

## التوصية ITU-R SF.1719

التقاسم بين الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط  
ومحطات الإرسال الأرضية في أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض  
وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق GHz 29,5 - 27,5  
(المسألان ITU-R 206-2/9 و ITU-R 237-2/4)

(2005)

## نطاق التطبيق

تبحث هذه التوصية التقاسم حسبما وصف في العنوان. ويقدم الملحق عدة منهجيات لتحديد التداخل لدعم التوصيات الداعية إلى أن تتلافى الإدارات وزع محطات استقبال للخدمة الثابتة وأعداد كبيرة من محطات إرسال أرضية للخدمة الثابتة الساتلية بترددات متراكبة في النطاق الترددي GHz 29,5-27,5 في منطقة جغرافية واحدة.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

## نظراً إلى

- ( أ ) أن النطاق GHz 29,5-27,5 مخصص لكل من الخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية (أرض-فضاء) وكذلك للخدمة المتنقلة على أساس أولي في لوائح الراديو؛
- ( ب ) أن استخدام النطاق GHz 29,1-28,6 من جانب الخدمة الثابتة الساتلية يخضع للرقم 523A.5 من لوائح الراديو؛
- ( ج ) أنه يمكن تنسيق المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية كل على حدة في كل النطاق GHz 29,5-27,5؛
- ( د ) أن بعض أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية تعتمد وزع عدد صغير من المحطات الأرضية ذات الهوائيات الكبيرة على أساس منسق؛
- ( هـ ) أن التطبيقات في الخدمة الثابتة الساتلية المرتفعة الكثافة تستخدم عدداً كبيراً من مطاريف المستعملين الصغيرة الفتحة الموزعة في كل مكان؛
- ( و ) أن الطرق التقليدية لتنسيق مثل هذا العدد الكبير من المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية الموزعة في كل مكان قد يمثل عبئاً كبيراً على الإدارات؛
- ( ز ) أن الإدارات الراغبة في تلافي التداخل المحتمل بين المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية الموصوفة في الفقرة ( و ) من الديباجة ومحطات الخدمة الثابتة قد تستخدم شكلاً من أشكال تجزئة النطاق إما في إقليمها كله أو على أساس جغرافي،

## إذ تدرك

- ( أ ) أنه على الرغم من تجزئة النطاق داخل الإدارة فإن التنسيق مع الإدارات الأخرى يظل لازماً بموجب لوائح الراديو،

## توصي

1 بأنه مراعاة لنتائج الدراسات المدرجة في الملحق 1، فإنه ينبغي تلافي وزع محطات استقبال للخدمة الثابتة وأعداد كبيرة من محطات الإرسال الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية بترددات متراكبة في النطاق GHz 29,5-27,5 في منطقة جغرافية واحدة.

## الملحق 1

### التقاسم بين الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط ومحطات الإرسال الأرضية في أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق GHz 29,5-27,5

#### 1 مقدمة

خصصت وحددت نطاقات ترددية لكي تستخدمها أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق GHz 28 المتقاسم على أساس أولي مع الخدمة الثابتة. وقد يسر المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية -95 (WRC-95) والمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية - 97 (WRC-97) استخدام النطاقين GHz 19,3-18,8 و GHz 29,1-28,6 لأنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في مخصصات الخدمة الثابتة الساتلية. ويعالج في هذا الملحق التداخل من المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي ترسل في النطاق GHz 29,5-27,5 في جهاز استقبال للخدمة الثابتة.

ومن الصعب تشغيل أنظمة توزيع متعددة النقاط (مثلاً أنظمة التوزيع/الاتصالات المحلية المتعددة النقاط) أو أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة والمحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية (أرض-فضاء) في منطقة جغرافية واحدة ومن شأن هذا التشغيل أن يقيد بشدة تطوير هذين النوعين من الخدمات. ويمكن أن تعاني أجهزة استقبال أي أنظمة للخدمة الثابتة من تداخل طويل الأجل، وكبير في المدى القصير، من الوصلات المساعدة للخدمة الثابتة الساتلية، كما هو مبين في الشكل 1. وشدة هذا التداخل هي دالة للفصل بين المطاريف والأرض والعقبات الاصطناعية وتمييز الهوائي وطاقة خرج المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية والتداخل المسموح به لأنظمة الخدمة الثابتة.

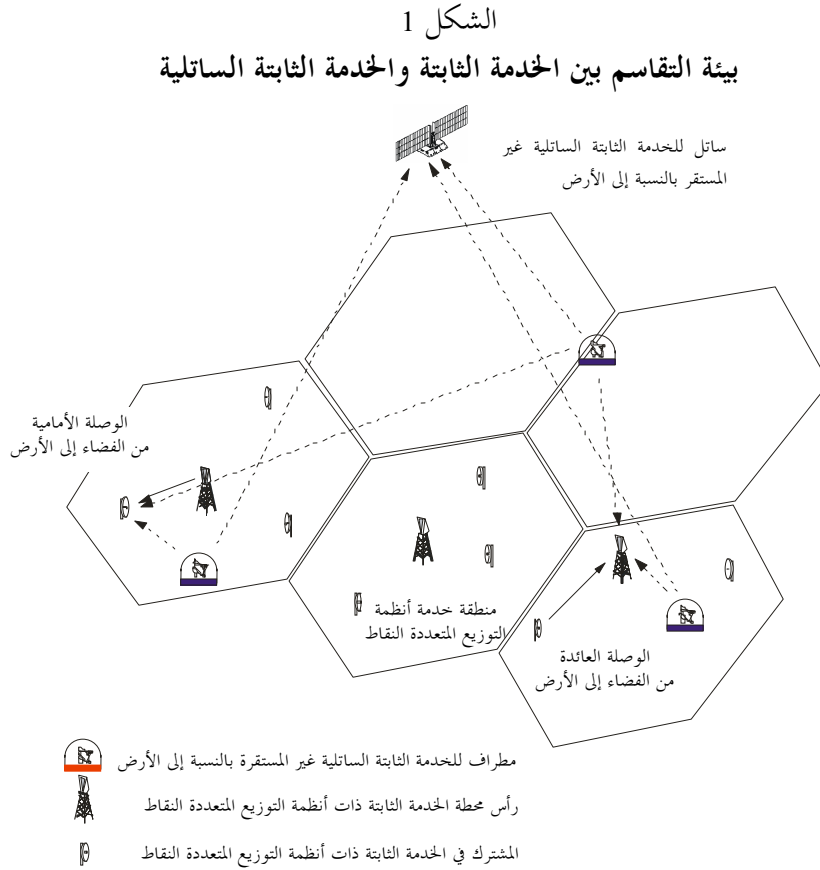
ويتضمن هذا الملحق وصف ونتائج هذين التحليلين. أحدهما هو النهج التحديدي والآخر هو النهج الإحصائي.

#### 2 وصف أنظمة التوزيع المتعدد النقاط

وضع وصف نوعي لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط يستخدم معلمات متسقة مع التوصية ITU-R F.758. وقد أكد الصانعون والمشغلون الحاليون لمعدات أنظمة التوزيع المتعددة النقاط إمكانية استخدام هذه المعلمات في النطاق GHz 29,5-27,5. وترد في الجدول 1 الخصائص الممثلة لجهاز استقبال التردد الراديوي الواردة في التوصية ITU-R F.758 التي استخدمت في التحليلات المحددة، وذلك لخمس محطات أساسية وأربع محطات للمشاركين.

وتتألف شبكات أنظمة التوزيع المتعددة النقاط من محطة أساسية واحدة أو أكثر تخدم عدة محطات للمشاركين. وتخصص للمشاركين محطة أساسية واحدة، على أساس قريهم. وتستخدم المحطات الأساسية هوائي شامل الاتجاهات أو شامل القطاعات، في حين تستعمل محطات المشاركين عادة هوائياً طبقياً أعلى كسباً. ويكون طول وصلات مسارات الخدمة عادة نحو 5 km. ويمكن أن تخدم المحطة الأساسية عدداً كبيراً من المستعملين حسب طرق التضمين والنفاد.

وتقدم التوصية ITU-R F.758 أيضاً خصائص وصلات الخدمة الثابتة، وأكد الصانعون صلاحيتها في النطاق GHz 29,5-27,5. وعادة ما يكون كسب الهوائي في وصلات الخدمة الثابتة بين نقطة ونقطة أكبر منه في أنظمة التوزيع المتعددة النقاط ويمكن أن يصل إلى 46 dBi.



الجدول 1

## وصف لجهاز استقبال نوعي لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط

أنظمة المحطة المحورية					المعلمة
المحطة المحورية 5	المحطة المحورية 4	المحطة المحورية 3	المحطة المحورية 2	المحطة المحورية 1	جهاز استقبال المحطة المحورية
24 (°3 × °45)	24 (°3 × °45)	15 (°15 × °90)	15 (°15 × °90)	20 (sector °90)	كسب الاستقبال (dBi)
2,50	1,36	2,50	1,36	16,4	عرض نطاق التردد المتوسط (MHz)
7,5	7,5	7,5	7,5	10	عامل الضوضاء في جهاز الاستقبال (dB)
132,5-	135,1-	132,5-	135,1-	121,8-	قوة الضوضاء (dBW)
141,6-	144,3-	141,6-	144,3-	131,8-	التداخل الطويل الأجل (dBW)
أنظمة المشترك					
	محطة المشترك دال	محطة المشترك جيم	محطة المشترك باء	محطة المشترك ألف	جهاز استقبال المشترك
	36	36	36	47	كسب الاستقبال (dBi)
	50	1,36	40	16,4	عرض نطاق التردد المتوسط (MHz)
	7	7	7	8	عامل الضوضاء في جهاز الاستقبال (dB)
	120,0-	135,6-	121,0-	123,8-	قوة الضوضاء (dBW)
	129,1-	144,8-	130,1-	133,8-	التداخل الطويل الأجل (dBW)

### 3 مواصفات الوصلة الصاعدة للخدمة الثابتة الساتلية

بينت الدراسات السابقة لمسافات التنسيق والمسافات الفاصلة اللازمة بين المحطات الأرضية لكل من الخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية أن النتائج مماثلة سواءً كانت المحطة الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية تتصل بساتل يعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض أو لا يعمل في ذلك المدار. وتفحص هذه التحليلات كلاً من المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية التي تعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض والتي لا تعمل في ذلك المدار.

#### 1.3 الأنظمة النوعية للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

اقترحت عدة أنظمة مختلفة للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. مجموعة متنوعة من خصائص الوصلة الصاعدة. ويقدم الجدول 2 موجزاً مختصراً لعدة معلمات مفيدة للوصلة الصاعدة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض تفيد في تقدير مدى التداخل المحتمل في جهاز استقبال أنظمة التوزيع المتعددة النقاط. وينص أنظمة السواتل المنخفضة التي تدور حول الأرض (LEOSAT-1) على قدرة إرسال تبلغ في السماء الصافية -0,7 dBW في النطاق 1,3 MHz. ويكون فص الجانب البعيد لهوائي صغير قطره 0,3 m، -3,8 dBi. وتنتج مسافات منخفضة إذا استعملت للخدمة الثابتة الساتلية هوائيات ذات فصوص جانبية أفضل أداءً. وتتطلب وصلة صاعدة للسواتل USAMEO-1 قدرة على الإرسال في السماء الصافية تبلغ نحو 11,3 dBW في النطاق 2,8 MHz باستخدام هوائي قطره 90 cm. واستناداً إلى التوصية ITU-R S.465 يكون مستوى فص الجانب البعيد -9,6 dBi.

#### الجدول 2

أمثلة لمعاملات الوصلة الصاعدة لأنظمة للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

النظام	الكسب (dBi)	عرض النطاق (MHz)	كثافة القدرة المشعة المكافئة المتاحة (dB(W/Hz))
USAMEO-4	41,9	1,445	21,4-
USAMEO-1 65 cm	44,16	0,562	6,06-
USAMEO-1 90 cm	46,98	2,812	6,25-
USAMEO-3 32 cm	38,8	2,628	26,90-
USAMEO-3 52 cm	44,0	13,142	26,89-
USAMEO-2 KSL	55,2	250,0	17,27-
LEOSAT-2 DTH	35,6	4,244	33,08-
LEOSAT-2 LB	48,4	97,421	31,39-
LEOSAT-2 SB	45,9	20,31	33,28-
USAKA-L1 FWD	56,0	22,6	21,31-
USAKA-L1 RTN	39,8	2,93	26,15-
LEOSAT-1 TST	35,2	3,1	30,41-

#### 4 تحليل لأنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط ولأنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

تستطيع أي محطة إرسال أرضية للخدمة الثابتة الساتلية أن تسهم في مستويات التداخل القصيرة الأجل والطويلة الأجل لمحطات المشتركين وللمحطات المحورية لأنظمة التوزيع المتعددة الالتقاط لمحطات المشتركين.

#### 1.4 التحليل المحدد

يمكن حساب المسافات الفاصلة لتلافي التداخل الضار بين جهاز إرسال محطة أرضية للخدمة الثابتة الساتلية وجهاز إرسال خدمة ثابتة باستخدام إجراء معادلة الوصلة المبسطة الوارد وصفها في التذييل 1 لهذا الملحق. وتفترض الحسابات آليات انتشار على خط الرؤية في ظروف سماء صافية وخسارة إرسال إضافية ناجمة عن الانعراج على مسارات أفقية على الأرض الكروية. ولم يؤخذ

التوهين الناجم عن المطر بعين الاعتبار. ولم يتضمن هذا التحليل المزايا الموجودة في الإعاقات الأرضية وتمييز هوائيات مطاريف الخدمة الثابتة الإضافية (الناشئة عن ارتفاعات مختلفة) لأنه لا يمكن ضمان آثارها في أي سيناريو. وعلى الرغم من أن هذه الآثار يمكن أن تؤدي إلى تحسّنات من ناحية التداخل فإنها تميل إلى أن تعادل بثلاثة عوامل أخرى تزيد التداخل في تحليل تفصيلي:

- وي طرح التحليل الراهن افتراضاً متحفظاً بأن هوائي إرسال المحطة الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية لا يسبب تداخلاً إلا عن طريق الفصوص الخلفية في حين أنه في عمليات التنفيذ الحقيقي يوجه هوائي المحطة الأرضية أحياناً بصورة أقرب إلى الحزمة الرئيسية لجهاز استقبال الخدمة الثابتة لكن لفترة قصيرة بسبب طبيعة أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية؛ و
- يفترض التحليل الراهن أن تكون قناة إرسال واحدة للخدمة الثابتة الساتلية نشطة في حين قد تكون هناك في الواقع عدة قنوات للخدمة الثابتة الساتلية قائمة بالإرسال في القناة المارة المستقبلية للخدمة الثابتة؛ و
- قد تكون هناك عدة محطات أرضية عاملة في نفس الموقع تتقاسم التردد في نفس الوقت مع سواتل مختلفة للخدمة الثابتة الساتلية في نفس الشبكة و/أو في شبكات متعددة.

وبإعادة حساب المسافات الفاصلة للزوايا السميتية لجهاز استقبال الخدمة الثابتة من  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$  ينتج كنتور ثنائي البعد، يعرف باسم "المنطقة الفاصلة". وتمثل هذه المناطق الفاصلة مناطق حول جهاز استقبال الخدمة الثابتة يمكن فيها استبعاد تشغيل المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية لضمان تشغيل جهاز استقبال الخدمة الثابتة على نحو سليم.

#### 1.1.4 إمكانية التداخل من أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

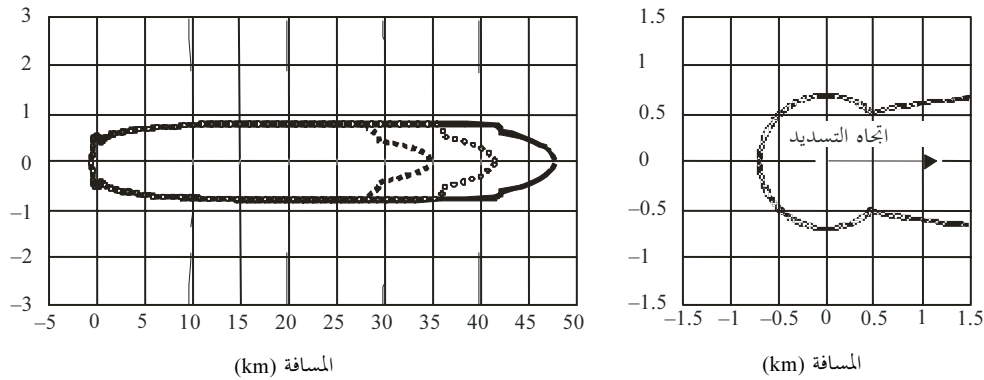
من أجل إجراء تقدير أولي لإمكانية التداخل من المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض تستخدم مستويات فصوص الجانب البعيد (الفصوص الخلفية). وهذا يوفر أدنى مستوى للتداخل غير المعاق باعتباره دالة للاتجاه النسيبي. وعلى الرغم من أن مستويات التداخل قد تزداد بصورة دورية حسب موقع الساتل المقدم للخدمة فإن التداخل من فص الجانب البعيد ينتظر أن يحدث بشكل بالغ التواتر.

ويقدم الشكل 2 مثلاً لمنطقة فاصلة محطة أرضية للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض حول محطة مشترك لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط (SUB A) على أساس خصائص الوصلة الصاعدة لـ LEOSAT-1. وتتراوح المسافة الفاصلة القصوى اللازمة (في حزمة الاستقبال الرئيسية) بين 35 و 50 km، حيث تتعلق القيمة العليا بكل من ارتفاع هوائي محطة المشترك وارتفاع هوائي المحطة الأرضية اللذين يبلغان 30 m ولا تؤخذ في الاعتبار أي إعاقة من الأرض أو المباني. وهذا يمثل بوضوح سيناريو أسوأ حالة لكن في الحالات التي تعوق فيها الأرض أو المباني الإشارة المتداخلة تخفض هذه المسافات تخفيضاً كبيراً؛ ويكون الفصل بين الفص البعيد والفص البعيد الآخر 700 m. وتعتمد هذه المنطقة على تراكم قوة التداخل على ما نسبته 19% من عرض نطاق استقبال محطة المشترك ألف (= 16,4/3,1 MHz). وأسفرت المسافات الفاصلة المحسوبة لمحطات المشتركين الأربع المختلفة عن تراوح حد الحزمة الرئيسية بين 29 و 47 km، مع حدوث المسافة القصوى مع محطة المشترك ألف (أكبر كسب استقبال). وتراوحت المسافات الفاصلة بين الفصين الخلفيين بين 0,7 و 2,0 km مع حدوث المسافة القصوى فيما يتعلق بمحطة المشترك جيم (أصغر عرض نطاق). ويتضمن الجدول 3 ملخصاً للمسافات الفاصلة المحسوبة لـ LEOSAT-1 ومحطات المشتركين المختلفة.

وتبين المسافات الفاصلة المحسوبة للمحطات المحورية الخمس المختلفة أن الحدود تتراوح حسب نوع المحطة المحورية بين 15 km (المحطة المحورية 1) ومسافة تتراوح بين 35 و 50 km (المحطة المحورية 5)، حيث تتعلق القيمة العليا بكل من ارتفاع هوائي المحور وارتفاع هوائي المحطة الأرضية اللذين يبلغان 30 m، ولا تؤخذ في الاعتبار أي إعاقة من الأرض أو المباني (أعلى كسب استقبال، عرض نطاق مماثل لإشارة التداخل). وتعلق القيمة العليا للمسافة البالغة 50 km بسيناريو أسوأ حالة. ويتضمن الجدول 4 ملخصاً للمسافات الفاصلة المحسوبة بين LEOSAT-1 والمحطات المحورية المختلفة. ويبين الشكل 3 مثلاً للمنطقة الفاصلة LEOSAT-1 المرتبطة بمحطة محورية (المحطة المحورية 5). والفصل بين الفص البعيد لمطراف للخدمة الثابتة الساتلية والفص الرئيسي للمحطة المحورية أكبر بكثير من معظم خلايا الخدمة النمطية لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط.

## الشكل 2

مثال للمنطقة الفاصلة لـ LEOSAT-1 حول محطة المشترك (SUB-1)



———— (m 30 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

◆◆◆◆◆ (m 15 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

◆◆◆◆◆ (m 5 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

سما صافية

I/N dB 10-

dBW 0,7-

dBi 35,2

الظروف:  
المعيار:  
قدرة المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض:  
كسب المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض:

———— (m 5 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

1719-02

## الجدول 3

المسافات الفاصلة بين محطة مشترك في LEOSAT-1 ذي أنظمة التوزيع المتعدد النقاط/مطراف مستعمل LEOSAT-1

الفصل بين الفصين الخلفيين (km)	الفصل بين الحزمتين الرئيسيتين <sup>(1)</sup> (km)	أنظمة التوزيع المتعدد النقاط
0,71	46,39 - 34,01	محطة المشترك ألف
0,87	41,52 - 29,21	محطة المشترك باء
2,04	44,00 - 31,67	محطة المشترك جيم
0,78	41,20 - 28,90	محطة المشترك دال

<sup>(1)</sup> مجموعة مسافات فاصلة تعتمد على توليفات من ارتفاعات محطات تبلغ (m 5 ، m 30) و (m 30 ، m 30).

## الجدول 4

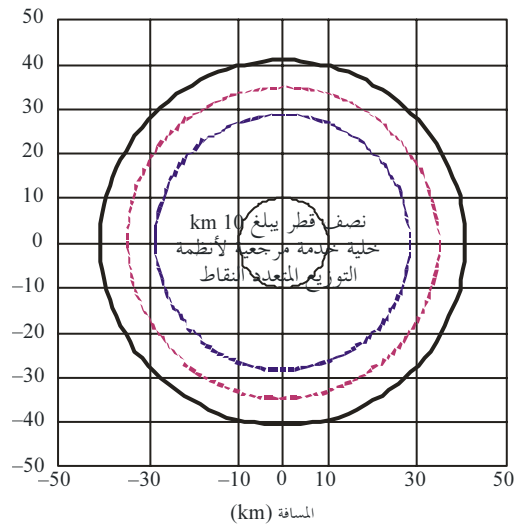
المسافات الفاصلة بين مطراف مستعمل LEOSAT-1/ المحطة المحورية لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط

الفصل بين الحزم الرئيسية <sup>(1)</sup> (km)	أنظمة التوزيع المتعدد النقاط
14,68	المحطة المحورية 1
15,11	المحطة المحورية 2
19,51	المحطة المحورية 3
34,42 - 27,60	المحطة المحورية 4
40,76 - 28,46	المحطة المحورية 5

(1) مجموعة مسافات فاصلة تعتمد على توليفات من ارتفاعات محطات تبلغ (m 30 و m 30) و (m 5 و m 30).

## الشكل 3

مثال للمنطقة الفاصلة LEOSAT-1 حول المحطة المحورية (HUB 5)



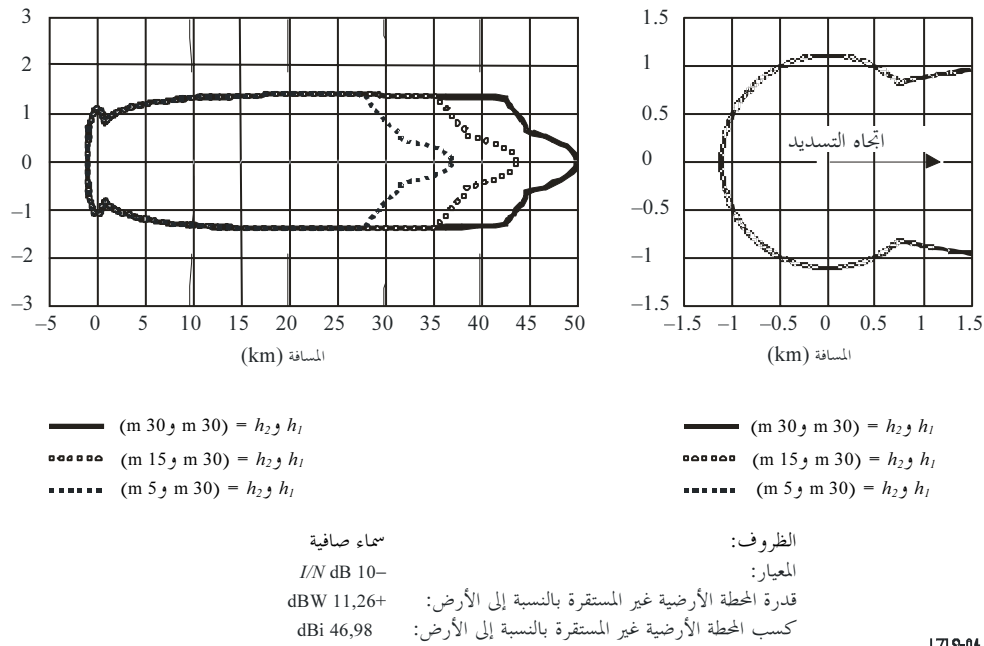
- (m 30 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$
- - - (m 15 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$
- (m 5 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

الظروف: السماء صافية  
المعيار: I/N dB 9,1-  
قدرة المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض: dBW 0,7-  
كسب المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض: dB<sub>i</sub> 35,2

يبين الشكل 4 (محطة المشترك ألف) والشكل 5 (المحطة المحورية 5)، على التوالي، المنطقتين الفاصلتين محطة المشترك والمحطة المحورية لمحطة أرضية 90 cm لـ USAMEO-1. وبينت المسافات الفاصلة المحسوبة لخصائص محطات المشتركين الأربعة أن حدود الحزم الرئيسية تتراوح بين 31 و49 km، حيث تتعلق القيمة الأكبر بمسافة الحزمة الرئيسية لمحطة المشترك ألف (أكبر كسب استقبال) عندما يكون ارتفاع هوائي كل من محطة المشترك والمحطة الأرضية 30 m ولا تؤخذ في الاعتبار أي إعاقة من الأرض أو المباني. وهذا يمثل بوضوح مرة أخرى سيناريو أسوأ حالة لكن في الحالات التي تعوق فيها المباني والأرض الإشارة المتداخلة تخفض هذه المسافات تخفيضاً كبيراً. وتراوحت المسافات الفاصلة بين الفصوص الخلفية بين 1,4 و4,4 km، وكانت المسافة القصوى لمحطة المشترك جيم (أصغر عرض نطاق). وبينت المسافات المحسوبة لخصائص المحطات المحورية الخمس أن الحدود تتراوح بين 26 و43 km، وكانت المسافة القصوى للمحطة المحورية 5 (أكبر كسب استقبال، عرض النطاق يماثل إشارة التداخل) وكان ارتفاع هوائي كل من المحطة المحورية والمحطة الأرضية 30 m ولم تؤخذ في الاعتبار أي إعاقة من الأرض أو المباني. ويقدم الجدولان 5 و6 ملخصاً للمسافات الفاصلة المحسوبة بين USAMEO-1 ومحطات المشتركين والمحطات المحورية المختلفة، على التوالي.

الشكل 4

مثال لمنطقة فاصلة لـ USAMEO-1 (90 cm) حول محطة المشترك (محطة المشترك ألف)

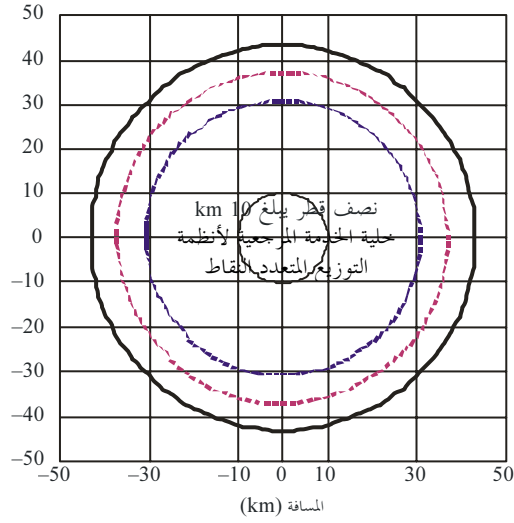


عدد المحطات الأرضية المتوقع غير معروف لكن تستطيع محطة أرضية واحدة فقط، كما هو مبين، استبعاد منطقة كبيرة من خدمة أنظمة التوزيع المتعدد النقاط، حتى إذا تجاهلنا المنطقة الممتدة بعد خط الرؤية.



## الشكل 5

مثال لمنطقة فاصلة لـ USAMEO-1 (90 cm) حول المحطة المحورية (المحطة المحورية 5)



- (m 30 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$   
 - - - (m 15 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$   
 - - - (m 5 و m 30) =  $h_2$  و  $h_1$

سماء صافية

I/NdB 9,1-

dBW 11,26+

dB<sub>i</sub> 46,98

الظروف:

المعيّار:

قدرة المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض:

كسب المحطة الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض:

:719-05

## الجدول 5

المسافات الفاصلة لمطراف مستعمل لـ USAMEO-1/محطة المشترك في أنظمة التوزيع المتعدد النقاط

المسافة الفاصلة بين الفصين الخلفيين (km)	المسافة الفاصلة بين الحزم الرئيسية <sup>(1)</sup> (km)	أنظمة التوزيع المتعدد النقاط
1,42	48,40 - 36,00	محطة المشترك ألف
1,73	43,52 - 31,19	محطة المشترك باء
4,41	46,29 - 33,92	محطة المشترك جيم
1,55	43,21 - 30,87	محطة المشترك دال

<sup>(1)</sup> مجموعة مسافات فاصلة قائمة على توليفات من ارتفاعات المحطات (m 5 و m 30) و (m 30 و m 30).

## الجدول 6

المسافات الفاصلة بين مطراف مستعمل USAMEO-1/المحطة المحورية لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط

المسافة الفاصلة بين الحزم الرئيسية <sup>(1)</sup> (km)	أنظمة التوزيع المتعدد النقاط
26,05	المحطة المحورية 1
28,81 - 26,93	المحطة المحورية 2
36,06 - 27,78	المحطة المحورية 3
42,16 - 29,84	المحطة المحورية 4
43,04 - 30,70	المحطة المحورية 5

(1) مجموعة مسافات فاصلة قائمة على توليفات من ارتفاعات المحطات (m 5 و m 30) و (m 30 و m 30).

## 2.1.4 ملاحظات

من الجدير بالملاحظة أن المسافات المحسوبة أعلاه قد لا تكون ممثلة لسيناريو منطقة حضرية أو سيناريو منطقة شبه حضرية ينبغي أن يراعى بشأها أثر الإعاقة بالنسبة إلى كل من التقاسم داخل الخدمة (خلية إلى خلية) والتقاسم بين الخدمات. وقد سلم بأن النتائج المقدمة في البند 1.1.4 تنطبق أيضاً على المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية التي تعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض إذا كانت تعمل بخصائص مماثلة للخصائص الواردة في الجدول 2.

## 2.4 التحليل الإحصائي

تم التوصل إلى النتائج المقدمة أدناه باستخدام أداة تطبيق منهجية إحصائية قائمة على تقنية مونت كارلو. وتقدم هذه الأداة الأثر التراكمي لكل محطة مشترك أو محطة أساسية لأنظمة خدمة ثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط من جميع مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية التي ترسل في وقت واحد إلى مجموعة سواتل لا تعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض. ويفترض التحليل أن كل قناة تردد للخدمة الثابتة الساتلية تستعمل مرة واحدة فقط في كل خطوة محاكاة.

وقد نظر في حالة خلية واحدة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط على مسافة 3,5 km، وحيث إنه يفترض أن مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية التي قد تتداخل مع أجهزة استقبال الخدمة الثابتة في هذه الخلية على مسافة صغيرة جداً منها فقد حصرت المنطقة الجغرافية قيد الدراسة أعلاه في مساحة 14 × 14 km<sup>2</sup> متمحورة حول مدينة كبرى يعيش فيها عدة ملايين من السكان.

وتتضمن الخلية قيد الدراسة 74 مشتركاً ومحطة أساسية واحدة ترسل على أربعة قطاعات كل منها 90°، ويستعمل كل قطاع عرض نطاق يبلغ 28 MHz بتردد مركزي مختلف عن القطاعات الأخرى.

## 1.2.4 خصائص أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط

يقدم الجدول 7 معلمات المحطة الأساسية. وقد استخدم في هذا التحليل نمط هوائي المحطة المحورية (انظر التوصية ITU-R F.1336) وهوائي محطة المشترك (انظر التوصية ITU-R F.1245).

ويتضمن الجدول 8 معلمات مطاريف المشتركين، التي يفترض أن معدل نشاطها يبلغ 1.

وقد أجريت عمليات المحاكاة باستخدام حساب نسبة التداخل إلى الضوضاء ( $I/N$ )، بالمعايير التالية المفترضة لحماية القمة الثابتة من التداخل (افتراض هامش خبو نمطي لسماء صافية في حدود 10 dB):

- نسبة التداخل إلى الضوضاء = -10 dB ويجب أن لا تتعدى هذا القدر لأكثر مما نسبته 20% من الوقت.
- نسبة التداخل إلى الضوضاء = 9 dB ويجب أن لا تتعدى هذا القدر لأكثر مما نسبته 0,001% من الوقت.

## الجدول 7

معلومات محطة أساسية للخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط

33	معدل إرسال البتات (Mbit/s)
7	عرض نطاق الإرسال (MHz)
98-	الضوضاء الحرارية (dBm)
15	كسب الهوائي (dBi)
m 4 فوق سطح المبنى	ارتفاع الهوائي

## الجدول 8

معلومات محطة المشترك في الخدمة الثابتة

2	معدل إرسال البتات (Mbit/s)
28	عرض نطاق الاستقبال (MHz)
91-	الضوضاء الحرارية (dBm)
35	كسب الهوائي (dBi)
m 1 فوق سطح المبنى	ارتفاع الهوائي

## 2.2.4 خصائص مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

خصائص مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية محل النظر هي خصائص مطاريف مستعملي أنظمة للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 29,1-28,6 GHz. بيد أن هذه الخصائص تعتمد على الأنظمة بقدر أكبر بكثير مما تعتمد على النطاق الترددي المحدد بدقة في النطاق 28 GHz. ونتيجة لذلك تعتبر خصائص مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية المدرجة في الجدول 9 صحيحة بالنسبة للتكنولوجيا التي يستخدمها الأنظمة قيد الدراسة، في النطاق 29,5-27,5 GHz كله لكنها قد لا تكون صحيحة بالنسبة إلى أنظمة أخرى.

## الجدول 9

معلومات مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض

2	معدل البتات (Mbit/s)
3,1	عرض النطاق (MHz)
0,4	قوة الإرسال في السماء الصافية (dBW)
10,7	نطاق التحكم التكييفي في قوة جهاز الإرسال <sup>(1)</sup> (dB)
35	كسب الهوائي (dBi)
m 1 فوق سطح المبنى	ارتفاع الهوائي

<sup>(1)</sup> يطبق أثر نطاق التحكم التكييفي في قوة جهاز الإرسال في كل خطوة من المحاكاة وفقاً لتوزيع المطر كما حدد في التوصية ITU-R P.618.

## 3.2.4 المنهجية

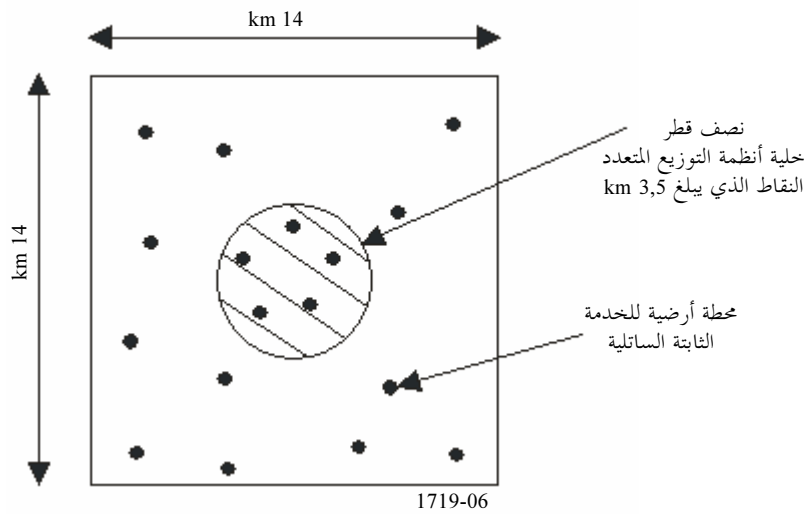
حددت بصورة عشوائية مواقع نحو 1 900 مطراف مستعمل في المنطقة قيد الدراسة وتبلغ مساحتها  $14 \times 14 \text{ km}^2$  وهذا يمثل تحقيق معدل اختراق يصل إلى 20 مطرافاً/  $\text{km}^2$  للمنطقة المشيدة، التي تمثل منطقة حضرية كثيفة.

وقد اختيرت بصورة عشوائية نسبة نشاط هذه المطارييف في كل خطوة من المحاكاة بين 5% و10%، وهذه هي النسبة القصوى لأنها تؤدي على خلية LEOSAT-1 كلها (118 × 118 km) إلى شغل نحو 90% من كل عرض النطاق (500 MHz). ومن الجدير بالملاحظة أن هذه النسب للنشاط ستزداد بعد أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة للأرض والمشاركة في التردد والعامله في النطاق، التي ستكون قليلة العدد.

ويبين الشكل 6 السيناريو قيد التحليل.

الشكل 6

### بيان سيناريو التداخل



في كل خطوة من المحاكاة اختير بصورة عشوائية التردد الذي يستعمله كل مطراف مستعمل نشط في كل عرض النطاق قيد النظر.

وأخيراً حدد ارتفاع وسمت مطارييف المستعملين في كل خطوة من المحاكاة، وفقاً للخصائص الهندسية الحقيقية للكوكبة، وعلى أساس افتراض أن كل مطراف مستعمل يتتبع أقرب ساتل. وعلى هذا الأساس حدد التسلسلان التاليان، وهما يعطيان لكل حالة محاكاة نحو 4 000 عينة:

- لعمليات المحاكاة مع المشتركين: ركزت 58 عينة على زاوية ارتفاع أسوأ حالة (أي 40°)؛
- لعمليات المحاكاة بالمحطة الأساسية: 1 000 عينة.

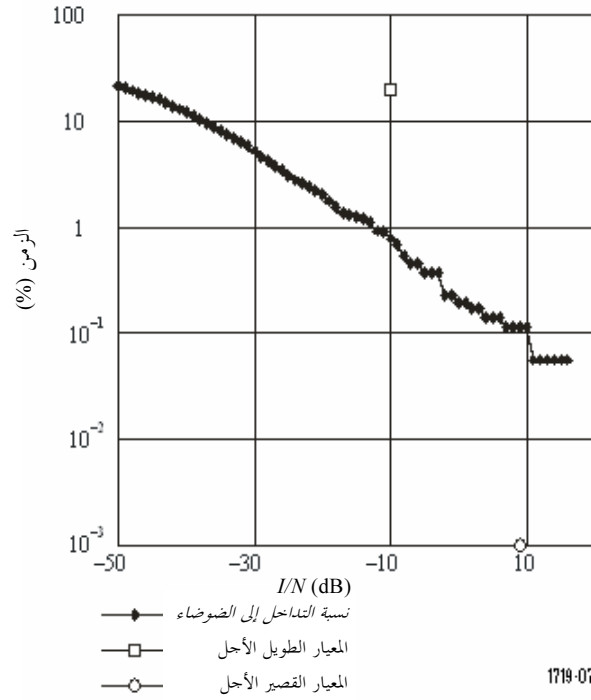
#### 4.2.4 نتائج عمليات المحاكاة

يقدم الشكل 7 نتائج عمليات محاكاة التداخل لجميع المشتركين قيد النظر ويبين أنه وفقاً لمعايير التداخل المفترض القصير الأجل فإنه يتعذر التقاسم في نفس المنطقة. ومن الجدير بالملاحظة أن هذه النتائج تبين مستويات من التداخل أعلى من ذلك إذا أخذت في الاعتبار أكثر من كوكبة واحدة عاملة في مدار السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، بيد أنها ستكون قليلة العدد.

ويبين الشكل 8 نتائج عمليات محاكاة التداخل بالنسبة للمحطة الأساسية. وهو يبين أن التوزيع قد يفي بمعايير التداخل المفترض القصير الأجل، نسبة التداخل إلى الضوضاء -9 dB، لكن بنسبة مئوية أكبر (0,1%). وهكذا فإن النتيجة المتعلقة بحدود التقاسم ليست واضحة جداً. ويرجع اختلاف النتائج نسبياً عن مطارييف المشتركين في أنظمة التوزيع من نقطة إلى عدة نقاط في الخدمة الثابتة إلى اختلاف الكسب الأقصى للهوائي (35 dBi لمطارييف المشتركين في مقابل 15 dBi للمحطات الأساسية). ومن الجدير بالملاحظة أن هذه النتائج يمكن أن تبين مستويات أعلى من التداخل إذا أخذ في الاعتبار أكثر من كوكبة واحدة عاملة في مدار السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض، بيد أنها ستكون قليلة العدد.

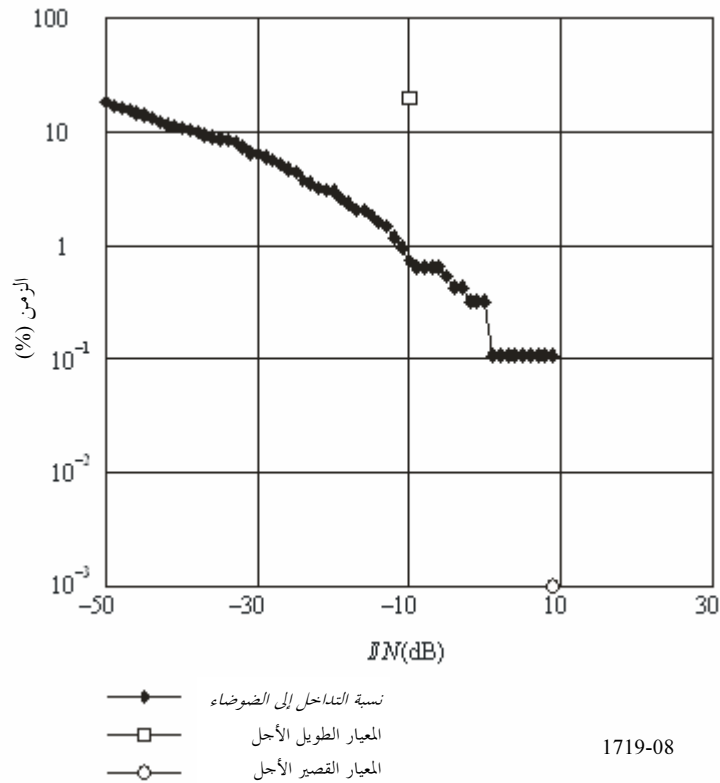
الشكل 7

إحصاءات التداخل من مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض  
في مطراف خدمة ثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط



الشكل 8

إحصاءات التداخل من مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض  
في محطة أساسية للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط



## 5 تحليل لأنظمة الخدمة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وأنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط

كما ذكر آنفاً فإن نتائج عمليات المحاكاة تكون متماثلة سواءً كانت المحطة الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية تتخاطب مع ساتل يعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض أو لا يعمل في ذلك المدار. وقد نوقش ذلك في الفقرة 2.1.4.

### 1.5 المنهجية والخصائص

المنهجية (مع مراعاة ثبات تصويب هوائيات أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض) وأنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط قيد النظر في الدراسة الإحصائية لسيناريو التداخل بين مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض وأنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط هما المستعملين في الفقرة 2.4. يتضمن الجدول 10 خصائص أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

#### الجدول 10

#### خصائص أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض

موقع الساتل	2° شرقاً
ارتفاع المحطات الأرضية الطرفية (بالدرجات)	نحو 33
عرض نطاق القناة المرسل (MHz)	5
القدرة الاسمية للمحطة الأرضية الطرفية (dBW)	10
كسب هوائي المحطة الأرضية الطرفية (dBi)	49,1
ارتفاع الهوائي	1 m فوق سطح المبنى

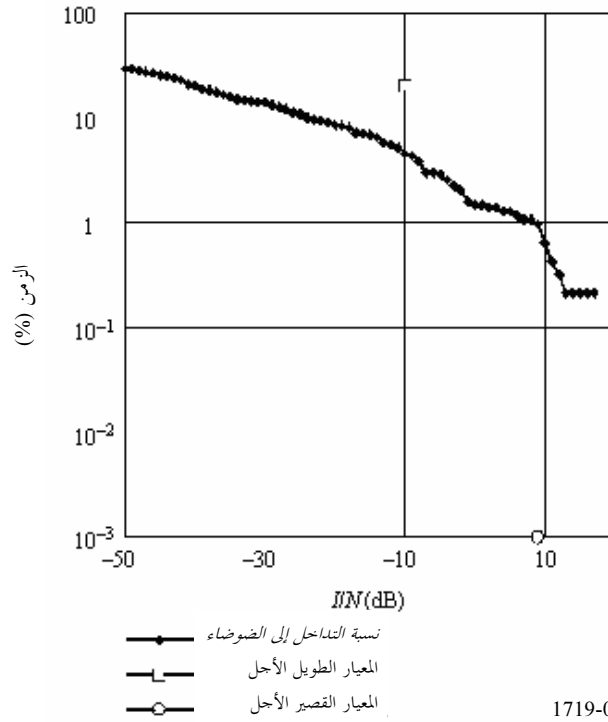
### 2.5 نتائج حساب تداخل مطاريف مستعملي الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض في اتجاه الخدمة الثابتة

كما هو مبين في الشكل 9 فإن المعايير المفترضة القصيرة الأجل غير مستوفاة للسيناريو قيد النظر في الحالة التي يتداخل فيها مطراف المشترك في الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض مع المحطة الأساسية للخدمة الثابتة ذات التوزيع من نقطة إلى عدة نقاط.

وكما هو مبين في الشكل 10 فإن المعايير المفترضة القصيرة الأجل غير مستوفاة للسيناريو قيد النظر في الحالة التي يتداخل فيها مطراف مشترك في الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض مع مطراف مشترك في الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط.

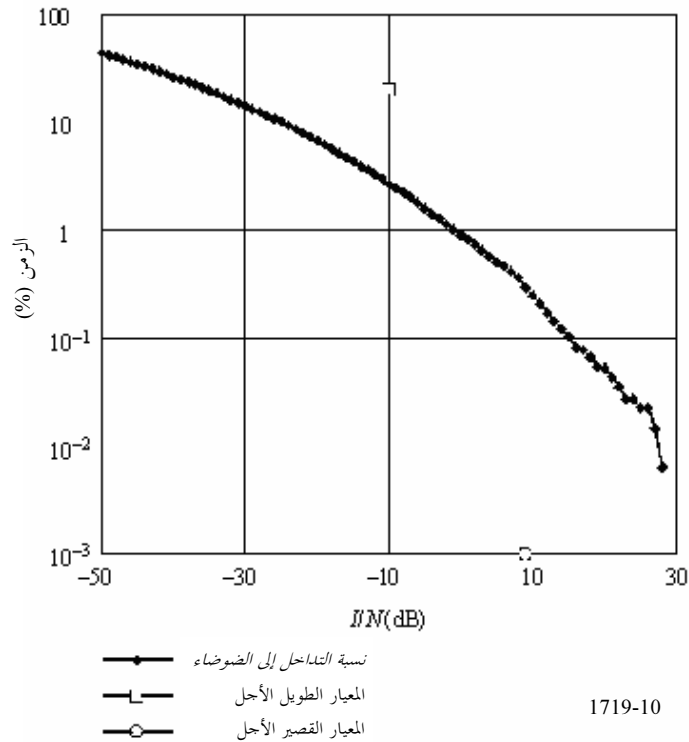
الشكل 9

إحصاءات تداخل مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض  
مع محطة أساسية للخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط



الشكل 10

إحصاءات تداخل مطاريف الخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض  
مع مطراف مشترك في الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط



## 6 النظر في أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة

في حين أنه توجد فعلاً معلومات عن وزع أنظمة للخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط في النطاق 28 GHz فإن المعطيات المتيسرة حالياً عن أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة في هذا النطاق ما زالت محدودة للغاية. بيد أن المعلومات الواردة عن أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط في هذا النطاق في منطقة باريس تبين أن زوايا ارتفاع هوائيات أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة قريبة جداً من هوائيات أنظمة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط. وترد فيما الخصائص النمطية لوصلات الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة في النطاق 26 GHz:

## الجدول 11

## معلومات محطات الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة

28	عرض النطاق (MHz)
95-	الضوضاء الحرارية لجهاز الاستقبال (dBm)
48 إلى 42	كسب الهوائي (dBi)

وتبين مقارنتها بخصائص الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى عدة نقاط أنه من المنتظر أن يكون احتمال التداخل في حالة الخدمة الثابتة للتوزيع من نقطة إلى نقطة أكبر منه في حالة أنظمة التوزيع من نقطة إلى عدة نقاط.

## 7 الخلاصة

تلزم مسافات فاصلة كبيرة بين المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية غير المعاقة والمحطات المحورية لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط بالنسبة إلى حجم خلية الخدمة في أنظمة التوزيع المتعدد النقاط. والواقع هو أن المحطة الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية القائمة في خلية خدمة في أنظمة التوزيع المتعدد النقاط وعلى خط رؤية هوائي المحطة المحورية تستطيع أن تتعدى بسهولة نسبة التداخل الطويل الأجل المسموح بها لجهاز استقبال أنظمة التوزيع المتعدد النقاط من فص الجانب البعيد فقط. وقد تتداخل المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية أيضاً مع محطات المشتركين في أنظمة التوزيع المتعدد النقاط عبر خلايا الخدمة المتعددة إذا لم يوفر تمييز كافٍ من هوائي المشترك الكبير الكسب.

وقد خلص التحليل الحاسم الذي يفترض وجود محطة أرضية واحدة للخدمة الثابتة الساتلية لا تعمل في مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض ترسل على قناة واحدة وعلى أساس حساب خسارة الفضاء الحر (مضافاً إليها خسارة الانعراج والتوهين الغازي) إلى أن التقاسم ليس مستحيلاً. وسلم بأنه يمكن أن تنطبق نتائج مماثلة على المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وعلاوة على ذلك فإنه قد تكون هناك محطات أرضية أخرى للخدمة الثابتة الساتلية ترسل في آن معاً في قناة واحدة أو قنوات أخرى في نطاق الترددات النافذة في الخدمة الثابتة لجهاز استقبال معين في أنظمة التوزيع المتعدد النقاط (محطة محورية أو محطة مشترك). وإذا كان أي من هذه الإرسالات للمحطات الأرضية الأخرى للخدمة الثابتة الساتلية يوجد أيضاً في عرض نطاق جهاز استقبال أنظمة التوزيع المتعدد النقاط فإن المناطق الفاصلة الناجمة قد تكون أكبر من المناطق المبيّنة في الفقرة 1.4. وقد أتاح التحليل الإحصائي تأكيد أن التقاسم ليس ممكناً، وبخاصة لأنه لم يتسن مراعاة معيار التداخل القصير الأجل. وبعبارة أدق فإن هذه النتائج تبين أن تقاسم التردد بين محطات المشتركين في الخدمة الثابتة والمحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية في النطاق 28 GHz ليس ممكناً في المنطقة الجغرافية. وعلى الرغم من أنه قد ثبت أيضاً عدم إمكان تقاسم التردد بين المحطات الأساسية للخدمة الثابتة والمحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية في النطاق 28 GHz فإن حالة التقاسم تعتمد على شبكات الخدمة الثابتة قيد النظر، وربما يتسنى التقاسم في بعض الحالات.



وقد يكون لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط التي تعمل بالتحكم في قوة جهاز الإرسال التكييفي هامش خبو أقل بكثير في السماء الصافية، وهذا يجعل هذه الأنظمة أكثر عرضة للتداخل القصير الأجل. ولم يراع سوى التحليل الإحصائي أثر المطر والإعاقة بسبب الأرض والمنشآت التي من صنع الإنسان، وهذا يمكن أن يفسر كون النتائج أقل شدة من النتائج التي تم الحصول عليها بالتحليل المحدد.

ولم يأخذ التحليل المحدد ولا التحليل الإحصائي في الاعتبار السيناريو الذي تقوم فيه عدة مطاريف مستعملين للخدمة الثابتة الساتلية بالإرسال في وقت واحد وعلى تردد واحد إلى سواتل مختلفة. وعندما يحدث هذا السيناريو فإنه يجعل حالة التداخل أسوأ، بيد أن عدد أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية التي توفر التغطية لمنطقة معينة سيكون قليلاً.

وهذه النتائج لكل من الدراسة المحددة والدراسة الإحصائية تؤيد الاستنتاج الذي مؤداه أنه لا يمكن تشغيل تطبيقات ذات كثافة عالية للخدمة الثابتة مثل المطاريف المحورية لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط ومطاريف المشتركين في أجزاء بعينها من النطاق GHz 28 مثل المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض أو المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض المذاعة في كل مكان. وحيث أن مشغلي الخدمة الثابتة الساتلية يعتمرون وزع مطاريف مستعملين للخدمة الثابتة الساتلية ذات دائرة نصف مزدوجة في النطاق الترددي GHz 28 فإنه ينبغي مراعاة الاستنتاج المذكور أعلاه عند مناقشة الأحكام التنظيمية المناسبة لتيسير إدخال هذه المطاريف للخدمة الثابتة الساتلية في هذا النطاق.

## التذييل 1

### للملحق 1

يمكن حساب هندسة المنطقة الفاصلة المتصلة بتشغيل الخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية في تردد واحد باستخدام معادلات الوصلات المعيارية. ويقوم الحد على السماح بتداخل تراكمي طويل الأجل نسبته 10% من ضوضاء أنظمة الاستقبال. وتحسب قوة التداخل بـ dBW باستخدام المعادلة التالية:

$$I = (P_{Tx})_{FSS} - (L_F)_{FSS} + (G_{Tx}(\phi))_{FSS} - L(d) + (G_{Rx}(\phi))_{FS} - BW_{cor}$$

حيث:

$(P_{Tx})_{FSS}$	: قوة جهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية (dBW)
$(L_F)_{FSS}$	: خسارة جهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية (dB)
$(G_{Tx}(\phi))_{FSS}$	: كسب الخدمة الثابتة الساتلية في اتجاه مطراف الخدمة الثابتة (التوصية ITU-R S.465) (dBi)
$\phi$	: الزاوية المحصورة بين نقطة تسديد جهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية وجهاز إرسال الخدمة الثابتة (بالدرجات)
$L(d)$	: خسارة الإشارة المرتبطة بطول المسار، $L_{diff} + L_{am} + L_{FSL}$ (dB)
$L_{FSL}$	: خسارة الفضاء الحر، $\approx 92,44 + \log 20 (f \times d)$ (dB)
$d$	: الفصل بين مطراف الخدمة الثابتة الساتلية ومطراف الخدمة الثابتة (km)
$f$	: التردد (GHz)
$L_{am}$	: الخسارة الجوية، $d \times \gamma_a$ (التوصية ITU-R P.676) (dB)
$\gamma_a$	: التوهين الخاص، (28,85 GHz، 20°C، 7,2 g/m <sup>3</sup> ) $\approx 0,095$ dB/km (dB/km)
$L_{diff}$	: خسارة الانعراج على الأرض الكروية (التوصية ITU-R P.526) (dB)
$(G_{Rx}(\phi))_{FS}$	: كسب الخدمة الثابتة في اتجاه جهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية (التوصية ITU-R F.699-4) (dBi)
$\phi$	: الزاوية المحصورة بين خط تسديد جهاز استقبال الخدمة الثابتة وجهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية (بالدرجات)
$BW_{cor}$	: تصحيح عرض النطاق المتطابق، أكبر من 0,0 أو $\log 10 \frac{(BW_{rx})_{EES}}{(BW_{RX})_{FS}}$ (dB)

## التوصية ITU-R SF.1719

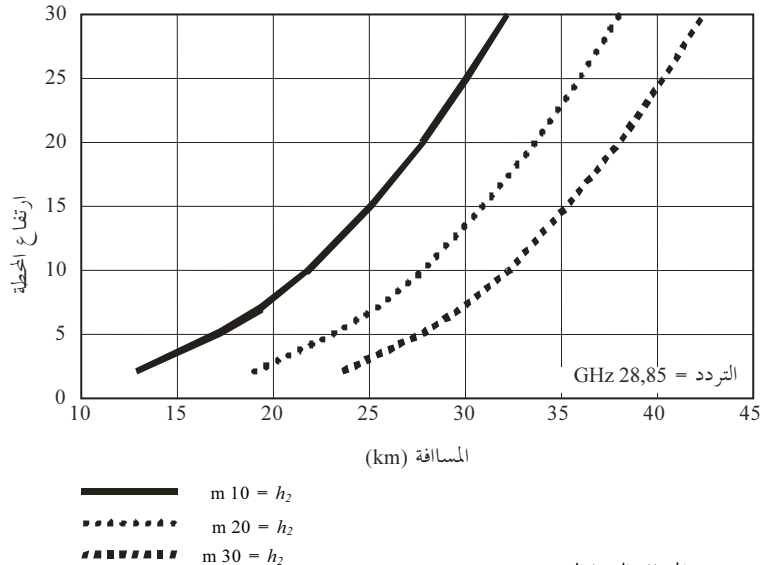
تحدد التوصية ITU-R F.699 مخطط الإشعاع المرجعي لهوائيات الخدمة الثابتة التي تعمل في النطاق الذي يتراوح بين نحو 1 و 70 GHz. وبالنسبة لمعظم الهوائيات النمطية للخدمة الثابتة فإن نسبة  $D/\lambda$  تكون أقل من 100، بيد أنه توجد محطات مستعملة للخدمة الثابتة تستخدم هوائيات أكبر، وهذا يدفع إلى استعمال مواصفات الفصوص الجانبية الأكثر تشدداً. وبالنسبة إلى المحطات المحورية التي تستخدم الهوائيات القطاعية أو الشاملة الاتجاهات قد تكون التوصية ITU-R F.699 غير مناسبة. ولذا فقد تمذجت هذه الدراسة هوائي الاستقبال في المحطة المحورية باعتباره أربعة هوائيات قطاعية - 90° بثابت كسب باعتباره دالة للسمت. (ملاحظة - تصف التوصية ITU-R F.1336 أنماط هوائيات أنظمة التوزيع من نقطة إلى عدة نقاط للنطاق الترددي 1-3 GHz). وينطبق مخطط الإشعاع المرجعي الوارد في التوصية ITU-R S.465 على المحطات الأرضية العاملة في الخدمة الثابتة الساتلية. والمعادلات مماثلة للمعادلات الواردة في التوصية ITU-R F.699.

وتبلغ ضوضاء جهاز الاستقبال في المطراف النوعي للخدمة الثابتة لأنظمة التوزيع المتعدد النقاط -121,8 dBW (على أساس افتراض عرض نطاق لجهاز الاستقبال يبلغ 16,4 MHz وضوضاء لجهاز الاستقبال تبلغ 10 dB). وعلى أساس افتراض تداخل مسموح به قدره 10% ينبغي ألا يتعدى تداخل جهاز إرسال الخدمة الثابتة الساتلية -131,8 dBW في جهاز استقبال الخدمة الثابتة.

وقد استخدم نموذج خسارة الانعراج لتفسير خسائر المسار العابر للأفق على نحو أفضل. ويعتمد هذا النموذج اعتماداً شديداً على التردد وطول المسار ونصف قطر الأرض المكافئ (استخدم 348 9 km) وارتفاعات هوائيات المحطات. ويصلح هذا النموذج فقط للمسارات التي وراء الأفق. ويبين الشكل 11 المسافات التي يقدم هذا النموذج فيها نتائج مفيدة لعدة توليفات من ارتفاعات الهوائيات (المتداخل والمنشود).

الشكل 11

مسافات المسارات لخسارة الإنعراج الناجمة عن الأرض الكروية التي تبلغ صفراً  
(التوصية ITU-T P.526)



المسافة الدنيا الصحيحة  
نظ الأرض الكروية الوارد في التوصية ITU-R P.526 1719-11