# التوصية ITU-R SM.337-5

# فصل التردد والمسافة

(المسألة ITU-R 72/1)

(2007-1997-1992-1990-1974-1970-1963-1953-1951-1948)

## مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية الإجراءات اللازمة لحساب أبعاد فصل المسافة والتردد من أجل الحصول على سوية تداخل مقبول.

إن جمعية الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات،

*إذ تضع في اعتبارها*

أ ) أن العوامل الأولية، التي تحدد معايير التردد الملائم أو فصل المسافة في أكثر الحالات شيوعاً، تشمل ما يلي:

– قدرة الإشارة والتنوع الطيفي اللازمين للمستقبل؛

– القدرة والتوزيع الطيفي للإشارات المتداخلة والضوضاء التي يعترضها المستقبل؛

– الاعتماد على المسافة في خسائر الإرسال في التجهيزات الراديوية؛

ب) وأن المرسلات بوجه عام تبث بالضرورة إشعاعات خارج عرض نطاق التردد الذي يشغله البث؛

ج) وأن هناك عوامل كثيرة في هذا الصدد من بينها خواص وسيط الإرسال (وهي متغيرة السمات وصعبة التحديد)، وخصائص المستقبل، وخواص تمييز الأذن البشرية فيما يتعلق بالاستقبال السمعي؛

د ) وأن تسويات فصل التردد أو المسافة في التجهيزات الراديوية أمر ممكن،

*توصي*

**1** بأن يُحسب فصل التردد – المسافة (FD) في التجهيزات الراديوية، بالطريقة التالية:

**1.1** بتحديد القدرة والتنوع الطيفي للإشارة التي يعترضها المستقبل؛

**2.1** بتحديد القدرة والتنوع الطيفي للإشارات المسببة للتداخل والضوضاء التي يعترضها المستقبل؛

**3.1** بتحديد الآثار التفاعلية بين الإشارات المطلوبة وخصائص التداخل والمستقبل بالنسبة لمختلف الترددات أو فصل المسافات وذلك باستخدام المعادلات الأساسية الواردة في الملحق 1، جنباً إلى جنب مع التقريبات البسيطة، عند الضرورة، إلى أرقام صحيحة والمفهوم الوارد وصفه في الملحق 2؛

**4.1** بتحديد درجة التردد أو فصل المسافة، على أساس هذه المعطيات، مما يعطي الدرجة المطلوبة للخدمة واحتمالات الخدمة المطلوبة. وينبغي أن تراعى طبيعة التغيرات في الإشارة وفي التداخل، وحيثما اقتضى الأمر، خواص التمييز لدى المستمع أو المشاهد؛

**5.1** بتحديد نموذج الانتشار الذي وضعه القطاع ITU-R والواجب استخدامه؛

**2** بأن تجرى مقارنة في كل مرحلة من الحساب بقدر الإمكان مع المعطيات المتحصل عليها في ظروف التشغيل التمثيلية المحكومة، وخاصة بصدد الرقم النهائي المتحصل عليه لفصل التردد أو المسافة بين التجهيزات الراديوية.

# الملحق 1

## المعادلات الأساسية

يقدم هذا المرفق وصفاً للمعادلات الأساسية التي تحدد كمية الآثار التفاعلية بين الإشارات المطلوبة والتداخل وخصائص المستقبل لمختلف الترددات وفصل مسافة الترددات. والمقاييس هنا هي:

- النبذ المعتمد على التردد (FDR) وهو مقياس للنبذ الناتج من منحني انتقائية المستقبل على أطياف بث غير مطلوب من مرسل؛
- مسافة التردد (FD) وهي مقياس لأدنى فصل مسافة مطلوب بين مستقبل متأثر بالتداخل ومسبب التداخل، كدالة للفرق بين ترددهما المولفة؛
- النسبة $A$ لحماية التردد الراديوي ذي الصلة (انظر التوصية ITU-R BS.560) وهو الفرق معبراً عنه بالديسيبل بين نسبة الحماية عندما يكون للموجات الحاملة للمرسلات المطلوبة وغير المطلوبة فرق تردد قدره $\Delta f$ ونسبة الحماية عندما يكون للموجات الحاملة لهذه المرسلات التردد نفسه.

ومسافة التردد والنبذ المعتمد على التردد مقياسان لآلية إقران التداخل بين مسبب التداخل والمستقبل، وهما الحلان الأساسيان المطلوبان لكثير من تقييمات التداخل. ويساعدان في حال تقاسم التردد المشترك بين القنوات والنطاق المجاور أو مشاكل تداخل القنوات وذلك بتوفير تقديرات لمعيار أدنى تردد وفصل مسافة بين مسبب التداخل والمستقبل وهي تقديرات مطلوبة للأداء المقبول للمستقبل.

وسوية التداخل عند المستقبل دالة للكسب والخسارة اللذين تحدثهما إشارة التداخل بين المصدر والمستقبل، ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - FDR(\Delta f) \quad \text{dBW} \tag{1}$$

حيث:

$P_t$: قدرة المرسل المسبب للتداخل (dB)

$G_t$: كسب هوائي مسبب التداخل في اتجاه المستقبل (dBi)

$G_r$: كسب هوائي المستقبل في اتجاه مسبب التداخل (dBi)

$L_b(d)$: خسارة الإرسال الأساسية لمسافة فصل $d$ بين مسبب التداخل والمستقبل (dB) (انظر التوصية ITU-R P.341)

و:

$$FDR(\Delta f) = 10 \log \frac{\int_0^\infty P(f)\,\mathrm{d}f}{\int_0^\infty P(f)\,|H(f+\Delta f)|^2\,\mathrm{d}f} \quad \text{dB} \tag{2}$$

حيث:

$P(f)$: كثافة طيفية للقدرة في التردد المتوسط المكافئ للإشارة المسببة للتداخل (IF)

$H(f)$: انتقائية المستقبل

$$\Delta f = f_t - f_r$$

حيث:

$f_t$: تردد متقطع مسبب للتداخل

$f_r$: تردد المستقبل المولف.

ويمكن تقسيم البند المعتمد على التردد (FDR) إلى قسمين، نبذ على التوليف (OTR) ونبذ خارج التردد (OFR)، والنبذ الإضافي الناتج عن مسبب التداخل والمستقبل خارج التوليف.

$$FDR(\Delta f) = OTR + OFR(\Delta f) \quad \text{dB} \tag{3}$$

حيث:

$$OTR = 10 \log \frac{\int_0^\infty P(f)\,df}{\int_0^\infty P(f)\,|H(f)|^2\,df} \quad \text{dB} \tag{4}$$

$$OFR(\Delta f) = 10 \log \frac{\int_0^\infty P(f)\,|H(f)|^2\,df}{\int_0^\infty P(f)\,|H(f+\Delta f)|^2\,df} \quad \text{dB} \tag{5}$$

والنبذ على التوليف يسمى أيضاً عامل التصحيح ويمكن في الغالب حسابه تقريباً بالعلاقة التالية:

$$OTR \approx K \log\left(\frac{B_T}{B_R}\right) \quad B_R \le B_T \tag{6}$$

حيث:

$B_R$: عرض نطاق المستقبل المتعرض إلى التداخل 3 dB (Hz)

$B_T$: عرض نطاق المرسل المسبب للتداخل 3 dB (Hz)

$K$ = 20 للإشارات غير المتماسكة

= 20 لإشارات النبض.

# الملحق 2

# طريقة تحديد الفصل بالتردد وبالمسافة في الأنظمة الراديوية

## 1 المقدمة

من المعروف تمام المعرفة أن قواعد الفصل بالتردد تشكل جزءاً مهماً من عملية إدارة التردد في أكثرية الخدمات الراديوية. وفي خدمات خطط القنوات، تأخذ هذه القواعد الشكل التالي: يجب أن يتم فصل المرسلات في نفس القناة بمسافة تبلغ $d_0$ (km) بأقل تقدير، كما يجب أن يتم فصل مرسلات القنوات المتجاورة بمسافة تبلغ $d_1$ (km) بأقل تقدير، ويجب أن تكون المرسلات المنفصلة بواسطة قناتين على مسافة $d_2$ (km) فيما بينهما وهلما جرا. أما بالنسبة إلى التكنولوجيات الأقدم تكون قواعد الفصل FD معروفة عموماً اليوم، إلا أن إدخال تقنيات جديدة يطرح السؤال التالي: أي نوع من قواعد الفصل FD يجب على مدير الطيف أن يطبق حين تشغل أنظمة جديدة وقديمة نفس نطاق التردد؟ وفيما يلي الطريقة المطلوبة من أجل تحديد الفصل FD بين كل من الأنظمة المتشابهة وغير المتشابهة.

## 2 الطريقة

إن تطوير قاعدة جديدة للفصل FD يتطلب حساب سوية التداخل عند دخل المستقبل المتعرض إلى التداخل وتتطلب كذلك تحديد معيار تداخل مقبول.

### 1.2 حساب التداخل

يتوقف هذا الحساب على عاملين أساسيين: عامل طيفي وعامل فضائي.

أما *العامل الطيفي* فيتوقف على الخصائص الطيفية للمرسل المسبب للتداخل وعلى استجابة التردد للمستقبل المتأثر بالتداخل. ومن أجل إجراء الحساب لا بد من أن تتوفر معرفة دقيقة بالكثافة الطيفية للقدرة الخاصة بالإشارة المسببة للتداخل التي تتوقف على عوامل مثل تقنية التشكيل التحتي وعرض نطاق إشارة المعلومات من أجل الأنظمة التماثلية ومعدل المعطيات المرسلة في حالة الأنظمة الرقمية.

أما فيما يتعلق بالمستقبل المتأثر بالتداخل، لا بد من معرفة خصائص استجابة التردد IF المكافئ الخاصة بالمستقبل. ويمكن أن تستخدم مواصفات المصنع مثل 6 dB و40 dB لعرض النطاق الخاص بمرحلة التردد IF كأساس لنمذجة استجابة التردد IF للمستقبل.

ويتمثل العامل الطيفي من خلال العامل $OCR(\Delta f)$ الذي يحدد بواسطة العلاقة التالية:

$$OCR(\Delta f) = -10 \log \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) \left| H(f + \Delta f) \right|^2 \, df}{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) \, df} \quad \text{dB} \tag{7}$$

حيث:

$P(f)$: الكثافة الطيفية لقدرة الإشارة المتداخلة بالوحدة (W/Hz)

$H(f)$: استجابة التردد IF المكافئ للمستقبل المتأثر بالتداخل

$\Delta f$: فصل التردد بين المستقبل المتأثر بالتداخل والمرسل المسبب للتداخل.

ويشار إلى أن المعادلة (7) غير مختلفة عن المعادلة (2) على الرغم من أن الحدود الدنيا للإدماج مختلفة.

ويظهر من البديهي في المعادلة (7) أن $OCR(\Delta f)$ تتوقف بشكل كبير على مدى التراكب بين النطاق العابر للمستقبل وطيف القدرة للإشارة المتداخل. ومع زيادة $\Delta f$ يقل مدى التراكب مما يؤدي إلى قدرة تداخل أدنى أو على نحو مكافئ إلى قيم أعلى للوحدة $OCR(\Delta f)$.

أما بالنسبة إلى *العامل الفضائي* فإن الطريقة تعنى بإجراء حساب المسافة المتعلقة بتوهين الإشارة وهي تتعلق بشكل كبير بنموذج الانتشار الواجب استخدامه وبالتوزيع الإحصائي للإشارة المتداخلة عند الطرف الأمامي للمستقبل المتعرض إلى التداخل. ولا بد من استخدام نموذج انتشار مناسب كما يوصى بذلك في توصيات القطاع ITU-R.

ويتوقف بالطبع نموذج الانتشار الواجب استخدامه مع هذا الإجراء على تشكيلة النظام وكذلك على نطاق تردد التشغيل والبيئة الجغرافية المحيطة بمنطقة الخدمة وعرض نطاق النظام.

### 2.2 معيار التداخل

غالباً ما تكون هذه العلاقة بسيطة والاستناد إليها يتيح الحكم ما إذا كان التداخل ضاراً أو مسموحاً به. وفي وضعٍ مثالي يجب أن يتعلق هذا المعيار بسوية تدهور الأداء التي يمكن أن يسمح بها المستقبل المتأثر بالتداخل. إلا أن هذا ليس عملياً على الأقل من وجهة النظر التي تعتبر أن هناك عدة أنماط من الأنظمة والتكنولوجيات القادرة على التعامل مع التداخل بنفس الطريقة. لذلك يعتمد معيار أكثر تنوعية يقوم على نسبة الحماية $\alpha$ (dB)، وسوف يعتبر التداخل مسموحاً به في حال لم يتم التقيد بعدم المساواة التالية:

$$P_d - P_i \geq \alpha \quad (8)$$

حيث:

$P_d$: سوية الإشارة المرغوبة (dBW)

$P_i$: سوية الإشارة المتداخلة (dBW)

$\alpha$: نسبة الحماية (dB).

### 3.2 الإجراء

يمكن أن يتم تلخيص إجراء إعداد قاعدة فصل FD على النحو التالي:

*المرحلة 1:* تحديد السوية $P_d$ (dBW) لسوية الإشارة المرغوبة عند الطرف الأمامي للمستقبل المتأثر بالتداخل.

*المرحلة 2:* تحديد سوية التداخل الناتجة عند الطرف الأمامي للمستقبل المتأثر بالتداخل باستخدام الصيغة التالية:

$$P_i = P_t + G_r - L_p - OCR(\Delta f) \quad (9)$$

حيث:

$P_t$: القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) للمرسل المسبب للتداخل (dBW)

$G_r$: كسب هوائي الاستقبال بالنسبة إلى الهوائي المتناحي (dBi)

$L_p$: خسارة مسير الانتشار

$OCR(\Delta f)$: عامل النبذ خارج القناة لفصل بالتردد $\Delta f$ كما يعبر عنه في المعادلة (7).

إن قيم *OCR* المستخدمة في هذه الوثيقة افتراضية ويستهدف من هذه التوصية أن تقدم طريقة بدل أن تعد القيم *OCR*.

*المرحلة 3:* استخدام $P_d$ و$P_i$ من المرحلتين 1 و2 الواردتين أعلاه في المعادلة (8) لاشتقاق علاقة أو لحسابهما رقمياً بين الفصل بالتردد $\Delta f$ والفصل بالمسافة $d$ على نحو يكون فيه التداخل مسموحاً.

### 4.2 إجراء بديل

تظهر الإشارة المستقبلة في حالات الخبو الناجم عن الحجب في المستقبل المتأثر، في البيئة الفعلية، ممثلةً بتوزيع لوغاريتمي عادي. وينبغي لسوية الإشارة المستقبلة، من أجل التعويض عن تأثير الخبو هذا، أن تكون أعلى من سوية الحساسية. وثمة إجراء بديل لتحديد الفصل (العزل) المطلوب بين المستقبل المتأثر بالتداخل والمصدر المسبب للتداخل، الذي يعكس تأثير الحجب، وهذا الإجراء هو التالي:

*المرحلة 1:* حساب الفصل المطلوب بهدف منع المصدر المسبب للتداخل من تسبيب التداخل الراديوي، وذلك باستعمال العلاقة التالية:

$$L_I = P_t + G_r - (P_{min} - \alpha) - OCR(\Delta f) - 10\log(10^{N/10} - 1) \quad (10)$$

حيث:

$L_I$: الفصل المطلوب بين مصدر التداخل والموقع المتأثر به بهدف ضمان القدر المسموح من التداخل (dB)

$P_t$: القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) للمرسل المسبب للتداخل (dBW)

$G_r$: كسب هوائي الاستقبال المتعلق بالهوائي المتناحي (dBi)

$P_{min}$: أقل سوية مطلوبة للإشارة (dBW)

$\alpha$: نسبة الحماية (dB)

$OCR(\Delta f)$: عامل النبذ خارج القناة في فصل تردد $\Delta f$ كما يرد في المعادلة (7)

$N$: هامش الخبو اللوغاريتمي العادي (dB)

*المرحلة 2:* يعطي استخدام نموذج انتشار ملائم للمعايير ITU-R في المعادلة (10) قيمتي فصل التردد $\Delta f$ والتباعد $d$ للتداخل الذي يمكن السماح به.

## 3 التطبيق على الأنظمة المتنقلة البرية الراديوية

لقد ورد مثال يستخدم نظامين مختلفين للخدمة الراديوية المتنقلة البرية (LMR) في هذه الفقرة من أجل إظهار المنهجية الوارد وصفها أعلاه. ويمكن أن يكون النظامان إما رقميين أو تماثليين مع تقنيات النفاذ TDMA أو FDMA وقد استندت الحسابات التي أجريت على أقنعة الإرسال الطيفي وبعض متطلبات انتقائية المستقبل وتكون النتائج بحد ذاتها مستقلة عن أية تقنيات تشكيل يمكن أن يستخدمها أي من النظامين. وفي هذا المثال، افترض أن انتقائية المستقبل تتمتع بنفس خصائص أقنعة الإرسال الطيفي وهو اعتبار من المتوقع أن يمثل الحالة بالنسبة إلى الأنظمة الرقمية.

ويرد ملخص بالافتراضات الخاصة بالنظامين في الجدولين 1 و2:

الجدول 1

**المعلمات المفترضة للمثال**

| | |
|---|---|
| السوية الدنيا للإشارة المرغوبة، $P_{min}$ | dBW 145− |
| نسبة الحماية المطلوبة، $\alpha$ | dB 18 |
| ارتفاع هوائي المحطة القاعدة، $h_b$ | m 75 |
| تردد التشغيل، $f$ | MHz 450 |
| القدرة e.i.r.p. للمحطة القاعدة | dBW 20 |
| كسب هوائي الاستقبال للمحطة القاعدة | dBi 0 |
| التسامح النسبي المكافئ، $\varepsilon$ | 30 |
| الإيصالية المكافئة، $\sigma$ | $S/m^2$−10 |

ثمة أربعة أساليب للتداخل في أنظمة الخدمة الراديوية المتنقلة البرية: وهي من محطة قاعدة إلى محطة قاعدة ومن محطة قاعدة إلى محطة متنقلة ومن محطة متنقلة إلى محطة قاعدة ومن محطة متنقلة إلى محطة متنقلة. وفي الأنظمة بإرسال مفرد، حيث ترسل المحطة القاعدة والمحطة المتنقلة على نفس التردد، يمكن أن يتواجد كل من الأساليب الأربعة في نفس الوقت. ومن جهة ثانية، في الأنظمة بإرسال مزدوج، ترسل كل من المحطات القاعدة والمتنقلة على ترددات مختلفة وبالتالي ليس هناك حاجة للنظر إلا في الأسلوبين من محطة قاعدة إلى محطة متنقلة ومن محطة متنقلة إلى محطة قاعدة. أما بالنسبة إلى مسافة هدف تحليل الفصل، ليس هناك حاجة إلا للنظر في أسوأ حالة وهي حالة التداخل التي تتطلب أكبر قدر من مسافة العزل بين الأنظمة. وفي أكثر الحالات، يمكن أن يفترض أن المحطات القاعدة تشغل بما يقارب 100% من الزمن ويكون أسلوب التداخل من محطة قاعدة إلى محطة قاعدة الأسلوب المهيمن ويتطلب أكبر مسافة فصل ولذلك لا تؤخذ أساليب أخرى في الاعتبار.

سوف نقدم الآن نماذج الانتشار لأنظمة LMR متبوعة بالنتائج الرقمية لكل من تركيبات النظامين التي يتم النظر فيها.

### 1.3 التداخل من محطة قاعدة إلى محطة قاعدة

إن نموذج الانتشار الذي تم اختياره من أجل الأسلوب من محطة قاعدة إلى محطة قاعدة هو نموذج الانتشار بالانكسار (انظر التوصية ITU-R P.526). وضمن هذا النموذج يعبر عن خسارة المسير كما يلي:

$$L_{P_{bb}} = L_{FS} - L_{DIF/FS} \quad (11)$$

حيث:

$L_{FS}$: خسارة المسير (dB) بسبب الفضاء الحر

$L_{DIF/FS}$: خسارة الانكسار على خسارة الفضاء الحر (dB) وهي تعرف كالتالي:

$$L_{DIF/FS} = 20 \log \left( \frac{E_{DIF}}{E_{FS}} \right) = F(X) + G(Y1) + G(Y2) \quad (12)$$

حيث:

$F(X)$: قيمة كسب تتوقف على المسافة المقيسة بين المحطات القاعدة

$G(Y1)$، $G(Y2)$: قيمة كسب تتوقف على الارتفاعات المقيسة لهوائيات المحطات القاعدة

$X$: المسافة المقيسة بين هوائيات المحطات القاعدة

$Y1$، $Y2$: ارتفاعات الهوائيات المقيسة المعرفة كما يلي:

$$X = 2.2\beta f^{1/3} a_e^{-2/3} d \quad (13)$$

$$Y = 9.6 \times 10^{-3} \beta f^{2/3} a_e^{-1/3} h_{1.2} \quad (14)$$

حيث:

$$\beta = \frac{1 + 1.6\,K^2 + 0.75\,K^4}{1 + 4.5\,K^2 + 1.35\,K^4} \quad (15)$$

$K$: السماحية السطحية للأرض من أجل الاستقطاب الرأسي:

$$K = 0.36(a_e f)^{-1/3} \left[ (\varepsilon = 1)^2 + (18\,000\,\sigma / f)^2 \right]^{-1/4} \left[ \varepsilon^2 + (18\,000\,\sigma / f)^2 \right]^{1/2} \quad (16)$$

حيث:

$\varepsilon$: السماحية النسبية المكافئة للأرض

$\sigma$: الإيصالية المكافئة للأرض (S/m)

$a_e$: نصف قطر الأرض المكافئ يساوي 4/3 من 6 371 km

$d$: المسافة بين المرسل والمستقبل (km)

$f$: تردد الإرسال

$h_1$ و$h_2$: ارتفاع هوائي الإرسال والاستقبال (m) على التوالي.

$$F(X) = 11 + 10 \log(X) - 17.6X \quad (17)$$

$$G(Y) \cong 17.6\,(Y - 1.1)^{1/2} - 5 \log\,(Y - 1.1) - 8 \quad \text{for} \quad Y > 2 \quad (18)$$

$$G(Y) \cong 20 \log(Y + 0.1Y^3) \quad \text{for} \quad 10\,K < Y < 2 \quad (19)$$

$$G(Y) \cong 2 + 20 \log K + 9 \log(Y/K)[\log(Y/K) + 1] \quad \text{for} \quad K/10 < Y < 10\,K \tag{20}$$

$$G(Y) \cong 2 + 20 \log K \quad \text{for} \quad Y < K < 10 \tag{21}$$

حيث تكون $K$ السماحية السطحية المقيسة.

## 2.3 النتائج الرقمية

### 1.2.3 المظاهر الطيفية

تستخدم المعادلة (7) من أجل إجراء حساب عامل النبذ خارج القناة $OCR(\Delta f)$ كدالة تخص $\Delta f$. وسوف يتم النظر في هذا المثال في حالتي دراسة:

*الحالة 1*: نظام يعمل بالتردد 25 kHz يتداخل في نظام يعمل بالتردد 12,5 kHz.

*الحالة 2*: نظام يعمل بالتردد 12,5 kHz يتداخل في نظام يعمل بالتردد 25 kHz.

تبين الافتراضات الرقمية من أجل الحالتين في الجدول 2 حين يعبر عن $OCR(\Delta f)$ كدالة للفصل بالتردد $\Delta f$ (kHz).

الجدول 2

**نتائج OCR (dB) من أجل التداخل بين نظامين غير متماثلين**

| $\Delta f$ (kHz) | الحالة 1: $OCR(\Delta f)$ (dB) | الحالة 2: $OCR(\Delta f)$ (dB) |
|---|---|---|
| 0 | ≅ 0 | ≅ 0 |
| 12,5 | 26,4 | 29 |
| 25 | 57,7 | 58,8 |
| 37,5 | 57,7 | 59 |

### 2.2.3 المظاهر الفضائية

استناداً إلى المعلمات المفترضة في الجدولين 1 و2 وبافتراض توزيع سلم عادي لقدرة الإشارة المرغوبة المستقبلة، يبلغ عامل تنوعية المكان 17 dB ويبلغ 90% من تغطية النظام المتنقل البري 32 km. وتكون سوية قدرة المستقبل المرغوبة المقابلة:

$$P_d = P_{min} + L_{VF} = -128 \text{ dBW}$$

وبالتالي، تكون سوية التداخل المقبولة: $P_d - \alpha = -146$ dBW.

إن مسافات الفصل المطلوبة $D$ بين المحطات القاعدة من أجل الحالتين قيد الدراسة قد حسبت على أساس الإجراء المقدم في هذه الوثيقة. ويبين ملخص بهذه النتائج في الجدول 3.

الجدول 3

**مسافة الفصل المطلوبة، $D$ (km)**
**بالنسبة إلى الفصل بالتردد $\Delta f$ (kHz)**

| $\Delta f$ (kHz) | الحالة 1 والحالة 2: $D$ (km) |
|---|---|
| 0 | 107,5 |
| 12,5 | 72,5 |
| 25 | 33 |
| 37,5 | 33 |

### 3.2.3 جوانب العزل التابعة لهامش الخبو

نحصل على العزل المطلوب $L_I$ على شكل لوغاريتم عادي لهامش الخبو كما يرد في الجدول 4 باستعمال المعلمات المعطاة في الجدولين 1 و2 والإجراء البديل المذكور في الفقرة 4.2.

الجدول 4

**العزل المطلوب $L_I$(dB) تبعاً لهامش الخبو باللوغاريتم العادي، $N$(dB)**

| $\Delta f$ (kHz) | الحالة 1 | | الحالة 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | $N = 3$ | $N = 10$ | $N = 3$ | $N = 10$ |
| 0 | 183,02 | 173,46 | 183,02 | 173,46 |
| 12,5 | 156,62 | 147,06 | 154,02 | 144,46 |
| 25 | 125,32 | 115,76 | 124,22 | 114,66 |
| 37,5 | 125,32 | 115,76 | 124,02 | 114,46 |

يلاحظ أنه كلما ازدادت القيمة $N$ (هامش الخبو) كلما انخفض العزل.

## 4 قاعدة التردد/المسافة المنطبقة على التشكيل البيني

إضافة إلى التداخل في نفس القناة والقناة المجاورة، تتأثر الأنظمة المتنقلة البرية بتداخل التشكيل البيني من خلال منتجات هذا التشكيل. وفي حالة التشكيل البيني لمستقبل من الدرجة الثالثة ذات إشارتين، وبما أن تشكيل منتج التشكيل البيني ينطوي على مرسلي محطة قاعدة، تترابط المسافات الدنيا المقبولة من مستقبل متأثر بالتداخل.

واستناداً إلى الافتراض بأن كسب هوائي الاستقبال يساوي الخسارة الإجمالية للمستقبل، وأن القيمة المتوسطة لسوية الإشارة المطلوبة الدنيا لإنتاج نسبة إشارة إلى التداخل تساوي 12 dB تتضمن الضوضاء والتشوه (SINAD) بوجود الضوضاء تبلغ –145 dBW وأن خسارة مسير الفضاء الحر تستخدم وأن لكل المرسلات نفس القدرة e.i.r.p. تساوي 20 dBW، تكون قاعدة التردد/المسافة من أجل النطاق 410–470 MHz قائمة من أجل التنبؤ بسويات قدرة التداخل عند المحطة المستقبلة المتأثرة بالتداخل في هذا النموذج:

$$P = 2P_N + P_F - 0.57 - 60 \log(\delta f) \quad (22)$$

حيث:

$P$: سوية قدرة التداخل الناتجة عن المستقبل المتأثر بالتداخل (dBW)

$P_N$: القدرة المستقبلة (dBW) من المرسل الذي يكون تردده الأقرب إلى تردد المستقبل المتأثر بالتداخل

$P_F$: القدرة المستقبلة (dBW) من المرسل الذي يكون تردده الأبعد من تردد المستقبل المتأثر بالتداخل

$\delta f$: فصل التردد بين ترددات المرسل البعيد والمرسل القريب (MHz).

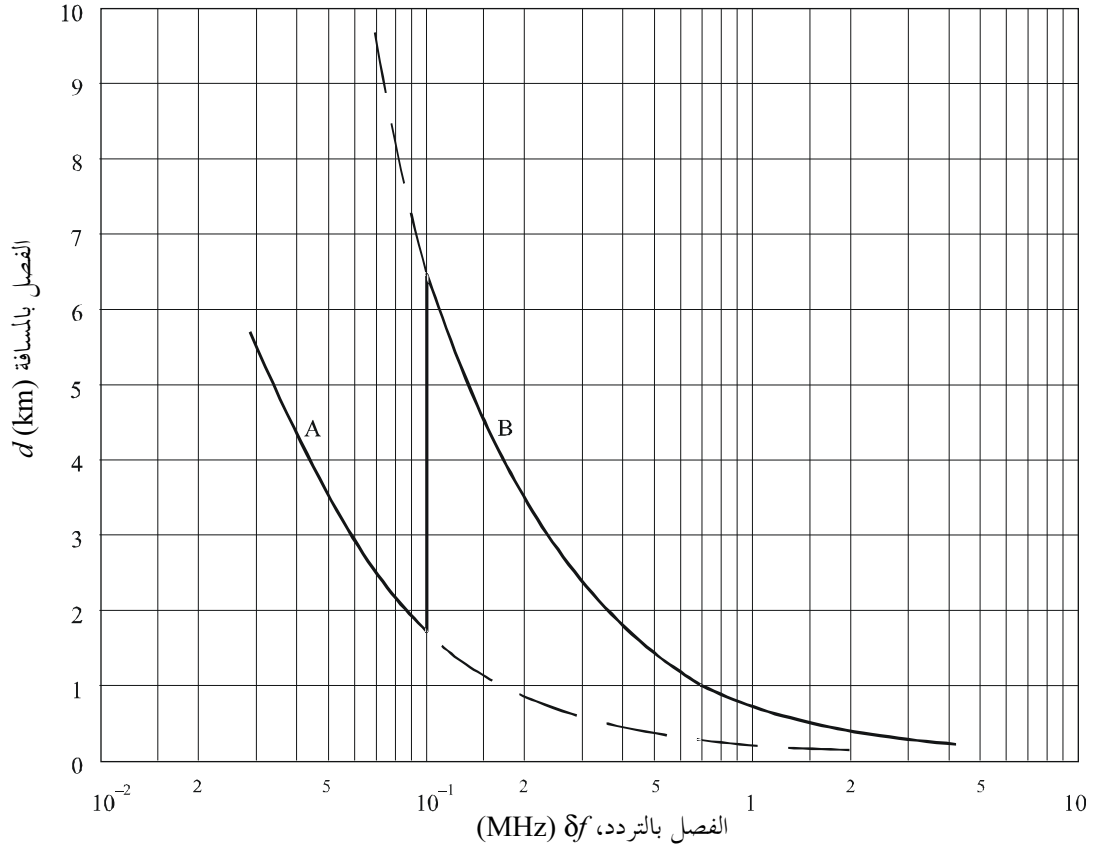
وباستخدام تردد موجة حاملة يساوي 460 MHz، يظهر التشكيل البيني من الدرجة الثالثة ذات إشارتين في حال:

$$d \cdot \delta f \leq 0.17 \quad (23)$$

حيث تمثل $d$ المسافة بين محطة متواجدة من محطة مقترحة. وقد افترض هامش حماية يبلغ 6 dB بين سوية القدرة المتداخلة وسوية القدرة الدنيا. ويمكن أن تتوفر المعلومات المفيدة في التوصية ITU-R SM.1134. ونظراً إلى إمكانية أن تكون محطة ما معنية كمحطة مستقبلة متعرضة للتداخل، أي مرسل بعيد أو مرسل قريب في منتج التشكيل البيني، يجب عندها أن يستخدم المنحني B مع المنحني A عند إقامة قاعد التردد/المسافة المبينة في الشكل 1. وتقابل المساحة فوق المنحني حالات التداخل المسموحة في حين تقابل تلك التي تكون تحت هذه المساحة حالات التداخل الممكن.

الشكل 1

**قاعدة التردد/المسافة من أجل تحليل تداخل التشكيل البيني لمستقبل من الدرجة الثالثة ذات إشارتين**




منحني انتقاء التشكيل البيني ———

المنحني A: $d$ كدالة تخص $\delta f$

المنحني B: $2d$ كدالة تخص $2\delta f$

0337-01

## 5 الاستنتاجات

من أجل تخصيص تردد لمحطة جديدة مقترحة لا بد من تقييم التداخل في نفس القناة وفي القناة المجاورة أولاً باستخدام قواعد التردد/المسافة المناسبة. وبعد تلبية هذه القواعد، يتم النظر في المحطات المتواجدة التي من الممكن أن تكون معنية بتداخل التشكيل البيني مع المحطة المقترحة استناداً إلى قاعدة التردد/المسافة للتشكيل البيني. ويمكن أن يتبع ذلك تحليل مفصل في حال عدم تلبية هذه القواعد. ولا بد من الإشارة إلى أن التحاليل الواردة في هذه التوصية لا تعتبر عوائق اصطناعية أو طبيعية.

_____