**التوصيـة ITU-R  P.1853  
(2009/10)**

**تركيب السلاسل الزمنية للتوهين التروبوسفيري**

**السلسلة P**

**انتشار الموجات الراديوية**

**تمهيـد**

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 لمدى 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 الكهرتقنية 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>) | |
| **السلسلة** | **العنـوان** |
| **BO** | البث الساتلي |
| **BR** | التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية |
| **BS** | الخدمة الإذاعية (الصوتية) |
| **BT** | الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) |
| **F** | الخدمة الثابتة |
| **M** | الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة |
| **P انتشار الموجات الراديوية** | |
| **RA** | علم الفلك الراديوي |
| **S** | الخدمة الثابتة الساتلية |
| **RS** | أنظمة الاستشعار عن بعد |
| **SA** | التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية |
| **SF** | تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة |
| **SM** | إدارة الطيف |
| **SNG** | التجميع الساتلي للأخبار |
| **TF** | إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت |
| **V** | المفردات والمواضيع ذات الصلة |

|  |
| --- |
| ***ملاحظة****: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.* |

*النشر الإلكتروني  
جنيف، 2010*

© ITU 2010

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).

التوصيـة ITU-R  P.1853

تركيب السلاسل الزمنية للتوهين التروبوسفيري

(2009)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طرائق تركيب السلاسل الزمنية لتوهين وتلألؤ المطر في مسيرات الأرض والمسيرات في الاتجاه أرض-فضاء.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ ) أن من الضروري، لتخطيط مناسب للأنظمة أرض-فضاء، أن تتوفر طرائق مناسبة لمحاكاة الديناميات الزمنية لقناة الانتشار؛

ب) أن ثمة طرائق وضعت تسمح بمحاكاة الديناميات الزمنية لقناة الانتشار بدقة كافية،

توصـي

**1** باستعمال الطرائق الواردة في الملحق 1 من أجل تركيب السلاسل الزمنية لتوهين المطر في مسيرات الأرض أو المسيرات في الاتجاه أرض-فضاء؛

**2** وباستعمال الطرائق الواردة في الملحق 1 من أجل تركيب السلاسل الزمنية للتلألؤ في مسيرات الأرض أو المسيرات في الاتجاه أرض-فضاء.

الملحق 1

# 1 مقدمة

يقتضي تخطيط أنظمة الاتصالات الراديوية أرض-فضاء وتصميمها القدرة على تركيب الديناميات الزمنية لقناة الانتشار. فقد تلزم هذه المعلومات مثلاً لتصميم مختلف تقنيات التخفيف من الخبو من قبيل التشفير التكييفي والتشكيل التكييفي والتحكم في قدرة الإرسال، من جملة أمور أخرى.

وتقدم المنهجية المعروضة في هذا الملحق تقنية لتركيب السلاسل الزمنية لتوهين وتلألؤ المطر في مسيرات الأرض والمسيرات في الاتجاه أرض-فضاء على نحوٍ يقارب إحصاءات توهين المطر في موقع معين.

# 2 طريقة تركيب السلاسل الزمنية لتوهين المطر

## 1.2 نظرة عامة

تفترض طريقة تركيب السلاسل الزمنية أن إحصاءات المدى الطويل لتوهين المطر لها توزيع لوغاريتمي عادي. ففيما أن طرائق قطاع الاتصالات الراديوية للتنبؤ بتوهين المطر في التوصية ITU‑R P.530 لمسيرات الأرض والتوصية ITU‑R P.618 لمسيرات أرض-فضاء ليست لوغاريتمية عادية تماماً، يمكن الحصول على تقريب جيد لتوزيعات توهين المطر هذه بالتوزيع اللوغاريتمي العادي عبر المدى الأهم من احتمالات التجاوز. وإذ تتوقع طرائق التنبؤ بتوهين المطر في مسيرات الأرض والمسيرات في الاتجاه أرض-فضاء قيمة غير صفرية لتوهين المطر إن فاقت احتمالات التجاوز احتمال المطر، فإن طريقة تركيب السلاسل الزمنية تعدل السلاسل الزمنية للتوهين بحيث أن توهين المطر المقابل لاحتمالات تجاوز أكبر من احتمال المطر يساوي dB 0.

وفي مسيرات الأرض، تصلح طريقة تركيب السلاسل الزمنية للترددات الواقعة ما بين 4 وGHz 40 بأطوال مسير تتراوح ما بين 2 وkm 60.

وفي المسيرات في الاتجاه أرض-فضاء، تصلح طريقة تركيب السلاسل الزمنية للترددات الواقعة ما بين 4 وGHz 55 وفي زوايا ارتفاع تتراوح بينº5 وº90.

وتولد طريقة تركيب السلاسل الزمنية سلاسل زمنية تستنسخ الخصائص الطيفية وإحصاءات ميل الخبو ومدته لأحداث توهين المطر. كما تُستنسخ إحصاءات المدة ما بين خبو وآخر، ولكن ضمن أحداث التوهين الفردية حصراً.

وكما يظهر في الشكل 1، تركَّب السلاسل الزمنية لتوهين المطر، *A*(*t*)، من عملية منفصلة لضوضاء بيضاء بتوزيع غوسي، *n*(*t*). فتُمرر الضوضاء البيضاء بتوزيع غوسي عبر مرشاح تحرير منخفض، وتحوَّل من توزيع عادي إلى توزيع لوغاريتمي عادي على نحو لا خطي وغير محفوظ في ذاكرة، وتعايَر لتطابق الإحصاءات المرغوبة لتوهين المطر.

الشـكل 1

المخطط الوظيفي لمركّب السلاسل الزمنية لتوهين المطر

معايرة

جهاز لا خطي بدون ذاكرة

مرشاح تمرير منخفض

ضوضاء بيضاء بتوزيع غوسي

توهين المطر (dB)



يعرَّف مركّب السلاسل الزمنية بخمس معلمات:

*m*: متوسط التوزيع اللوغاريتمي العادي لتوهين المطر

σ: الانحراف المعياري للتوزيع اللوغاريتمي العادي لتوهين المطر

*p*: احتمال المطر

: معلمة تصف الديناميات الزمنية

*Aoffset*: تخالف يعدّل السلاسل الزمنية لتطابق احتمال المطر.

## 2.2 طريقة الخطى المتدرجة

تُستعمل طريقة الخطى المتدرجة التالية لتركيب السلاسل الزمنية لتوهين المطر *Arain*(*kTs*)، *k* = 1, 2, 3, ....، حيث  هو الفاصل الزمني بين العينات، و*k* هو مؤشر كل عينة.

**ألف تقدير m و**

تحدَد معلمتا *m* و** من التوزيع التراكمي لتوهين المطر مقابل احتمال حدوثه. ويمكن تحديد إحصاءات توهين المطر من البيانات المحلية المقيسة، أو في حال عدم توفرها، يمكن اللجوء إلى طرائق التنبؤ بتوهين المطر الواردة في التوصية ITU‑R P.530 لمسيرات الأرض وفي التوصية ITU-R P.618 لمسيرات الاتجاه أرض-فضاء.

وللحصول على المسير والتردد المرغوبين، يتعين إجراء ملاءمة لوغاريتمية عادية لتوهين المطر مقابل احتمال حدوثه، على النحو التالي:

*الخطوة ألف1*: حدد احتمال المطر *Prain* على المسير (كنسبة مئوية من الوقت). ويمكن تقريب *Prain* بصورة جيدة على أنه احتمال *P*0(*Lat*,*Lon*) المستخرج في التوصية ITU-R P.837.

*الخطوة ألف2*: أنشئ مجموعة من الأزواج [*Pi*, *Ai*] حيث *Pi* (لنسبة مئوية من الوقت) هو احتمال تجاوز التوهين *Ai* (dB) زيادةً، حيث *Pi* ≤ *Prain*. وينبغي للقيم المحددة لـ  *Pi* أن تراعي مجال اهتمام الاحتمالات؛ على أن المقترح هو المجموعة التالية من النسب المئوية من الوقت 0,01 و0,02 و0,03 و0,05 و0,1 و0,2 و0,3 و0,5 و1 و2 و3 و5 و10 %، بشرط *Pi* ≤ *Prain*.

*الخطوة ألف3*: حول مجموعة الأزواج [*Pi*, *Ai*] إلى ،

حيث:

 (1)

*الخطوة ألف4*: حدد المتحولين  و بإجراء ملاءمة أقل عدد من المربعات مع  لجميع قيم *i*. ويمكن تحديد ملاءمة أقل عدد من المربعات باستعمال "إجراء الخطى التدرجية لتقريب التوزيع التراكمي المتمم بتوزيع لوغاريتمي عادي تراكمي متمم" الذي يأتي وصفه في التوصية ITU-R P.1057.

**باء معلمة مرشاح التحرير المنخفض**

*الخطوة* *باء1*: المعلمة β = 2 × –410 (s–1).

**جيم تخالف التوهين**

*الخطوة* *جيم1*: يُحسب تخالف التوهين *Aoffset* (dB) كما يلي:

 (2)

**دال تركيب السلاسل الزمنية**

تركَّب السلاسل الزمنية لتوهين المطر *Arain*(*kTs*), *k* = 1, 2, 3, ....كما يلي:

*الخطوة دال1*: ركّب السلاسل الزمنية لضوضاء بيضاء بتوزيع غوسي، *n*(*kTs*)، حيث *k* = 1, 2, 3, ... بمتوسط صفري وبتغيّر الوحدة في فترة أخذ العينات، *Ts* ، بمقدار ثانية واحدة (1 s).

*الخطوة دال2*: اجعل *X*(0) =0

*الخطوة دال3*: مرر السلاسل الزمنية للضوضاء، *n*(*kTs*)، عبر مرشاح بواسطة مرشاح تحرير منخفض تكراري معرَّف كما يلي:

                for *k* = 1, 2, 3, .... (3)

حيث:  (4)

*الخطوة دال4*: احسب *Yrain*(*kTs*)، من أجل *k* = 1, 2, 3, .... كما يلي:

 (5)

*الخطوة دال5*: احسب *Arain*(*kTs*) (dB)، من أجل *k* = 1, 2, 3, .... كما يلي:

 (6)

*الخطوة دال6*: أهمل أول 200 000 عينة من السلاسل الزمنية المركبة (بما يقابل الحالة العابرة للمرشاح). وتُمثِّل أحداث توهين المطر بتتابعات قيمها أعلى من 0 dB لعدد متعاقب من العينات.

# 3 طريقة تركيب السلاسل الزمنية للتلألؤ

كما يظهر في الشكل 2، يمكن توليد السلاسل الزمنية للتلألؤ، ، بتمرير الضوضاء البيضاء بتوزيع غوسي، *n*(*t*)، عبر مرشاح بحيث يكون لطيف الأس التقاربي للسلاسل الزمنية المرشحة تردد تناقص،*f*–8/3 ، وتردد قطع،*fc*، بمقدارHz 0,1 ؛ علماً بأن الانحراف المعياري للتلألؤ يتزايد مع تزايد توهين المطر.

الشـكل 2

المخطط الوظيفي لمركّب السلاسل الزمنية للتلألؤ

مرشاح منخفض التمرير



الاتساع (dB)

عشري

التردد

ضوضاء بيضاء بتوزيع غوسي

التلألؤ (dB)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_