الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R BT.1735-2

(2014/02)

طرائق التقييم الموضوعي لنوعية الاستقبال لإشارات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض للنظام B المحددة في التوصية ITU-R BT.1306

السلسلة BT

الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)

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 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	العنوان
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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
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، 2014

© ITU 2014

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 BT.1735-2

طرائق التقييم الموضوعي لنوعية الاستقبال لإشارات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض للنظام B المحددة في التوصية ITU-R BT.1306

(2014-2012-2005)

مجال التطبيق

الغرض من هذه التوصية هو توفير طرائق لتقييم نوعية الاستقبال لخدمات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض من أجل الإذاعة التلفزيونية الرقمية للنظام B. وتأخذ هذه التوصية في اعتبارها توصيات قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة. وتُعرض طريقتان للتوضيح، إحداها للشبكة متعددة الترددات (MFN) والثانية للشبكة وحيدة التردد (SFN).

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التوصية ITU-R SM.1682 – طرائق قياس إشارات الإذاعة الرقمية، تحدد في البند 6.2 المعلمات التي يتعين قياسها لتقييم التغطية؛

ب) أن معلمات التخطيط مثل الشدة الدنيا للمجال، ونسبة الحماية، والعلاقة بين الشدة الدنيا للمجال ودخل توتر المستقبل معرّفة في التوصية ITU-R BT.1368 وتستعملها الإدارات على نطاق واسع؛

ج) أن طرائق التنبؤ بشدة المجال وارتفاع الجلبة لتقييم المجال معرّفة في التوصية ITU-R P.1546 وتستعملها الإدارات على نطاق واسع؛

د) أن قطاع الاتصالات الراديوية وضع التوصية ITU-R BT.500 لتكون منهجية للتقييم الذاتي لنوعية الصور التلفزيونية؛

هـ) أنه لوحظ مع إدخال الخدمات التلفزيونية الرقمية أن التقييم الذاتي للصور التلفزيونية الرقمية أقل صلة بتقييم النوعية نظراً إلى أن أداء التكنولوجيات الرقمية لا يعطي التفاوتات التي شهدتها التكنولوجيا التماثلية؛

و) أن الشرط الحاسم في تقييم الأنظمة التلفزيونية الرقمية هو أن يكون النظام فوق مستوى العتبة؛

ز) أن التحليل الذاتي لنوعية الصورة لا يمكن استعماله كقياس لمستوى التداخل أو لنسبة الحماية المطلوبة في الأنظمة الرقمية؛

ح) أن التخطيط المرضي للأنظمة الرقمية يتطلب التحديد بأن يكون للتشغيل هامشاً كافياً فوق عتبة الإشارة شبه الخالية من الخطأ (QEF)، مع مراعاة اختلاف الوقت والموقع؛

ط) أن نسبة الخطأ في البتات بحسب تشفير فيتربي (vBER) تستخدم لتحديد عتبة شرط العتبة شبه الخالية من الخطأ؛

ي) أن طريقة نقطة الفشل الذاتي تستعمل لتحديد عتبة الأخطاء المرئية؛

ك) أن هناك ضرورة لوجود منهجيات ميدانية لمساعدة الإدارات وأعضاء القطاع على تقييم نوعية استقبال الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB)،

توصي

1 باستعمال النموذج الذي يسمح بوصف التقييم الموضوعي لنوعية استقبال الإشارات الرقمية القائم على النسب المقيسة للخطأ في البتات (BER) وشدة المجال المقيسة، وفقاً للبند 3 من الملحق 1 بهذه التوصية؛

2 باستعمال سلم النوعية الوارد في الجدولين 1 و2 من الفقرة 1.3 من الملحق 1 بهذه التوصية من أجل الشبكة متعددة الترددات (MFN)؛

3 باستعمال سلم النوعية الوارد في الجدول 3 من الفقرة 2.3 والجدول 2 من الفقرة 1.3 من الملحق 1 بهذه التوصية من أجل الشبكة وحيدة التردد (SFN)؛

4 باستعمال طرائق القياس الموصوفة في الفقرات 5 و6 و7 من الملحق 1.

الملحق 1

الطريقة المعيارية للتقييم الموضوعي لنوعية الاستقبال لإشارات الإذاعة التلفزيونية الرقمية للنظام B

1 التقييم الموضوعي لنوعية الاستقبال

ينبغي التحقق من تغطية منطقة محددة عن طريق قياسات "ميدانية" لكي يتسنى تقييم نتائج التنبؤ، وذلك وفقاً لطريقة التنبؤ. ومن حيث النوعية يمكن، بواسطة طريق التنبؤ، تحديد مجال التغطية باستعمال "احتمالية الموقع". وبنفس الطريقة، يمكن تقييم مفهوم "النوعية الملاحظة" فيما يتعلق بالمستعمل الطرفي بواسطة طرائق القياس. ويعمل نظام استقبال التلفزيون الرقمي للأرض انطلاقاً من "عتبة" وتتوقف النوعية الملاحظة على ثلاثة عوامل: النفاذ إلى الخدمة، والتيسّر الزمني، وتيسر الموقع.

ويعتبر تقييم سوية الإشارة وتقييم النوعية عمليتين مختلفتين ضمن تطبيق هذه الطريقة.

ولا يعتبر تطبيق بيئة الاستقبال هاماً في عملية تقييم النوعية[1]. ويفترض أن عملية تقييم النوعية تستند إلى السوية الدنيا للإشارة المطبقة من أجل بيئة محددة ضمن نظام تخطيط الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض التابع لإحدى الإدارات، حيث يراعي اشتقاق السوية الدنيا للإشارة بيئات الاستقبال ذات الصلة. كما يفترض أيضاً أن نظام تخطيط الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض يأخذ تيسّر الموقع بعين الاعتبار.

وإذا لم تتحقق شدة المجال في بيئة استقبال خاصة وفقاً لنظام التخطيط، فسوف تخفق الخدمة تلقائياً في تلبية متطلبات تقييم النوعية.

2 المعلمات التي يتعين تقييمها

كما أشير في الفقرة 6.2 من الصيغة الحالية للتوصية ITU-R SM.1682، فإن المعلمات التي يتعين تقييمها هي: شدة المجال ونسبة الخطأ في البتات (BER) بعد مراحل التشفير المختلفة (ويقترح هنا تحديد نسبة BER قبل تشفير فيتربي (cBER) وبعد تشفير فيتربي (vBER)). وتستعمل نسبة BER بعد تشفير فيتربي (vBER) لتحديد شرط العتبة شبه الخالية من الخطأ (QEF). كما ينبغي تسجيل معلمة إضافية أثناء أنشطة القياس، وهي نسبة خطأ التشكيل (MER) عند موقع الإرسال. وتمثل نسبة MER شكلاً

[1] يتمثل التطبيق الرئيسي بالاستقبال الثابت وظروف الاستقبال المستقرة. وينبغي توخي الحذر في الانتشار التروبوسفيري عندما تسقط الإسهامات القابلة للكشف قرب الفترة الحارسة أو خارجها.

بالنسبة للاستقبال الثابت وظروف الاستقبال المتغيرة زمنياً يجب تطبيق طريقة إحصائية. ويجب أخذ عدة عيّنات من شدة المجال ومعدل الخطأ في البتات فوق فترة زمنية كبيرة وحساب قيم Q لكل عينة. وأي من قيم Q التي يتم تجاوزها لأكثر من نسبة مئوية محددة من الزمن (مثلاً 90%) بالنسبة للعينات هي التي تعتبر قيمة التغطية.

اصطناعياً لتحليل الكوكبة. فإذا كانت نسبة MER عند موقع الإرسال أقل من قيمة معينة[2]، فيجب وقف أنشطة القياس بسبب فشل محتمل في الإرسال. وأُشير إلى أنه يمكن أن يوجد داخل بعض الإدارات، أشكال مختلفة لأداء النسبة MER، بيد أن هناك ثلاثة أشكال مختلفة لأداء النسبة MER تقابل أشكال خدمات ذات *أنماط مختلفة من خدمات* الإرسال كالتالي:

نمط الخدمة	المستهدف من أداء الخدمة (MER)
تحتاج خدمة الإرسال الأولية التي قد تغذي خدمات إرسال ثانوية إلى جودة مرجعية مناسبة لتغطية المناطق الحضرية وشبه الحضرية والريفية.	dB 35<
خدمة إعادة إرسال ثانوية عبارة عن تغذية RF من خدمة إرسال أولية تمت إعادة إنشائها أو إعادة تشكيلها من أجل إعادة الإرسال على قناة خرج مختلفة للدخل.	dB 33<
خدمة مترجم ثلاثي أو مكرر على القناة عبارة عن تغذية RF خارج الهواء من خدمة إرسال أولية وتعالج IF فقط من أجل الإرسال إما على قناة مختلفة أو على نفس القناة في حالة المكرر على القناة (OCR) وهي في الأصل خدمة منخفضة القدرة ولها منطقة تغطية أصغر نسبياً ويمكن أن تغذى من خدمة إعادة إرسال ثانوية.	dB 30<

3 سلم النوعية الموضوعية المطبق على النظام B

من المعروف جيداً أن شدة المجال المقيسة عند مواقع الاستقبال تختلف باختلاف الموقع وارتفاع هوائي الاستقبال. ويتوقف هذا الاختلاف، عند كثافة ثابتة لتدفق القدرة (pfd)، على تركيبات اتساع وطور عدة مسيرات تصل إلى هوائي الاستقبال. ويتزايد هذا الاختلاف في إشارات الموجة المستمرة (CW) عنه في إشارات النطاق العريض. وتستطيع المسيرات المعكوسة أن تولد إما إسهامات إيجابية أو سلبية ممكنة. وترتبط الإسهامات السلبية بالتداخلات فيما بين الرموز الملاحظة عندما يكون تأخر مسير أو أكثر أكبر من الفترة الحارسة. وتتولد الإسهامات الإيجابية الممكنة عندما يكون تأخر المسير أقل من الفترة الحارسة. ويمكن أن يؤدي وجود عدة مسيرات تسقط في رتل الفترة الحارسة إلى إسهامات تُجمع أو تُطرح تبعاً لتطبيق قرار فيتربي السهل ونافذة البحث الثابتة أو المنزلقة وطور المسيرات. وكنتيجة لذلك تؤدي العلاقة اللاخطية بين تشفير فيتربي وسويات الحماية والانتشار الزمني والفضائي إلى ارتباط منخفض بين شدة المجال ونسبة BER، كما بيّن تحليل الآلاف من بيانات الدراسات الاستقصائية الميدانية المشار إليها في التقرير ITU-R BT.2252.

ويقوم نظام تقييم النوعية في حالة الإشارة التماثلية على كلّ من شدة المجال وسلم تقييم الجودة الذاتي خماسي الدرجات Q. ويطابق Q5 "ممتاز" وQ1 "سيء للغاية". وتحدد عتبة القبول عند الدرجة Q3. ويختلف الوضع تماماً في بيئة رقمية، ومن المهم ملاحظة الفرق بين طرائق تقييم نوعية انضغاط الفيديو وتقييم نوعية التغطية الإذاعية. وعندما يتعلق الأمر بتقييم طرق الانضغاط، مثل MPEG، يتم الإبقاء على سلم التقييم خماسي الدرجات. وبالنسبة لهدف تقييم نوعية الاستقبال الإذاعية، فإنه يبدو أكثر صعوبة الإبقاء على الطريقة القائمة على السلم خماسي الدرجات بسبب الانتقال السريع من الحالة التي تسمح بضمان تقديم الخدمة إلى الحالة التي لا تسمح بذلك. وبرغم ذلك يمكن من جديد الإبقاء على السلم خماسي الدرجات إذا وزّعت على كل درجة دلالة المسافة من نقطة الانتقال. ويمكن استعمال سلم ثلاثي الدرجات للحصول على تحليل أعمق لمنطقة الانتقال. ويعد تقييم المسافة من نقطة الانتقال مسألة هامة للغاية لأن جهاز القياس يوضع عادة قبل نظام استقبال المستعمل الطرفي، الذي يتألف عادة من هوائي ونظام للتوزيع وصندوق للتشفير. ويجب *عدم الخلط* بين تفسير التقييم الموضوعي لنوعية الاستقبال الرقمية وتفسير تقييم النوعية التماثلية.

وبالتالي فإن هذه التوصية تعرّف الدرجات التالية لنوعية الاستقبال بدلالة هامش الفشل في الإشارة المستقبلة.

الدرجة Q1 – سوية الإشارة أقل من الحد الأدنى لهدف التخطيط.

[2] تردد القيم الدنيا للنسبة MER عادة في مواصفات المرسلات وعقود الأداء التشغيلي.

الدرجة Q2 – سوية الإشارة أقل من الحد الأدنى لهدف التخطيط أو هامش فشل منخفض جداً (قد يكون الاستقبال ممكناً لكن الإشارة معرضة كثيراً للفشل).

الدرجة Q3 – يكون لسوية الإشارة وهامش الفشل هامش أعلى من الحد الأدنى لأهداف التخطيط.

الدرجة Q4 – سوية الإشارة وهامش الفشل أعلى من أهداف التخطيط.

الدرجة Q5 – لا يمكن كشف العيوب القابلة بشكل معقول.

1.3 الشبكة متعددة الترددات (MFN)

في حالة الاستقبال الثابت لشبكة متعددة الترددات (MFN)، ينبغي استعمال الجدول 1.

الجدول 1[3]

سلم تقييم نوعية إشارة الشبكة متعددة الترددات (MFN) في الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB)

نسبة الخطأ في البتات / شدة المجال	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF ونسبة 10 ≥ CBER	vBER ≤ QEF ونسبة CBER بين 10 و100	vBER ≤ QEF ونسبة 100 < cBER
$E < E_{xx}$[4]	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

بالنسبة للإدارات أو أعضاء القطاع الذين يفضلون استعمال نظام مبسط لسلم درجات نوعية الإشارة، يمكن دمج الدرجات Q5 وQ4 وQ3 في رقم واحد كما يشير إليه الجدول 2.

الجدول 2

سلم مبسط لتقييم نوعية الإشارة للشبكة متعددة الترددات (MFN) في الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB)

نسبة الخطأ في البتات / شدة المجال	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	VBER ≤ QEF
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3

2.3 اعتبارات تتعلق بالاستجابة النبضية للقناة (CIR) في الشبكة وحيدة التردد (SFN)

يعود للخبرة المكتسبة من التطبيق الدائم للتوصية ITU-R BT.1735 فضل الاكتشاف بأن معلمات سوية شدة المجال ونسبة الخطأ في البتات، كما تستعمل في حالة الشبكة متعددة الترددات، وبوجود تركيبات خاصة من إشارات الشبكة وحيدة التردد (SFN)، لا تستطيع أن تعين شروطاً حدودية ذات هامش أدنى فيما يتعلق بإمكانية فقدان الخدمة. وتعتبر هذه الأوضاع حرجة ليس فقط

[3] بالنسبة للمختصرات والقيم الثابتة وتفسير سلم التقييم الوارد في الجداول، انظر الفقرة 4.

[4] يمكن أن تمثل E_{xx} أيضاً القيم التصميمية التي اختارتها الإدارات (على سبيل المثال E_{95}).

فيما يتعلق بتقلبات الإشارة المستقبلة للشبكة وحيدة التردد داخل الفترة الحارسة ولكن أيضاً بالنسبة إلى الإشارات المحتملة التي قد تكون خارج الفترة الحارسة.

وبالنسبة للحالة الأخيرة هذه، يمكن أن تتغير استراتيجية موقع النافذة بالنسبة لاختلاف شدة المجال، ونتيجة لذلك يمكن أن تسقط بعض إسهامات الشبكة وحيدة التردد، لنسب مئوية معينة من الوقت، داخل أو خارج نافذة الاستقبال أو الفترة الحارسة. وقد يحدث أيضاً أن تزداد سوية شدة المجال لإسهامات الشبكة SFN التي تسقط خارج الفترة الحارسة لنسب زمنية معينة وتقترب من سوية الحماية مقلّلة بذلك من إمكانية الحصول على استقبال مستقر. وقد تحدث حالة أخرى عندما يسقط إسهام أو أكثر من إسهامات الشبكة وحيدة التردد قريباً جداً من حافة الفترة الحارسة، وداخل أو خارج الفترة الحارسة نفسها تبعاً لنقطة القياس، مسببة اختلافاً في مواقع الاستقبال. ومن المهم الإشارة إلى أن المسافة بين هذه النقاط قد تكون أحياناً صغيرة جداً.

ومن الضروري أيضاً النظر في خفض سوية هامش الضوضاء للإشارة المستقبلة نتيجة ارتفاع الضوضاء المتولدة من إشارات الشبكة وحيدة التردد عند استقبال هذه الإشارات بنسبة سويات منخفضة جداً (< 7 dB) ويكون تأخيرها قريباً من القيمة القصوى المقبولة أو قريباً جداً من الإشارة الرئيسية أو متزامناً مع مواقع التكرار التجريبية.

وبناء على الاعتبارات الواردة أعلاه، يقترح نموذج تقييم جديد لنوعية الاستقبال بالنسبة للشبكات وحيدة التردد الواسعة النطاق. ويراعي هذا النموذج البنود التالية: QEF، وSEP، والعلاقة بين cBER وvBER في القناة الغوسية، وفقدان القدرة على تصحيح فيتربي.

في حالة الاستقبال الثابت لشبكة وحيدة التردد (SFN)، وإذا كان $vBER < 5 \times 10^{-11}$، ينبغي استعمال الجدول 1، وإلا فالجدول 3 هو الذي ينبغي استعماله.

الجدول 3

سلم تقييم نوعية إشارة الشبكة وحيدة التردد (SFN) في الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB)

نسبة الخطأ في البتات / شدة المجال	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF ومنحنى vBER > Q4	vBER ≤ Q4 ومنحنى vBER > Q5	منحنى vBER ≤ Q5
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

بالنسبة للإدارات أو أعضاء القطاع الذين يفضلون استعمال نظام مبسط لسلم درجات نوعية الإشارة، يمكن دمج الدرجات Q5 وQ4 وQ3 في رقم واحد كما يشير إليه الجدول 2.

4 الأسماء المختصرة والقيم الثابتة وتفسير سلم التقييم في الجداول

الأسماء المختصرة

cBER: نسبة الخطأ في بتات القناة أو نسبة الخطأ في البتات قبل فيتربي

vBER: نسبة الخطأ في البتات بعد فيتربي

نسبة cBER = $cBER_{min}/cBER$

QEF: شبه خالي من الخطأ

SEP: نقطة فشل غير موضوعية

E_{xx}[5]: متوسط شدة المجال الدنيا اللازمة لاحتمالية موقع قدرها xx%. ويجب عدم الخلط بينها وبين شدة المجال الدنيا المكافئة في مكان الاستقبال والتي يجب فوقها تأمين الحماية من التداخل (انظر التوصية ITU-R BT.1368 من أجل حساب شدة المجال الدنيا).

وقد اعتمد كل من مؤتمر الاتصالات الراديوية الإقليمي لعام 2006 (RRC-06) واتفاق GE06 والتوصية ITU-R BT.1368 القيمة 95% للكمية (xx). وتتوقف قيمة E_{xx} على نوع التشكيلة المعتمدة.

والنسبة cBER هي عبارة عن معلمة توضع للدلالة على أداء القناة بدلالة القيمة المقيسة *cBER* بالنسبة إلى $cBER_{min}$. و$cBER_{min}$ هي الكمية التي تقدم عندما تكون vBER مساوية للعتبة QEF وتتوقف على معدل الشفرة المعتمد.

ويرد في الجدول 4 أدناه قيم $cBER_{min}$ للتشكيلات الأكثر استعمالاً. وتجدر الإشارة إلى أن هذه القيم لا تتغير مع التردد ومخطط التشكيل.

الجدول 4

قيم $cBER_{min}$ بالنسبة لمعدلات مختلفة للشفرة

معدل الشفرة	$cBER_{min}$
2/3	4×10^{-2}
3/4	2×10^{-2}

القيم الثابتة

$$SFP = 6{,}4 \times 10^{-3}$$
$$QEF = 2 \times 10^{-4}$$
$$\text{Q4 curve} = a \cdot e^{-b \cdot cBER}$$
$$\text{Q5 curve} = c \cdot e^{-d \cdot cBER}$$

أما القيم الثابتة a وb وc وd كما أعطيت في المختبر وفي الاختبار الميداني فهي كما يلي:

$$a = 10^{-5}$$
$$b = 6 \times 10^{3}$$
$$c = 5 \times 10^{-7}$$
$$d = 4 \times 10^{4}$$

1.4 تفسير السلم الوارد في الجدول 1

يمثل سلم النوعية المسافة من نقطة الانتقال التي تبدأ عند العتبة QEF وتنتهي عند ما يطلق عليه اسم نقطة "تأثير الجرف". وكل قيمة من قيم Q هي دالة في E وفي النسبة BER.

وتعني قراءة Q2 على الخط الأفقي الأول للجدول 1 أن شدة المجال أقل من القيمة الدنيا الموزعة في إجراء التخطيط. وفي مثل هذه الحالات لا يمكن ضمان الحماية من التداخلات. ونجد تفسير ذلك في الشكل 1A.

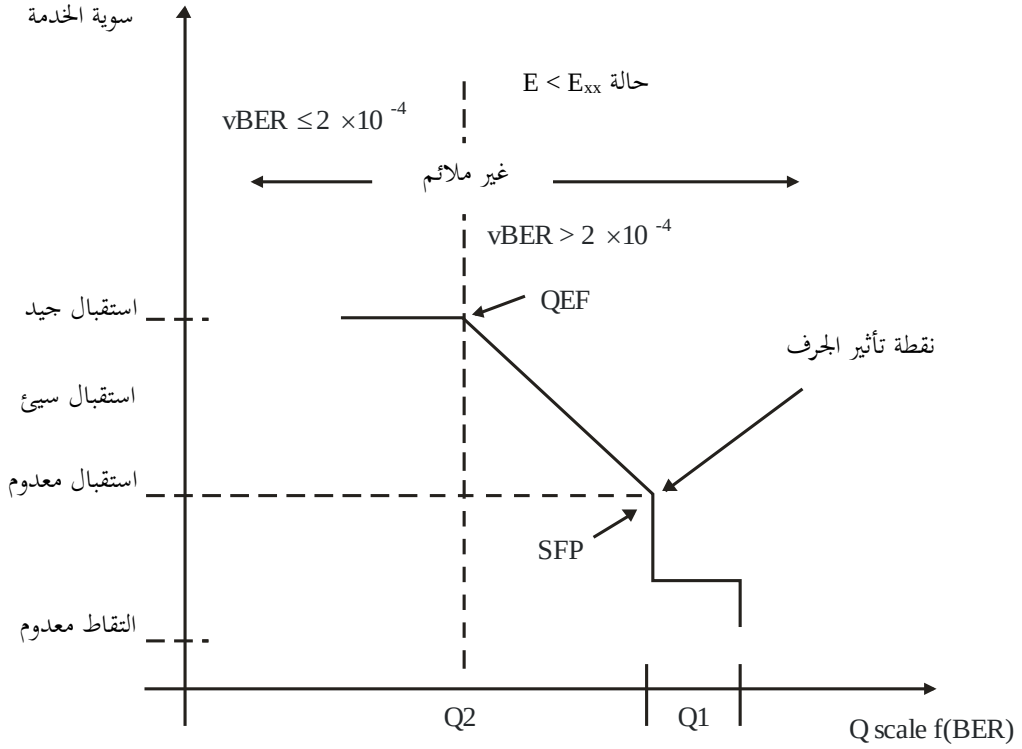
وتعني قراءة Q2 على الخط الأفقي الثاني للجدول 1 أنه قد تم بلوغ العتبة QEF وأن ظهور "تأثير الجرف" ممكن. ونجد تفسير ذلك في الشكل 1B.

[5] يمكن أن تمثل E_{xx} أيضاً القيمة التصميمية التي اختارتها الإدارة.

في حالة الشكل 1A يمكن التحرك صوب Q3 بزيادة قدرة الإرسال أو بتعديل مخطط الهوائي. وفي حالة الشكل 1B يمكن التحرك صوب Q3 بتخفيض التداخلات أو سوية التداخلات متعددة المسيرات.

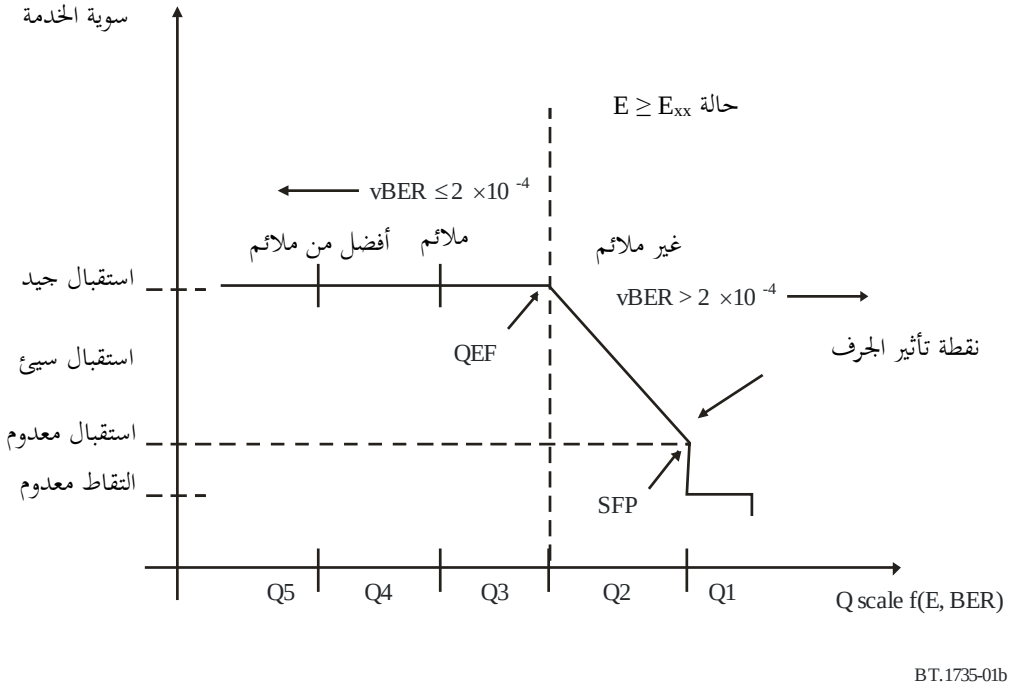
والمشكلة في هذا الصدد تتمثل في أن رصد استقبال الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض يدل على أن الخبو الزمني للإشارات المطلوبة (أو تحسين الإشارات المسببة للتداخل)، في أي نقطة محددة للاستقبال، يسبب انتقالات بين الإشارات الآنية المستقبلة "الملائمة" و"غير الملائمة". وهكذا يعتبر أن الدرجة 2 تقدم منطقة انتقال تكون خلالها نوعية الاستقبال "غير موثوقة"، ولكنها يمكن أو لا يمكن أن تقدم صورة قابلة للمشاهدة في أي لحظة من اللحظات.

الشكل 1A



BT.1735-01a

الشكل 1B



BT.1735-01b

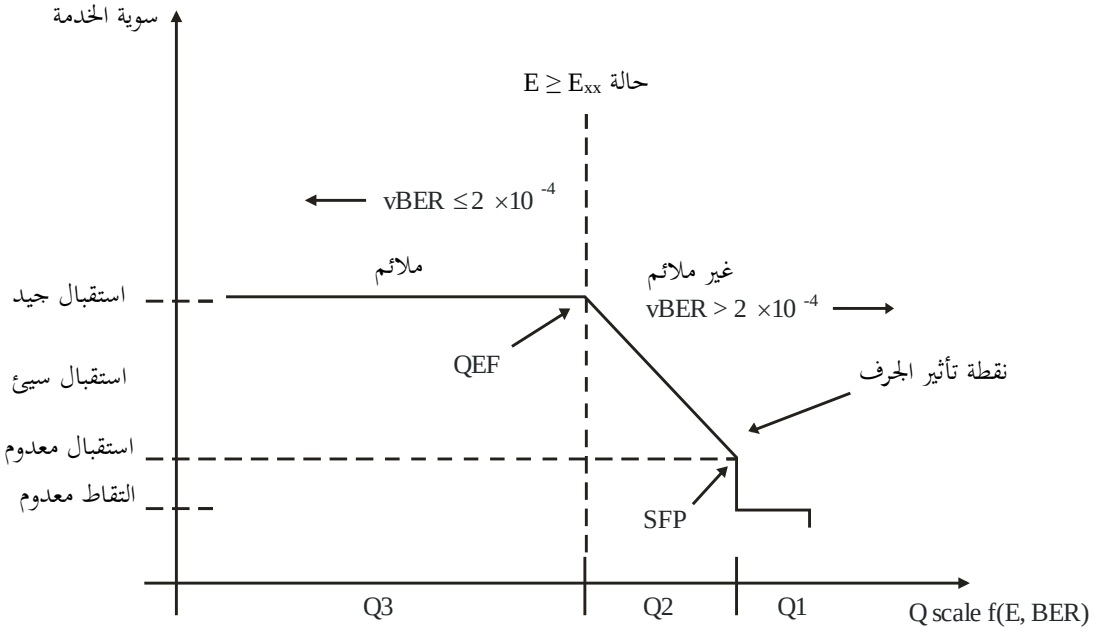
2.4 تفسير السلم الوارد في الجدول 2

تعني قراءة Q2 على الخط الأفقي الأول للجدول 2 أن شدة المجال أقل من القيمة الدنيا الموزعة في إجراء التخطيط. وفي مثل هذه الحالات لا يمكن ضمان الحماية من التداخلات. ونجد تفسير ذلك في الشكل 1A أعلاه.

وتعني قراءة Q2 على الخط الأفقي الثاني للجدول 2 أنه قد تم بلوغ العتبة QEF وأن ظهور "تأثير الجرف" ممكن. ونجد تفسير ذلك في الشكل 1C.

في حالة الشكل 1A يمكن التحرك صوب Q3 بزيادة قدرة الإرسال أو بتعديل مخطط الهوائي. وفي حالة الشكل 1C يمكن التحرك صوب Q3 بتخفيض التداخلات أو سوية التداخلات متعددة المسيرات.

الشكل 1C



BT.1735-01c

3.4 تفسير السلم الوارد في الجدول 3

يمكن تمثيل الدرجات الخمس الواردة في الجدول 3 في مخطط بياني يعطي cBER مقابل vBER.

وقد رُسمت في هذا المخطط ستة منحنيات وهي: QEF، وSEP، والقناة الغوسية، وvBER = cBER، وQ4، وQ5.

يستند المنحنيان QEF وSFP إلى قيمة vBER وعتبة الأخطاء المرئية.

أما Q4 وQ5 فهما دالتان أُسّيتان تعتمد فيهما vBER على cBER.

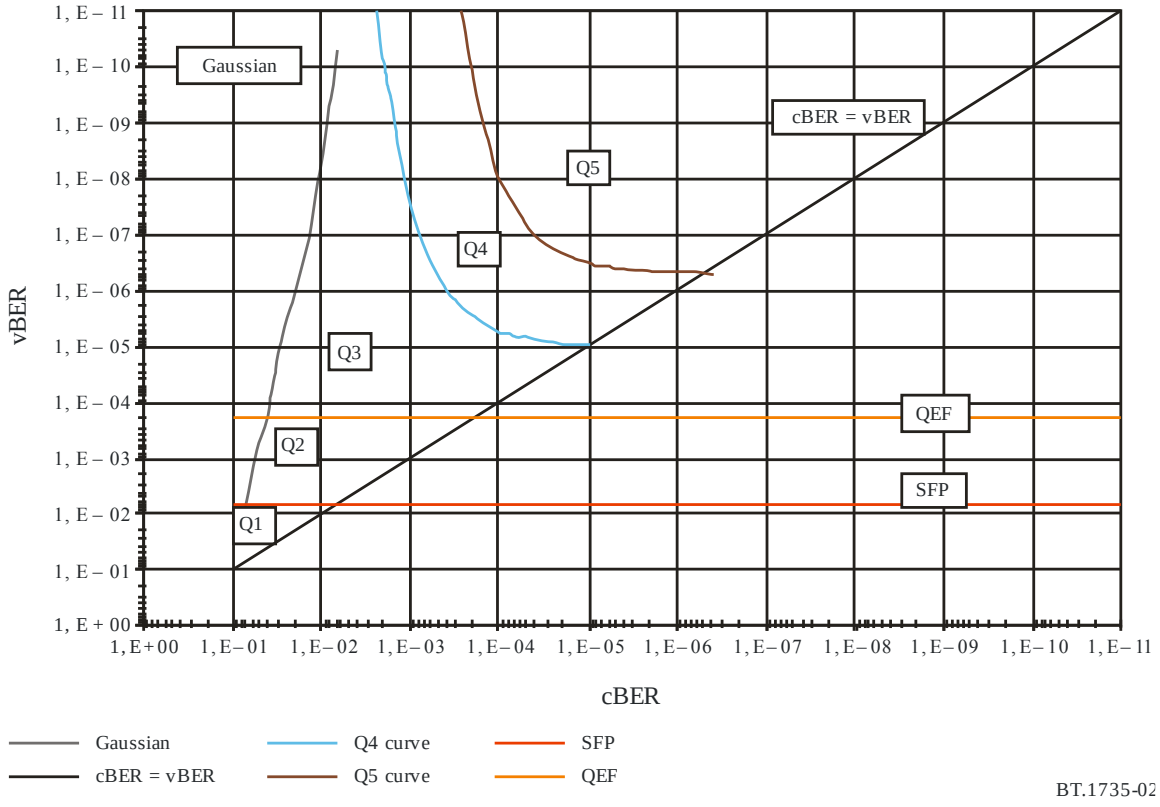
المنحنى Q4: $vBER = 10^{-5} e^{-6 \cdot 10^{3} \cdot cBER}$

المنحنى Q5: $vBER = 5 \cdot 10^{-7} e^{-4 \cdot 10^{4} \cdot cBER}$

تقع المنطقة Q1 تحت الخط SFP، وتقع المنطقة Q2 بين الخطين SFP وQEF، وتقع المنطقة Q3 فوق الخط QEF وتحت المنحنى Q4، وتقع المنطقة Q4 بين المنحنيين Q4 وQ5، وتقع المنطقة Q5 فوق المنحنى Q5.

الشكل 2

منحنيات القناة الغوسية وQEF وSFP وcBER = vBER وQ4 وQ5
تشكيل QAM 64 بمعدل شفرة = 2/3



5 القياس على ارتفاع ثابت

يوضع الهوائي في هذا النوع من القياس على الصاري ويرفع على ارتفاع 10 m تقريباً فوق سطح الأرض بحيث يقع الهوائي فوق الجلبة أو المعوقات المحلية. ويمكن استنساخ نتائج القياس في أي وقت وذلك باعتماد نظام استقبال ثابت، الذي يتواجد عادة في محطات المراقبة. والقياس على ارتفاع ثابت لا يمكن أن يكون مفيداً سوى في التقييم الرسمي، الذي يجري عادة على ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض (وهذا الارتفاع هو ذاته المستعمل في طريقة التنبؤ بالانتشار المعتمدة لأغراض التخطيط).

وفي الأوضاع الحقيقية تتوقف شدة المجال المقيس على طور تكوين الإشارات المستقبلة من عدة مسيرات انتشار. ولذلك تعتمد النتيجة النهائية على كل من: موقع هوائي الاستقبال والتغير الرأسي في شدة المجال. وإذا استعمل هوائي استقبال بنصف طول موجة، يمكن تحديد ثلاث حالات محددة:

— يكون الفرق بين القيم القصوى للتغير الرأسي في شدة المجال أقل من نصف طول الموجة؛ ويكافئ المجال المقيس ذلك الخاص بمجال مسير مباشر؛

— يكون الفرق بين القيم القصوى للتغير الرأسي في شدة المجال أكبر من نصف طول الموجة؛ ويمكن أن تكون شدة المجال المقيس أكبر أو أقل من مجال مسير مباشر؛

— تبدو أول قيمة قصوى للمجال على ارتفاع أكبر من 10 m: تتزايد شدة المجال المقيس مع الارتفاع.

ويمكن استعمال القياس على ارتفاع ثابت لتمييز مجال الخدمة فقط إذا كان يقع في فئة التقييم Q4 وQ5: وهذا يعني أن شدة المجال أكبر من E_{min} وغياب الاضطرابات في قناة الإرسال. وفي مثل هذه الحالات، يمكن ربط القيمة المقيسة "بمنطقة الصلاحية". ويجب أن يحدد مدى منطقة الصلاحية على أساس البيئة، والمسافة من المرسل، والتغير الرأسي في شدة المجال، وارتفاع القيمة القصوى

الأولى لشدة المجال. وتشير الخبرة المكتسبة في مجال تقييم الإشارات التماثلية في الشبكات متعددة الترددات (MFN) إلى أن نصف قطر منطقة الصلاحية يمكن أن يبلغ 10 km كحد أقصى.

وتشير نتائج نوعية الاستقبال الموضوعية البالغة Q4 وQ5 إلى إنجاز تغطية "أفضل من ملائمة" للخدمة الجاري تقييمها.

وإذا كانت نتائج نوعية الاستقبال الموضوعية أقل من Q4، فمن الضروري تقييم التغير الرأسي في شدة المجال ومن ثمّ التغير الأفقي في شدة المجال في نهاية الأمر.

في مثل هذه الحالة، أو عند استعمال الطريقة المبسطة، يتعين خفض امتداد منطقة الصلاحية.

أما في الشبكات وحيدة التردد (SFN)، فإن امتداد منطقة الصلاحية يعتمد على تقييم الاستجابة النبضية للقناة (CIR). وبالنسبة للشبكات وحيدة التردد التي تسقط إسهاماتها ضمن 50% من الفترة الحارسة، وتتحقق فيها نوعية الاستقبال الموضوعية Q5 أو Q4، فيمكن أيضاً أخذ حد أقصى للمسافة قدره 10 km.

وبالنسبة للشبكات وحيدة التردد التي تسقط إسهاماتها قرب الفترة الحارسة أو بجانبها أو التي تكون فيها نتائج نوعية الاستقبال الموضوعية أقل من Q4، فيجب أن تؤخذ في الحسبان مسافات أقصر لنصف قطر منطقة الصلاحية.

6 التغيير الرأسي في شدة المجال

تتغير شدة المجال ونسبة الخطأ في البتات باستمرار خلال عملية وضع الهوائي على ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض. وتتوقف القيم على مختلف تركيبات المسير وعلى العوائق الموجودة على ارتفاعات منخفضة. وإذا كانت النوعية الموضوعية المقيّمة أقل من Q4 لارتفاع هوائي يبلغ 10 m تقريباً، فمن الضروري التحقق مما إذا تم تجاوز درجة النوعية الموضوعية Q3 خلال عملية وضع الهوائي في موقعه. ويجب تحديد وضع الهوائي بحيث يسمح بالاستقبال. وتعتبر درجة النوعية الموضوعية المقيّمة في مثل هذه الحالات ذات دلالة ويدرج التغير الرأسي (VV) المسجل في نتائج القياس. ويلاحظ أن نصف قطر منطقة الصلاحية يمكن أن يبلغ 2 km كحد أقصى.

وتكون الدرجة Q3 للنوعية الموضوعية مماثلة لسوية التغطية المعتمدة في النظام المخطط له.

7 التغير الأفقي في شدة المجال

عند استعمال طريقة التغير الأفقي في شدة المجال تكون درجة تقييم النوعية الموضوعية أقل من Q3 دائماً، ولذلك من الضروري التحقق مما إذا كانت هذه النتيجة تتوقف على اختيار سيئ لنقطة القياس أو ما إذا كانت تتوقف على المنطقة قيد الدراسة.

وفي مثل هذه الحالات من الضروري اختيار نقاط قياس أخرى قريبة من الأولى. وإذا أسفرت هذه النقاط الجديدة مرة أخرى عن درجات أقل من Q3، يجدر الإشارة إلى أن النتيجة الأكثر دلالة هي أفضل نتيجة تم الحصول عليها والمدى النسبي للصلاحية. ويجب أن يتناسب مدى الصلاحية مع المسافة بين النقاط التي جرى قياسها.

_____