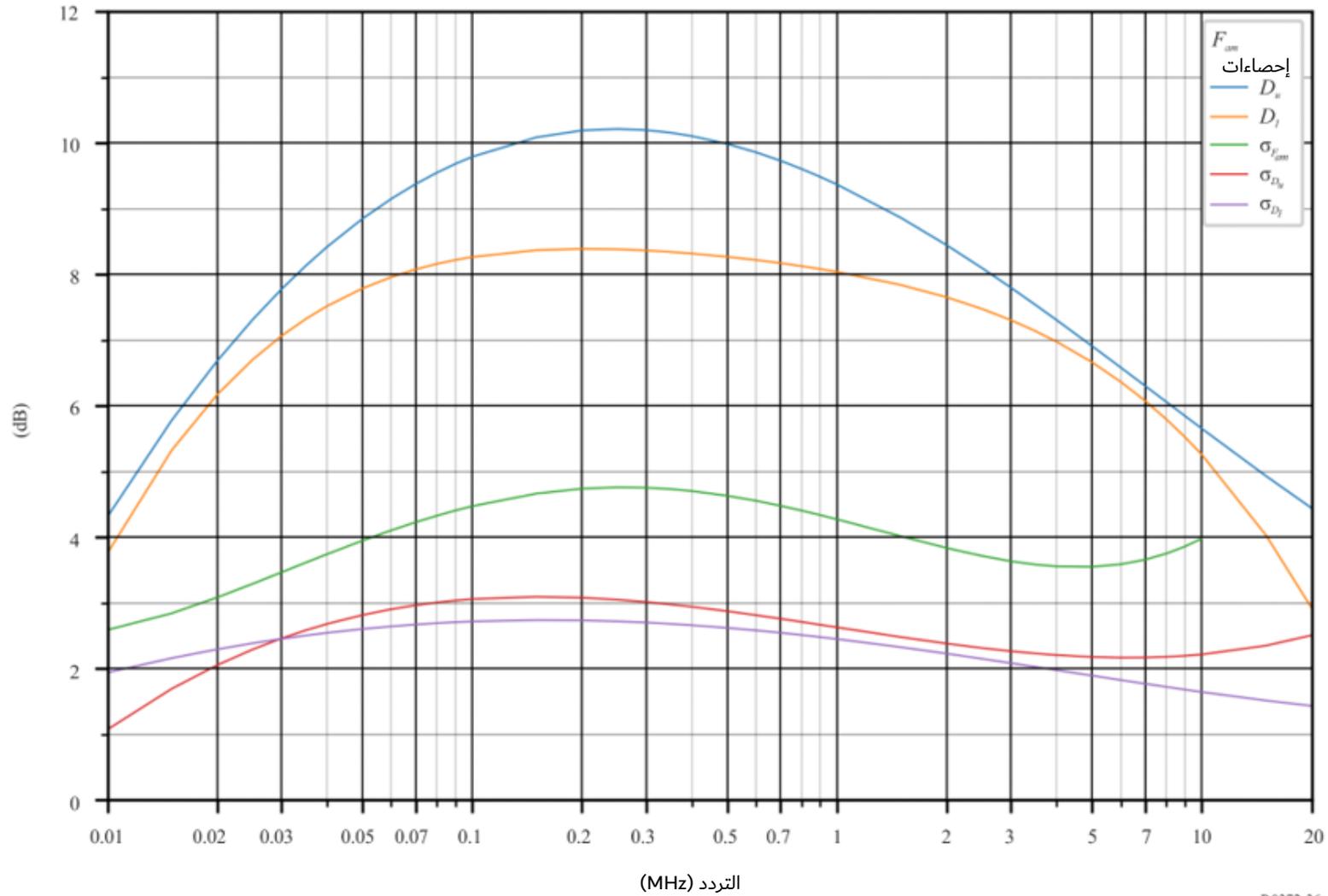
(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



الشكل 36 ج)

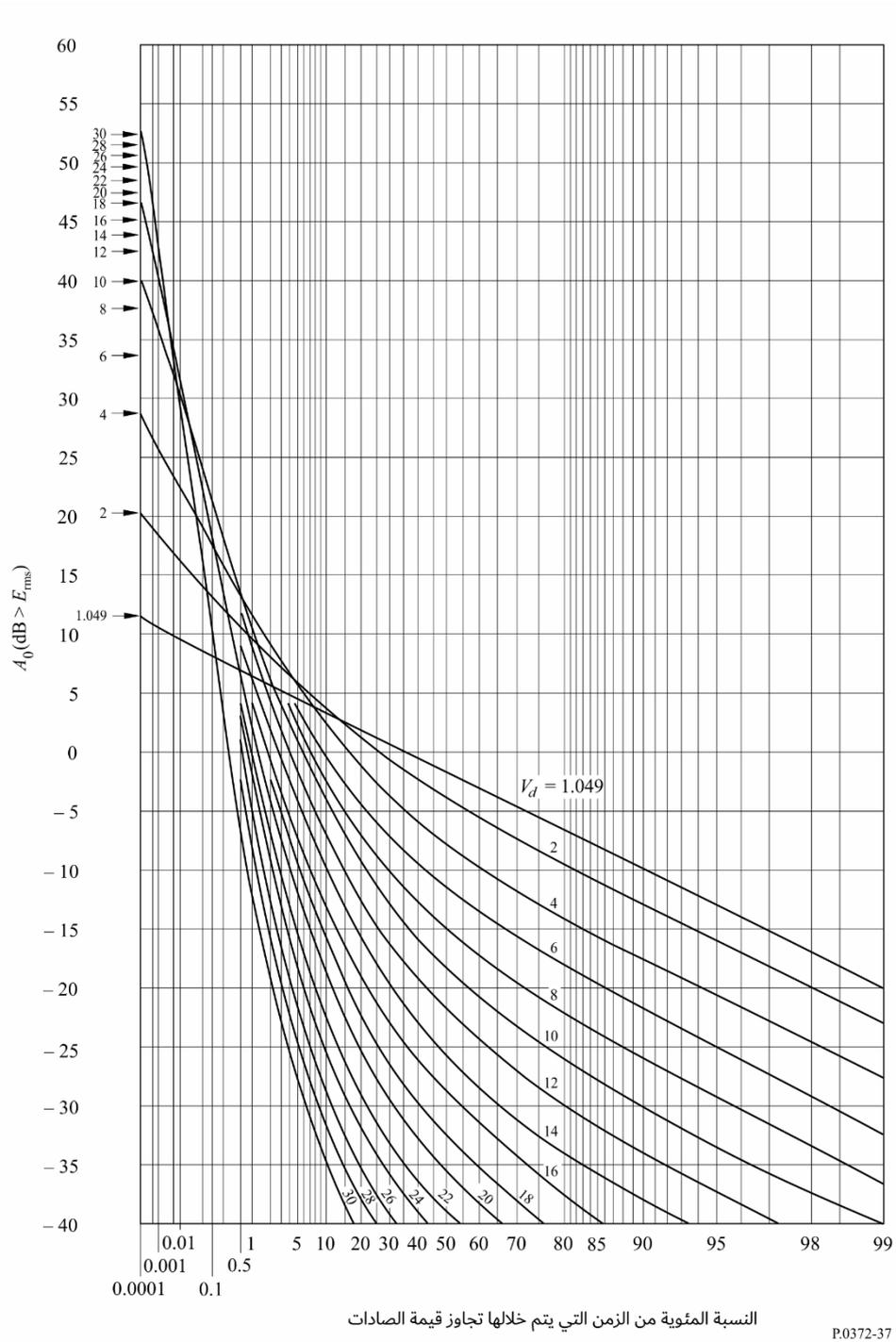
بيانات بشأن متغيرات الضوضاء وسماتها

(النصف الشمالي للكرة الأرضية: سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر؛ النصف الجنوبي للكرة الأرضية: مارس - أبريل - مايو؛ 20:00-24:00 بالتوقيت المحلي)



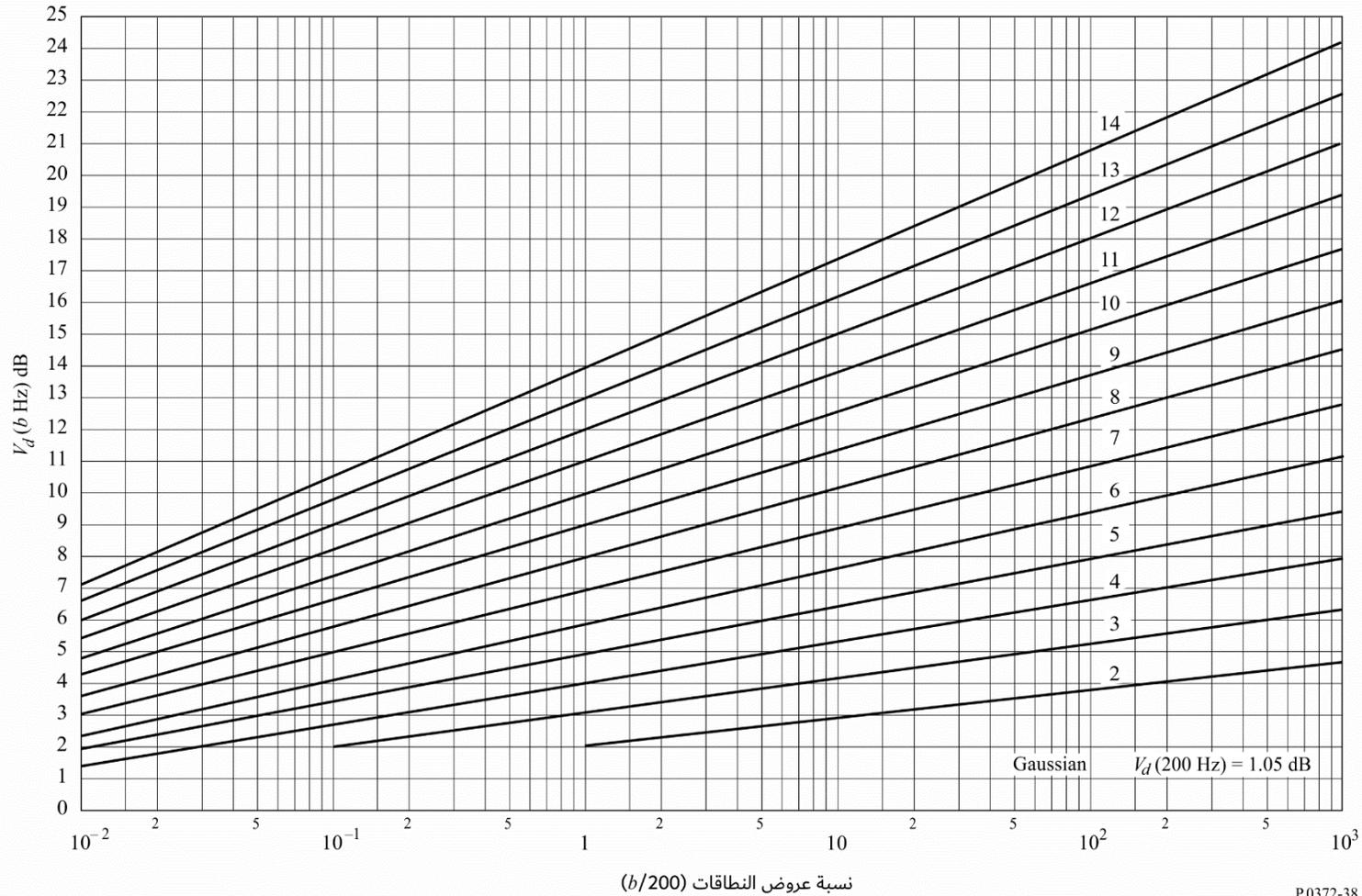
الشكل 37

توزيعات احتمال الاتساعات للضوضاء الجوية الراديوية من أجل قيم V_d المختلفة



الشكل 38

تحول قيم V_d المنطبقة على عرض نطاق يبلغ 200 Hz، V_{dm} ، إلى قيم V_d تنطبق على عروض نطاقات أخرى، b



الجزء 6

الضوضاء الاصطناعية

قد تضم الضوضاء الاصطناعية واحدة من الفئات التالية:

- ضوضاء عريضة النطاق تكون فيها الكثافة الطيفية للقدر متساوية إلى حد ما على مدى تردد كبير، مع خصائص تقترب من الضوضاء الغوسية البيضاء المضافة (AWGN)؛
- ضوضاء نبضية (IN)؛
- ضوضاء ذات طابع يعتمد على التردد، وتتكون من موجة حاملة وحيدة، أو "حدبة" ضوضاء في الطيف الترددي، أو توليفة من الموجات الحاملة و/أو الحدبات المتعددة. ولعدم وجود اسم أفضل، تمت الإشارة إلى هذا النوع من الضوضاء تقليدياً على أنه "ضوضاء الموجة الحاملة الوحيدة" (SCN).

وقد تتكون أيضاً الضوضاء الاصطناعية المرصودة من توليفة من الفئات الثلاث. وتعتمد هيمنة فئة واحدة من هذه الفئات على شدة المصادر وبعدها عن أداة الرصد.

ويمكن رصد الضوضاء الغوسية البيضاء المضافة الاصطناعية عندما يتزايد عدد كبير من المصادر الفردية ذات الشدة المماثلة وعلى مسافة كافية من المستقبل. وتشير الضوضاء SCN الاصطناعية إلى وجود مصدر وحيد قريب أو عدد محدود منها. فبينما يكون الأول هو الأكثر احتمالاً في سيناريو خارج المباني، يكون الأخير هو النموذج لبيئة الضوضاء داخل المباني.

وترد طرائق قياس الضوضاء الاصطناعية وتمثيلها في التوصية ITU-R SM.1753 (خارج المباني)، وفي التوصية ITU-R SM.2093 (داخل المباني).

1.6 الضوضاء الاصطناعية خارج المباني

1.1.6 الضوضاء الغوسية البيضاء المضافة

يوضح الشكل 39 القيم المتوسطة لعامل الضوضاء الغوسية البيضاء المضافة الاصطناعية من أجل عدد من البيئات النمطية خارج المباني. ويتضمن الشكل أيضاً منحني الضوضاء المجرية (انظر الجزء 4).

وفي جميع الحالات تتفق النتائج مع التغير الخطي في القيمة المتوسطة F_{am} بدلالة التردد f :

$$(17) \quad F_{am} = c - d \log f$$

ويعبر عن f بالوحدة MHz وتأخذ c و d القيم المشار إليها في الجدول 1. وتجدر الإشارة إلى أن المعادلة (17) تنطبق على الترددات التي تتراوح ما بين 0,3 و 250 MHz لجميع فئات البيئات باستثناء تلك التي تقابل المنحنيين D و E كما هو مبين في الشكل. ورُصدت ضوضاء اصطناعية منعكسة عن طبقة الأيونوسفير (المنحني D) تحت التردد الحرج للموجة غير الاعتيادية للأيونوسفير (fxF2)، والذي يعتمد على الوقت من اليوم والموسم ودورة البقع الشمسية. وفوق التردد fxF2، تصبح طبقة الأيونوسفير شفافة تدريجياً وتصبح ضوضاء المجرة هي المهيمنة (المنحني E). وعلى الرغم من أن المسابير الأيونوية لا تسجل التردد fxF2، فإن وكيل التردد fxF2 في ظل ظروف الغلاف الأيوني المستقر هو مؤشر الانتشار fxI للمنطقة F، وهو أقصى انعكاس للمنطقة F سجله المسبار الأيوني أثناء القياس.

وفيما يخص الفئات "منطقة أعمال" و "منطقة سكنية" و "منطقة ريفية"، يعطى مدى الترددات كله أعلاه متوسط الانحرافين العشريين الأعلى والأدنى D_{10} و D_{90} ، لقدرة الضوضاء بدلالة موقع معين في الجدول 2. ويمكن افتراض أن قيم الانحراف هذه غير مترابطة وأن التوزيع الشبه لوغاريتمي الطبيعي في كل حد من حدي المتوسط يعد ملائماً.

الجدول 1

قيم الثابتين c و d

d	c	فئة البيئة
27,7	76,8	مدينة (المنحنى A)
27,7	72,5	سكنية (المنحنى B)
27,7	67,2	ريفية (المنحنى C)
28,6	53,6	ريفية هادئة (المنحنى D)
23,0	52,0	ضوضاء مجرّية (المنحنى E)

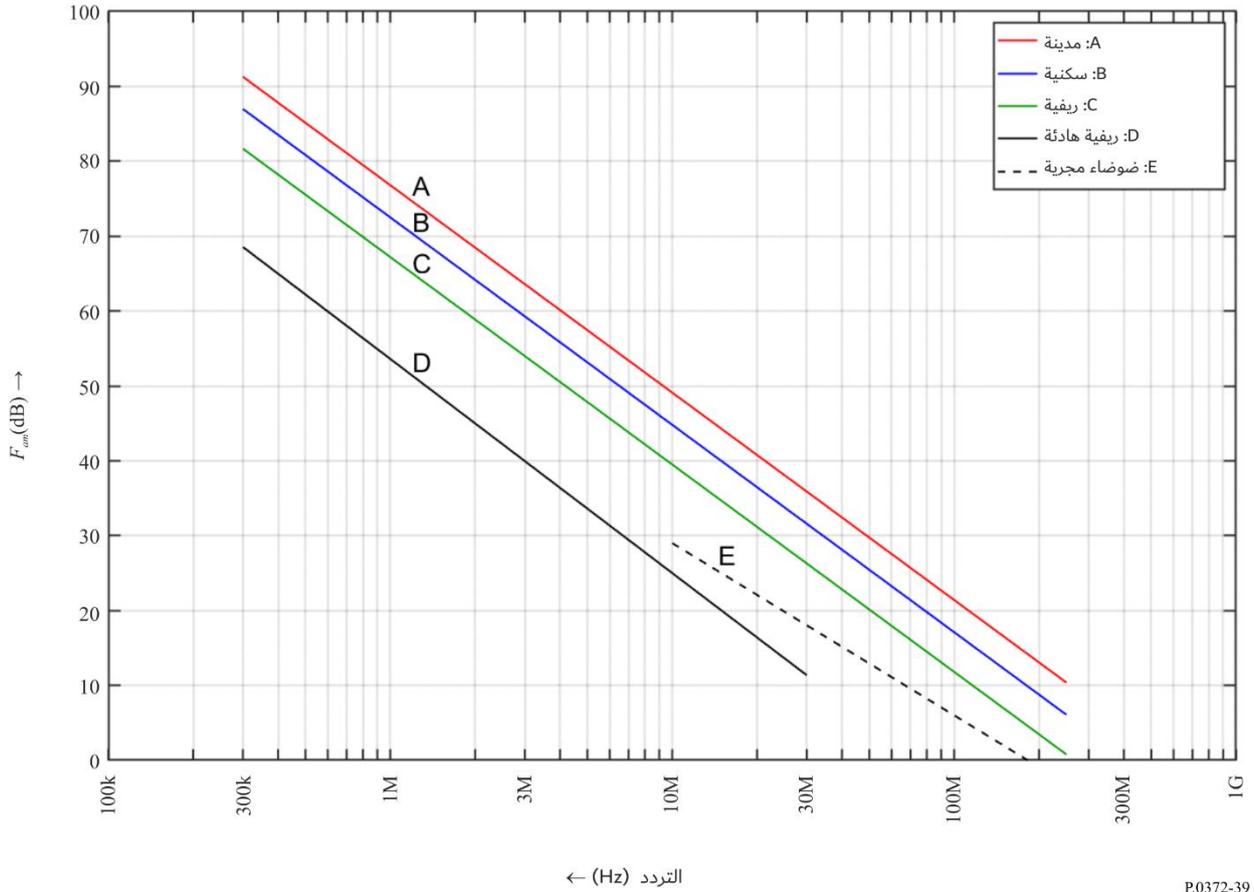
الجدول 2

قيم الانحرافات العشرية للضوضاء الاصطناعية

التغير مع الموقع (dB)	التغير مع الزمن (dB)	الحد العشري	الفئة
8,4	11,0	أعلى	مدينة
8,4	6,7	أدنى	
5,8	10,6	أعلى	منطقة سكنية
5,8	5,3	أدنى	
6,8	9,2	أعلى	منطقة ريفية
6,8	4,6	أدنى	

الشكل 39

القيم المتوسطة لقدرة الضوضاء الاصطناعية لهوائي وحيد القطب رأسي قصير جيد التأيير دون خسارة



P.0372-39

2.6 الضوضاء الاصطناعية داخل المباني

1.2.6 الضوضاء الغوسية البيضاء المضافة

لا تتوفر في الوقت الراهن بيانات قياس كافية لوصف المستويات المتوقعة للضوضاء الغوسية البيضاء المضافة الاصطناعية داخل المباني. وسيتم تحديث هذا القسم عندما تصبح هذه البيانات متاحة. ويحتوي الجدول 3 على قياسات أجريت في أوروبا في الفترة بين عامي 2005 و2007.

الجدول 3

قياسات للضوضاء الاصطناعية داخل المباني أجريت في أوروبا

الانحراف العشري الأدنى		الانحراف العشري الأعلى		عامل الضوضاء المتوسط (F_a فوق dB فوق kT_0b)		التردد (MHz)
منطقة سكنية	مدينة	منطقة سكنية	مدينة	منطقة سكنية	مدينة	
1	2	3	3	5	14	210
1	1	1	4	3	16	425

الجزء 7

تركيبة الضوضاء المنبعثة من مصادر عديدة

1.7 تركيبة الضوضاء المنبعثة من مصادر عديدة

توجد حالات يلزم فيها مراعاة أكثر من نمط واحد من أنماط الضوضاء وذلك لأن هناك نمطين أو أكثر تتشابه في قيمتها. وهذا صحيح في أي تردد بشكل عام. لكن يمكن غالباً ملاحظة هذه الظاهرة في ترددات الموجات الديكامترية حيث تتشابه قيم الضوضاء الجوية والاصطناعية والمجرية (الشكل 2، 10 MHz، على سبيل المثال).

وعامل الضوضاء لكل مصدر من مصادر الضوضاء المحددة أعلاه، F_a (dB)، يفترض أن له توزيعاً يمثل بتوزيعين شبه عاديين على جانبي القيمة المتوسطة، F_{am} . وللجانب الأدنى من التوزيع الشبه عادي انحراف معياري $\sigma_l (= D_l/1,282)$ تحت القيمة المتوسطة والانحراف المعياري للجانب الأعلى من التوزيع $\sigma_u (= D_u/1,282)$ فوق القيمة المتوسطة. ولقيم عامل الضوضاء المقابلة f_a (W) توزيعات لوغاريتمية عادية على جانبي القيمة المتوسطة.

ويمكن الحصول على القيمة المتوسطة، F_{amT} ، والانحراف المعياري، σ_T ، لعامل الضوضاء لمجموع عمليتين أو أكثر من عمليات الضوضاء من المعادلتين:

$$(18) \quad F_{amT} = c \left[\ln(\alpha_T) - \frac{\sigma_T^2}{2c^2} \right] \quad \text{dB}$$

$$(19) \quad \sigma_T = c \sqrt{\ln \left(1 + \frac{\beta_T}{\alpha_T^2} \right)} \quad \text{dB}$$

حيث:

$$(20) \quad c = 10/\ln(10) = 4.343$$

$$(21) \quad \alpha_T = \sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{i=1}^n \exp \left[\frac{F_{ami}}{c} + \frac{\sigma_i^2}{2c^2} \right] \quad \text{W}$$

$$(22) \quad \beta_T = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 \left[\exp \left(\frac{\sigma_i^2}{c^2} \right) - 1 \right] \quad \text{W}^2$$

حيث F_{ami} و σ_i هما القيمة المتوسطة والانحراف المعياري لعامل الضوضاء لكل مكون من مكونات مصادر الضوضاء. وبالنسبة للضوضاء الجوية، تستخرج هذه القيم من الأشكال 13 إلى 36. ويمكن أيضاً استخراج الضوضاء الاصطناعية من الشكل 10 والجدول 2. فيما يتحصل على F_{am} للضوضاء المجرية من المعادلة (15) والانحراف σ_i يضبط على القيمة 1,56 dB ($= D_l/1,282$).

ويتحصل على الانحراف العشري الأعلى، D_{uT} ، لعامل الضوضاء لمجموع عمليتين أو أكثر من عمليات الضوضاء بالمعادلة:

$$(23) \quad D_{uT} = 1.282 \sigma_T \quad \text{dB}$$

حيث يحسب σ_T باستعمال الانحرافات العشرية الأعلى لمكونات الضوضاء الخاصة بحساب $\sigma_i (= D_l/1,282)$ في المعادلتين (21) و(22).

ويتحصل على الانحراف العشري الأدنى، D_{lT} ، لعامل الضوضاء لمجموع عمليتين أو أكثر من عمليات الضوضاء من المعادلة:

$$(24) \quad D_{lT} = 1.282 \sigma_T \quad \text{dB}$$

حيث تحسب σ_T ، باستعمال الانحرافات العشرية الدنيا لمكونات الضوضاء الخاصة بحساب $\sigma_i (= D_l/1,282)$ في المعادلتين (21) و(22).

وعندما يتجاوز الانحراف العشري الأعلى لعامل الضوضاء لمكونة ضوضاء واحدة على الأقل 12 dB، فإن σ_T المحسوبة بالمعادلات (19) إلى (22) باستعمال الانحرافات العشرية الأعلى لمكونات الضوضاء، ينبغي لها أن تتقيد بقيمة قصوى قدرها:

$$(25) \quad \sigma_T = c \sqrt{2 \ln \left(\frac{\alpha_T}{\gamma_T} \right)} \quad \text{dB}$$

حيث γ_T هو عامل الضوضاء لمجموع أسّي بسيط للقيم المتوسطة الإفرادية لعامل الضوضاء:

$$(26) \quad \gamma_T = \sum_{i=1}^n \exp \left(\frac{F_{ami}}{c} \right) \quad \text{W}$$

وبالمثل، عندما يتجاوز الانحراف العشري الأدنى لعامل الضوضاء لمكونة ضوضاء واحدة على الأقل 12 dB، فإن σ_T المحسوبة بالمعادلات (19) إلى (22) باستعمال الانحرافات العشرية الدنيا لمكونات الضوضاء، ينبغي لها أن تتقيد بالقيمة القصوى المعطاة في المعادلة (25).