التوصيـة [[1]](#footnote-1)ITU-R  P.1147-4

التنبؤ بشدة مجال الموجة الأيونوسفيرية عند ترددات
بين 150 وkHz 1 700 تقريباً

(المسألة (ITU-R 225/3

(2007-2005-2003-1999-1995)

**مجال التطبيق**

تتناول هذه التوصية إجراءات للتنبؤ في مدى التردد بين 150 وkHz 1 700، وذلك لطول مسير يتراوح ما بين 50 وkm 12 000.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

 *إذ تضع في اعتبارها*

أ ) أن من الضروري أن تعطى للمهندسين إرشادات حول تخطيط خدمات الإذاعة في نطاقي الموجات الكيلومترية (LF) والهكتومترية (MF)؛

ب) أن من المهم أن يحدد للمحطات العاملة في قنوات التردد نفسها أو في قنوات مجاورة أدنى فصل جغرافي مطلوب لتجنب التداخل الناتج عن الانتشار الأيونوسفيري على مسافات بعيدة؛

ج ) أن أجزاء من نطاق التردد هذا تتقاسمها خدمات الإذاعة وخدمات أخرى في أقاليم مختلفة، ومن ثم يجب وضع طريقة دقيقة للتنبؤ بسويات التداخل من أجل الحفاظ على استخدام فعال ومنظم لهذه الأجزاء من الطيف،

 *توصـي*

باعتماد الطريقة التالية مع الإحاطة علماً بشكل خاص بالمناقشات المتعلقة بدقتها الواردة في الملحق 1.

# 1 مقدمة

تتنبأ هذه الطريقة بقيم شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية ليلاً بالنسبة إلى قدرة مشعة معينة صادرة عن هوائي رأسي واحد أو عن عدة هوائيات رأسية، عندما تقاس بواسطة هوائي عروي عند سوية الأرض متراصف في مستوٍ رأسي مع مستوى مسير الدائرة العظمى نحو المرسل. وتعتمد الطريقة على قياسات أجريت في نطاقات التردد الموزعة للإذاعة وتطبق على مسيرات يتراوح طولها من 50 إلى km 12 000 بالنسبة لنطاقي الموجات الكيلومترية (LF) والموجات الهكتومترية (MF) بصفة خاصة. انظر الملحق 2 فيما يتعلق باعتبارات الانتشار نهاراً.

الأشكال 1 و2 و3 جزء أساسي من طريقة التنبؤ. ومن قبيل التيسير تضم الأشكال 5 و6 و10 خرائط مغنطيسية أرضية. أما الأشكال الأخرى والتذييل 1 فتوفر معلومات إضافية تسهل استعمال الطريقة.

# 2 المتوسط السنوي لشدة المجال ليلاً

تعطي الصيغة التالية شدة المجال المتوقعة للموجة الأيونوسفيرية:

 *E*  *V*  *E*0 – *Lt*  *V*  *GS* – *Lp*  *A* – 20 log *p* – *La* – *Lt* – *Lr* (1)

حيث:

 *E*: المتوسط السنوي لقيم شدة المجال المتوسطة نصف الساعية (dB(μV/m)) من أجل قوة محركة موجية *V* معينة للمرسل، وعند وقت محدد *t* بالنسبة إلى غروب الشمس أو شروقها، وفقاً للحالة

 *E*0: المتوسط السنوي لقيم شدة المجال المتوسطة نصف الساعية (dB(μV/m)) من أجل قوة محركة موجية للمرسل بمقدار V 300 في الوقت المرجعي المعرف في الفقرة 1.2

 *V*: القوة المحركة الموجية للمرسل dB) فوق قوة محركة موجية مرجعية قدرها (V 300 (انظر الفقرة (2.2

 *GS*: تصحيح الكسب بسبب البحر (dB) (انظر الفقرة (3.2

 *Lp*: خسارة اقتران الاستقطاب الزائد (dB) (انظر الفقرة (4.2

 *A*: قيمة ثابتة. في نطاق الموجات الكيلومترية 110,2 = *A*. وفي نطاق الموجات الهكتومترية 107 = *A* باستثناء مسيرات الانتشار حيث تقع نقطة منتصف المسير في جزء الإقليم 3 الواقع جنوب خط العرض °11 جنوباً. وفي هذه الحالة 110 = *A*

 *La*: عامل الخسارة يراعي تأثيرات الامتصاص الأيونوسفيري والعوامل ذات الصلة به (انظر الفقرة (6.2

 *Lt*: عامل الخسارة في الساعة (dB) (انظر الفقرة (7.2

 *Lr*: عامل الخسارة يراعي تأثير النشاط الشمسي (انظر الفقرة (8.2.

يبين الشكل 4 قيم *E*0 بدلالة المسافة على الأرض *d* من أجل خطوط عرض مغنطيسية أرضية مختلفة عندما يكون كل من *GS* و*Lp* و*R* يساوي الصفر؛ وحيث *R* هو المتوسط الأملس لعدد الكلف الشمسية النسبية الدولي على امتداد 12 شهراً.

## 1.2 الوقت المرجعي

الوقت المرجعي هو ست ساعات بعد غروب الشمس عند نقطة S من سطح الأرض. وتكون S نقطة منتصف المسير عندما يكون المسير أقصر من km 2 000. أما في المسيرات الأطول فتقع S على مسافة km 750 من المطراف الأخير الذي تغرب عنده الشمس، وتقاس هذه المسافة على طول مسير الدائرة العظمى.

## 2.2 القوة المحركة الموجية

تعطي الصيغة التالية القوة المحركة الموجية للمرسل *V* (dB(300 V)):

 *V*  *P*  *GV*  *GH* (2)

حيث:

 *P*: القدرة المشعة (dB(1 kW))

 *GV*: عامل كسب هوائي الإرسال (dB) العائد إلى الاتجاهية الرأسية الوارد في الشكل 1

 *GH*: عامل كسب هوائي الإرسال (dB) العائد إلى الاتجاهية الأفقية. بالنسبة إلى الهوائيات الاتجاهية، تكون *GH* دالة للسمت. وتكون 0 = *GH* في الهوائيات شاملة الاتجاهات.

## 3.2 الكسب بسبب البحر

الكسب بسبب البحر *GS* هو كسب الإشارة الإضافي الذي يظهر عندما يكون أحد المطرافين أو كلاهما قرب البحر، لكنه لا ينطبق على الانتشار فوق الماء العذب. وتعطى الصيغتان التاليتان *GS* لمطراف وحيد:

 *GS* = *G*0 − *c*1 − *c*2 من أجل (*c*1 + *c*2) < *G*0 (3)

 *GS* = 0 من أجل (*c*1 + *c*2) ≤ *G*0 (4)

حيث:

 *G*0: الكسب بسبب البحر عندما يكون المطراف على الشاطئ ولا تحجب المسير أي أرض (dB)

 *c*1: التصحيح الذي يأخذ في الاعتبار المسافة بين المطراف والبحر

 *c*2: التصحيح الذي يأخذ في الاعتبار عرض قناة بحرية واحدة أو عدة قنوات بحرية، أو وجود جزر.

وإذا وقع المطرافان قرب البحر تكون *GS* مجموع القيم لكل من المطرافين.

يعطي الشكل 2 قيمة *G*0 بدلالة المسافة *d* لنطاقي الموجات الكيلومترية (LF) والموجات الهكتومترية (MF). وتكون dB 10 = *G*0 في نطاق الموجات MF، إذا كانت km 6 500 <  *d*. أما في نطاق الموجات LF فتكون dB 4,1 = *G*0 إذا كانت km 5 000 < *d* حيث *d* هي المسافة على الأرض بين المطرافين.

وتعطي الصيغة التالية التصحيح *c*1:

  (5)

حيث:

 *s*1: المسافة من المطراف إلى البحر، مقيسة على طول مسير الدائرة العظمى (km)

 km

 *f*: التردد (kHz)

 0,30 = *Q*1 في نطاق الموجات الكيلومترية (LF) و1,4 في نطاق الموجات الهكتومترية (MF).

وتعطي الصيغتان التاليتان التصحيح *c*2:

  من أجل *s*2 < *r*2 (6)

 *c*2 = 0 من أجل *s*2 ≤ *r*2 (7)

حيث:

 *s*2: المسافة من المطراف إلى قطعة الأرض التالية، مقيسة على طول مسير الدائرة العظمى (km)

 km

 *Q*2 =  0,25 في نطاق الموجات LF و 1,2 في نطاق الموجات MF

 α: نسبة الأرض في جزء المسير بين *r*2 و*s*2 (0    1).

عندما يستعمل الحاسوب ولكن دون توفر بنك لمعطيات التضاريس الأرضية يسمح بحساب α، عندئذ ينبغي أن تؤخذ α على أنها مساوية لقيمة 0,5 مما يعني وجود الأرض والبحر بنسب متساوية في جزء المسير بين *r*2 و *s*2.

تسهيلاً للحساب، يبين الشكل 8أ المسافة *r*1، وهي أكبر مسافة من البحر يجب حساب الكسب بسبب البحر من أجلها، بينما يبين الشكل 8ب المسافة *r*2، وهي أكبر مسافة إلى الجزء التالي من الأرض الذي يستدعي التصحيح *c*2، وذلك بالنسبة إلى ترددات مختلفة.

## 4.2 خسارة اقتران الاستقطاب

*Lp* هي خسارة اقتران الاستقطاب الزائد (dB). وتكون 0 = *Lp* في نطاق الموجات الكيلومترية (LF). أما في نطاق الموجات الهكتومترية (MF) فتعطي قيمة *Lp* لمطراف واحد إحدى الصيغتين التاليتين:

 *Lp* = 180 (36 + θ2 + *I*2)− ½  − 2 dB من أجل *I* ≥ °45 (8)

 *Lp* = 0 من أجل *I* > °45

حيث *I* هو الميل المغنطيسي، شمالاً أو جنوباً (بالدرجات) عند المطراف، وθ هي سمت المسير مقيساً بالدرجات بالنسبة إلى الاتجاه المغنطيسي شرق-غرب، بحيث |  |  90. وينبغي أن تقدر *Lp* تقديراً منفصلاً بالنسبة إلى المطرافين، لأن θ و*I* قد يكون لهما قيم مختلفة، ثم تضاف القيمتان *Lp*. وينبغي أن تستعمل في تحديد θ و*I* أكثر القيم دقة المتيسرة للميل المغنطيسي وقوس الميل المغنطيسي (انظر الشكلين 5 و6 على سبيل المثال).

يبين الشكل 7 قيم *Lp* المحسوبة من المعادلة (8).

الشكل 1

**عامل كسب هوائي الإرسال (*GV*) من أجل هوائيات رأسية
فوق أرض مستوية تماماً**

1147-01

*h*: ارتفاع الهوائي

*الملاحظة 1* - من أجل km 10 000  < *d* <  km 12 000، تقرأ km 10 000 = *d* عند استعمالها.

الشكل 2

**الكسب بسبب البحر (*G*0) من أجل مطراف وحيد على الشاطئ**

1147-02

المسافة على الأرض، (km) *d*

المنحني A: نطاق الموجات الهكتومترية (MF)
المنحنيB: نطاق الموجات الكيلومترية (LF)

الشكل 3

**عامل الخسارة في الساعة (*Lt*)**

1147-03

الوقت بعد شروق الشمس

الوقت بعد غروب الشمس

الساعات بعد شروق الشمس

الساعات بعد غروب الشمس


## 5.2 مسافة الانتشار المائلة، *p*

تكون (km) *p* في المسيرات الأطول من km 1 000 مساوية تقريباً للمسافة على الأرض (km) *d* بين المرسل والمستقبل. وتكون في المسيرات الأقصر:

 *p*  (*d* 2  40 000)½ (9)

يمكن استعمال المعادلة (9) لمسيرات من أي طول ويكون الخطأ مهملاً. وينبغي أن تستعمل في كل الحالات التي تكون فيها كلتا المسافتين المعنيتين أطول من km 1 000 أو أقصر من km 1 000، وذلك تجنباً لأي انقطاع في شدة المجال بدلالة المسافة.

## 6.2 عامل الخسارة الذي يراعي تأثيرات الامتصاص الأيونوسفيري والعوامل ذات الصلة به

*La* هو عامل الخسارة الذي يراعي تأثيرات الامتصاص الأيونوسفيري والتبئير والخسارة عند المطراف والخسارة بين القفزات في حالة المسيرات متعددة القفزات.

 (10)

ومعامل الخسارة الأساسي *k* تعطيه العلاقة التالية:

 *k*  (2  4.95 tan2 ) (11)

في المعادلة (11) Φ هو خط العرض المغنطيسي الأرضي (ثنائي الأقطاب) لنقطة منتصف المسير المعني. وتعتبر خطوط العرض شمالاً إيجابية وخطوط العرض جنوباً سلبية. ويمكن استعمال الشكل 10 من أجل الحصول على خط العرض المغنطيسي الأرضي انطلاقاً من الإحداثيات الجغرافية المعروفة لنقطة منتصف المسير. وإذا كانت قيمة Φ أكبر من °60+ تقدر المعادلة (11) من أجل °60+ = Φ. أما إذا كانت قيمة Φ أقل من °60−، فتقدر المعادلة (11) من أجل °60− = Φ. وتقسم المسيرات الأطول من km 300 إلى جزأين متساويين، وتحدد قيمة *k* لكل جزء وفقاً للمعادلة (11). ثم يستعمل المتوسط الجبري لقيمتي (*keff*) *k* في حساب شدة المجال (انظر أيضاً الشكل 9).

## 7.2 عامل الخسارة في الساعة

يعطي الشكل 3 عامل الخسارة في الساعة، *Lt* (dB). ويمثل العامل *t* عدد الساعات بالنسبة إلى ساعة غروب الشمس أو ساعة شروقها حسبما يكون ملائماً. ويؤخذ الوقت على الأرض عند منتصف المسير من أجل مسيرات تكون فيها *d* km 2 000 >. وبالنسبة للمسيرات التي يتجاوز طولها km 2 000 تحدد الأزمنة عند نقاط تبعد km 750 من كل مطراف ويكون الزمن المختار حيث تكون زاوية ارتفاع الشمس أعلى. ولا تعرَّف القيم الكبيرة لعامل الخسارة في الساعة في حوالي منتصف النهار (الشكل (3. وتستعمل لساعات هذه الفترة قيمة حدية قدرها dB 30. ولا يحسب عامل الخسارة في الساعة للمسيرات عند خطوط عرض مرتفعة وللفصول التي لا يحدث فيها شروق للشمس أو غروب.

وفي الفقرة 1 من التذييل 1 معادلتان مكافئتان عموماً لهذين المنحنيين ضمن حدود dB 0,5. ويمثل الشكل 3 متوسط التغير النهاري السنوي.

ويبين الشكل 11 مواعيد غروب الشمس وشروقها من أجل مدى من خطوط العرض الجغرافية والأشهر. وفي الفقرة 2 من التذييل 1 معادلات مكافئة لمنحنيات غروب الشمس وشروقها.

## 8.2 عامل الخسارة الذي يراعي تأثير النشاط الشمسي

*Lr* هو عامل الخسارة الذي يراعي تأثير النشاط الشمسي كما الصيغ التالية:

في نطاق الموجات LF، 0 = *Lr*

في نطاق الموجات MF، إذا كان  |  |  45 0 = *Lr*

في نطاق الموجات MF، إذا كان  |  |  45 *b*(*R*/100) (*p*/1 000) = *Lr* dB (12)

حيث:

 *b*  (|  | – 45)/3 باستثناء أوروبا حيث 1 = *b* بغض النظر عن خط العرض. (13)

وتقسم المسيرات التي يزيد طولها عن km 3 000 إلى جزأين متساويين على النحو الموضح في الفقرة 6.2. وتشتق قيمة *Lr* لكل جزء ثم تجمع قيم الجزأين.

# 3 تغيرات شدة المجال ليلاً من يوم إلى آخر ولفترات قصيرة

يحسب الفرق Δ(*w*)، حيث تكون *w* بصورة عامة 10 أو 1، بين شدة المجال التي يتم تجاوزها أثناء %*w* من الوقت ومتوسط القيمة السنوي، في وقت معين نسبة إلى غروب الشمس أو شروقها كما يلي:

في نطاق الموجات LF: 6,5 = Δ (10) dB (14)

و  (1) = 11,5 dB (15)

في نطاق الموجات MF:  (10) = 0,2 |  | – 2 dB (16)

و  (1) = 0,2 |  | + 3 dB (17)

في المعادلة (16) تكون Δ(10) أكبر من dB 6 أو مساوية لها لكنها أقل من dB 10 أو مساوية لها. وفي المعادلة (17)، تكون Δ(1) أكبر من dB 11 أو مساوية لها لكنها أقل من dB 15 أو مساوية لها.

الشكل 4 أ

**منحنيات تمثل *E*0 من أجل نطاق الموجات LF عندما يساوي كل من *GS* و*LP* و*R* الصفر،
ولخطوط عرض مغنطيسية أرضية ثابتة**

1147-04a

– 60

– 50

– 40

– 30

– 20

– 10

0

10

20

30

40

50

60

0

1 000

2 000

3 000

4 000

5 000

6 000

7 000

30°

40°

50°

60°





 = 0°

المسافة على الأرض، (km) *d*

شدة المجال *E*0 (dB(μV/m))

الشكل 4 ب

**منحنيات تمثل *E*0 من أجل نطاق الموجات MF عندما يساوي كل من
*GS* و*LP* و*R* الصفر، ولخطوط عرض مغنطيسية أرضية ثابتة**

1147-04b

– 60

– 50

– 40

– 30

– 20

– 10

0

10

20

30

40

50

60

0

1 000

2 000

3 000

4 000

5 000

6 000

7 000

30°

40°

50°

60°





 = 0°

*الملاحظة 1* - تضاف dB 3 فيما يتعلق بالتطبيقات في الإقليم الجنوبي 3.

المسافة على الأرض، (km) *d*

شدة المجال E0 (dB(μV/m))

الشكل 5

**خريطة الميل المغنطيسي (الفترة 1975.0)**

(المصدر: Magnetic inclination or dip (epoch 1975.0) Chart No. 30 World U.S. Defense Mapping Agency Hydrographic Center)

خط الطول

خط العرض

الشكل 6

**خريطة قوس الميل المغنطيسي (الفترة 1975.0)**

(المصدر: Magnetic variation (epoch 1975.0) Chart No. 42 World U.S. Defence Mapping Agency Hydrographic Center)

خط العرض

خط الطول

الشكل 7

**خسارة اقتران الاستقطاب الزائد *Lp* (من أجل مطراف وحيد)**

1147-07

اتجاه الانتشار بالنسبة إلى الاتجاه المغنطيسي شرق-غرب، θ (بالدرجات)

الميل المغنطيسي *I* (بالدرجات)

الشكل 8 أ

**قيم *r*1 لترددات مختلفة**

الشكل 8 ب

**قيم *r*2 لترددات مختلفة**



الشكل 9

**معامل الخسارة الأساسي**

1147-09

0

30

60

90

5

10

15

20

*k*



 (بالدرجات)

*k*

 = (2



+ 4,95 tan

2







60°

)

من أجل

الشكل 10

**خطوط عرض مغنطيسية أرضية**

Φ = arc sin [sin α . sin 78,5° + cos α .cos 78,5° . cos (69° + β)]

Φ: خط العرض المغنطيسي الأرضي

α: خط العرض الجغرافي

β: خط الطول الجغرافي

وتعتبر الإحداثيات شمالاً وشرقاً موجبة، وجنوباً وغرباً سالبة.

خط الطول

خط العرض

الشكل 11

**مواعيد شروق الشمس وغروبها في أشهر مختلفة وخطوط عرض جغرافية مختلفة**

التوقيت المحلي عند نقطة الانعكاس

شروق الشمس

غروب الشمس

التذييـل 1

يحتوي هذا التذييل على معادلات يمكن استعمالها بديلة عن الشكلين 3 و11 بالنسبة إلى عامل الخسارة في الساعة ومواعيد غروب الشمس وشروقها على التوالي. وتستعمل في هذا التذييل الرموز الإضافية التالية:

*قائمة الرموز*

 α: خط العرض الجغرافي لنقطة على المسير (بالدرجات)

 β: خط الطول الجغرافي لنقطة على المسير (بالدرجات)

 *S*: التوقيت المحلي المتوسط لغروب الشمس أو شروقها عند نقطة ما (h).

وتعتبر الإحداثيات شمالاً وشرقاً موجبة، وجنوباً وغرباً سالبة.

**1 عامل الخسارة في الساعة: *Lt***

يمكن أن تستخدم المعادلات التالية بدلاً من المنحنيات الواردة في الشكل 3 ضمن حدود *t* المقررة. وتكون 0 = *Lt* بالنسبة للساعات التي تقع بين هذه الأوقات (أي حوالي منتصف الليل).

 12,40 – 9,248 *t*  2,892 *t*2 – 0,3343 *t*3 (غروب) *Lt* من أجل 1− > *t* (غروب) > 4

  9,6  12, 2 *t*  5,62 *t*2  0,86 *t*3 (شروق) *Lt* من أجل 3− > *t* (شروق) > 1

حيث يمثل *t* عدد الساعات بالنسبة إلى غروب الشمس أو شروقها عند نقطة منتصف المسير.

**2 مواعيد غروب الشمس وشروقها**

يمكن أن تحسب مواعيد غروب الشمس وشروقها بالنسبة إلى المواقع غير القطبية أي المواقع التي تكون فيها |  |  65، على النحو التالي، وبدقة في حدود min 2±:

 *N*: اليوم من السنة بعدد الأيام، مثلاً، 1 يناير = 1

 *S*: التوقيت المحلي التقريبـي للحدث، مثلاً، الغروب = h 1800، والشروق = h 0600

 *Z*: المسافة السمتية للشمس (بالدرجات) = °90,8333 (°90 50) لغروب الشمس أو لشروقها.

*الخطوة 1*: يحسب خط طول مكان المشاهد، β:

*B*   / 151               h

*الخطوة 2*: يحسب توقيت الحدث، *Y*:

*Y*  *N*  (*S* – *B*) / 24               days

*الخطوة 3*: تحسب الزاوية الاختلافية المتوسطة للشمس، *M*:

*M*  0,985600 *Y* – 3,289               degrees

*الخطوة 4*: يحسب خط طول الشمس، *L*:

*L*  *M*  1,916 sin *M*  0,020 sin 2 *M*  282,634               degrees

تلاحظ الربعية التي يقع فيها *L*.

*الخطوة 5*: يحسب الطالع المستقيم للشمس، *RA*:

tan *RA*  0,91746 tan *L*

يلاحظ أن *RA* يجب أن يكون في الربعية نفسها التي يقع فيها *L*.

*الخطوة 6*: يحسب قوس ميل الشمس *s*:

 sin *s*  0,39782 sin *L*، ومنها تكون:



يلاحظ أن sin *s* قد يكون موجباً أو سالباً، إلا أن cos *s* يكون دائماً موجباً.

*الخطوة 7*: تحسب زاوية التوقيت المحلي للشمس، *H*:

cos *H*  *x*  (cos *Z* – sin *s* · sin ) / (cos *s* · cos )

يلاحظ أنه إذا كانت | *x* |  1، فليس هناك من غروب أو شروق.

وتحسب *H* بالدرجات انطلاقاً من cos *H*؛ في حالة الشروق 360 > *H* > 180؛ وفي حالة الغروب 0 < *H* <  180.

*الخطوة 8*: يحسب متوسط التوقيت المحلي للحدث *S*:

*S*  *H* / 15  *RA* / 15 – 0,065710 *Y* – 6,622

ويلاحظ أن *S* يعبر عنه بالساعات وأنه ينبغي إضافة مضاعفات 24 أو طرحها إلى أن يصبح 0 < *S* < 24.

ويلاحظ أن *S* هو التوقيت المحلي عند النقطة المعنية. ويكون التوقيت المرجعي المقابل هو: *S* –*B*  *m*/15 h، حيث β*m* هو خط طول مستوى الزوال المرجعي للمنطقة الزمنية المطلوبة (بالدرجات) بحيث يكون التوقيت العالمي مثلاً = *B* − *S*.

الملحـق 1

دقة الطريقة

تطبق الطريقة على مسيرات يتراوح طولها من 50 إلى km 12 000 في نطاقي الموجات الكيلومترية (LF) والهكتومترية (MF). غير أنها لم يتحقق من دقتها في نطاق الموجات LF إلا لمسيرات لا يتعدى طولها km 7 500.

وربما لا تكون المعاملة الخاصة للجزء الجنوبي من الإقليم 3 ضرورية لو استعمل "خط العرض المغنطيسي المصحح" بدلاً من خط العرض المغنطيسي الأرضي. وعلى أي حال ينبغي توخي الحذر لدى استعمال الطريقة في خطوط العرض المغنطيسية الأرضية التي تفوق °60.

المعادلة (6) التي تصف الطريقة التي تعدل فيها *GS* بحكم المسافة *s*2 حتى الجزء التالي من الأرض مستخلصة نظرياً ومن ثم يجب اعتبارها مؤقتة إلى حين تيسر نتائج قياسات فعلية.

تتنبأ الطريقة بقيم شدة المجال التي يحتمل ملاحظتها لو كان موقع المرسل وموقع المستقبل على أرض ذات إيصالية نوعية متوسطة، من 3 إلى mS/m 10، عموماً. ويمكن في بعض المناطق (راجع التوصية ITU-R P.832 مثلاً)، أن تكون الإيصالية النوعية الفعلية للأرض منخفضة إلى حد mS/m 0,5، أو مرتفعة إلى حد mS/m 40. وإذا كان مقدار الإيصالية النوعية للأرض عند أحد المطرافين أصغر برتبة من mS/m 10 فقد تكون قيمة شدة المجال أصغر بمقدار dB 10. وإذا كان مقدار الإيصالية النوعية للأرض عند المطرافين أصغر بمقدار رتبة، عندئذ يتضاعف تناقص قيمة شدة المجال. وتكون كمية التوهين دالة لطول المسير وتكون قيمتها أعظمية في الموجات التي تقترب من الورود التماسي. ويمكن أن تحسَّن الطريقة بواسطة إدخال تصحيح على الإيصالية النوعية للأرض عندما تختلف عن الإيصالية النوعية لأرض متوسطة اختلافاً ملموساً فتستعمل، على سبيل المثال، المعلومات التي يتضمنها الكتيب الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية تحت عنوان: غلاف التأين وتأثيراته على انتشار الموجات الراديوية.

وتفترض الطريقة أن الانعكاس لا يحدث إلا عبر الطبقة E، أو أن الانعكاسات عبر الطبقة E هي السائدة. لكن إذا كانت *f*  (foE) sec *i* ، حيث foE هي التردد الحرج للطبقة E و*i* هي زاوية الورود عند الطبقة E، عندئذ تخترق الموجة الطبقة E وتنعكس عبر الطبقة F. ويحتمل أن يحدث ذلك بشكل رئيسي عند الترددات الأعلى من نطاق الموجات MF وإلى مسافات على الأرض أقل من km 500، خاصة في ساعات متأخرة من الليل وفي أثناء أدنى فترة كلف شمسية. ويبقى استعمال الطريقة ممكناً شريطة أن تحسب *p* من أجل ارتفاع للانعكاس عبر الطبقة F يساوي km 220 وأن تحسب القوة المحركة الموجية *V* من أجل زاوية الارتفاع المقابلة.

تدل القياسات التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية على أن الشكل 3 (عامل الخسارة في الساعة) قد يكون دقيقاً بالنسبة إلى الترددات القريبة من kHz 1 000 في سنة ذات نشاط شمسي منخفض. وبما أن الترددات تنحرف عن هذه القيمة في كلا الاتجاهين، لا سيما أثناء ساعات الانتقال، فقد تنتج عن ذلك أخطاء كبيرة. وتدل هذه القياسات أيضاً على أن تأثير النشاط الشمسي يكون أكبر بكثير بعد ساعتين من غروب الشمس مما هو عليه بعد ست ساعات من غروبها. وهكذا يمكن أن يكون الفارق بين قيم شدة المجال ست ساعات بعد غروب الشمس وساعتين بعد هذا الغروب أكبر بكثير، في سنة ذات نشاط شمسي عالٍ، مما يبينه الشكل 3.

تكون الموجات MF المنتشرة بالموجة الأيونوسفيرية ليلاً في خطوط العرض المعتدلة أقوى في الربيع والخريف وأضعف في الصيف والشتاء، ويكون الحد الأدنى على أشده في الصيف. ويمكن أن يصل التغير الإجمالي إلى dB 15 عند أدنى الترددات في نطاق الموجات MF ويتناقص إلى dB 3 تقريباً عند الطرف الأعلى من النطاق. أما في نطاق الموجات LF فإن التغير الموسمي ليلاً يكون في الاتجاه المعاكس ويكون على أشده في الصيف. ويكون التغير الموسمي أصغر بكثير عند خطوط العرض المدارية.

الملحـق 2

اعتبارات تتعلق بانتشار الموجة الأيونوسفيرية نهاراً

# 1 حالات الموجات الكيلومترية (LF)

تكون قيم شدة المجال ظهراً عند الموجات LF أصغر من القيم الملاحظة عند منتصف الليل بمقدار 7 إلى dB 45. ويتعلق الفارق بالتردد والمسافة والفصل من السنة (انظر أيضاً التوصية ITU-R P.684).

# 2 حالات الموجات الهكتومترية (MF)

تبيّن المعطيات المتيسرة لقيم شدة مجال الموجة الأيونوسفيرية في منتصف النهار الممثل أن ثمة تغيراً متسقاً لهذه القيم مع حد أقصى يحدث في أشهر الشتاء. ويكون متوسط شدة المجال لأشهر الشتاء أقوى من المتوسط السنوي بمقدار dB 10، وقد تتجاوز نسبة الشتاء إلى الصيف dB 30. وتكون القيمة المتوسطة السنوية لشدة المجال ظهراً أصغر بمقدار dB 43 من القيمة المقابلة لشدة المجال بعد ست ساعات من غروب الشمس. وشدة المجال التي يتم تجاوزها أثناء %10 من أيام السنة هي أكبر من القيمة المتوسطة السنوية بمقدار dB 13. راجع أيضاً الكتيب الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية تحت عنوان "غلاف التأين وتأثيراته على انتشار الموجات الراديوية".

ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

1. أجرت لجنة الدراسات 3 تعديلات صياغية على هذه التوصية في أبريل 2015 طبقاً للقرار ITU‑R 1. [↑](#footnote-ref-1)