

قاعة صلاة حجرية ومكبّرات عمودية على الدعامات. القاعة تضع السقف قبل أي وثيقة.

أكاديمية NLC · الحلقة 29

المواصفة لا تضع رقماً.

تحدّد IEC 60268-16 كيف يُقاس وضوح الكلام، أي مؤشّر STI، ولا تضع علامة نجاح. أما الرقم الذي يُحتكم إليه فمصدره الكود أو الجهة المختصّة أو العقد.

الجملة التي يقلبها الميدان كله

المؤشّر طريقة قياس



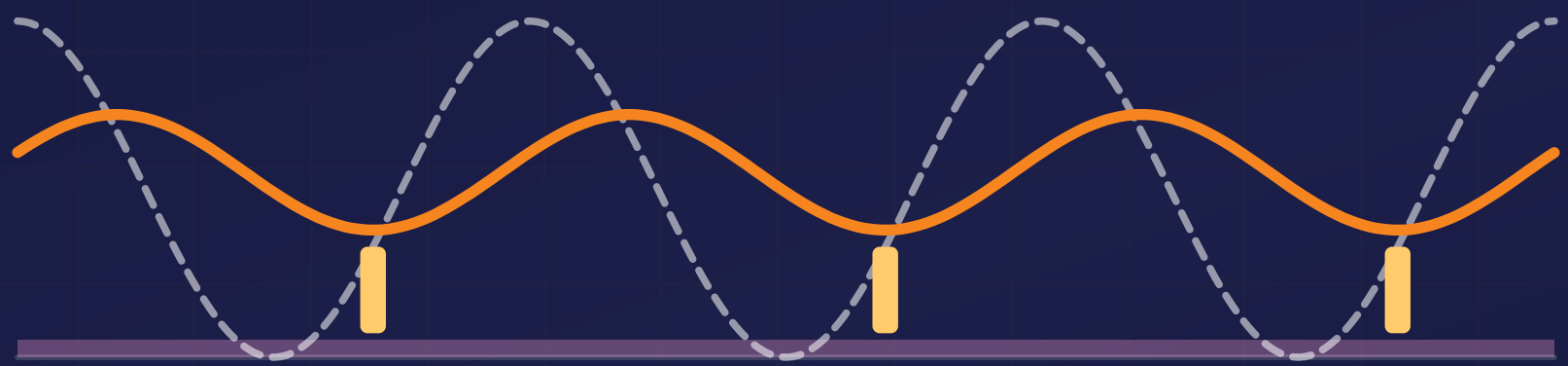
البند 1 من **IEC 60268-16:2020+COR1:2025**: «لا تقدّم معايير STI لاعتماد قنوات النقل، مثل معايير منظومة الإنذار الصوتي، لكن بعض قيم التطبيقات النمطية ترد في الملحق G». فالجهاز يعطيك الرقم، والكود أو العقد يقرّر هل ينجح. [1]

والملحق G استرشادي. فهو يعرض 0.50 قيمةً مستهدفة لمنظومات الإنذار الصوتي، ثم 0.46 حدّاً أدنى معتاداً، وكلاهما مركز نطاق، وملاحظته تسمّيهما قيماً مستهدفة دنيا. وعبارة «تشترط IEC 60268-16 قيمة 0.50» تقتبس مثالاً كأنه قاعدة.

ما الذي يقيسه الرقم فعلاً

مؤشّر STI يقيس الإيقاع الذي يصل

من المتحدّث، m = 1.00
عند المستمع، m = 0.31
الارتداد يملأ الانخفاض
أرضية الضوضاء
قيم محسوبة · أحد المعدّلات الأربعة عشر، 4 Hz · RT 1.5 s مع SNR 10 dB



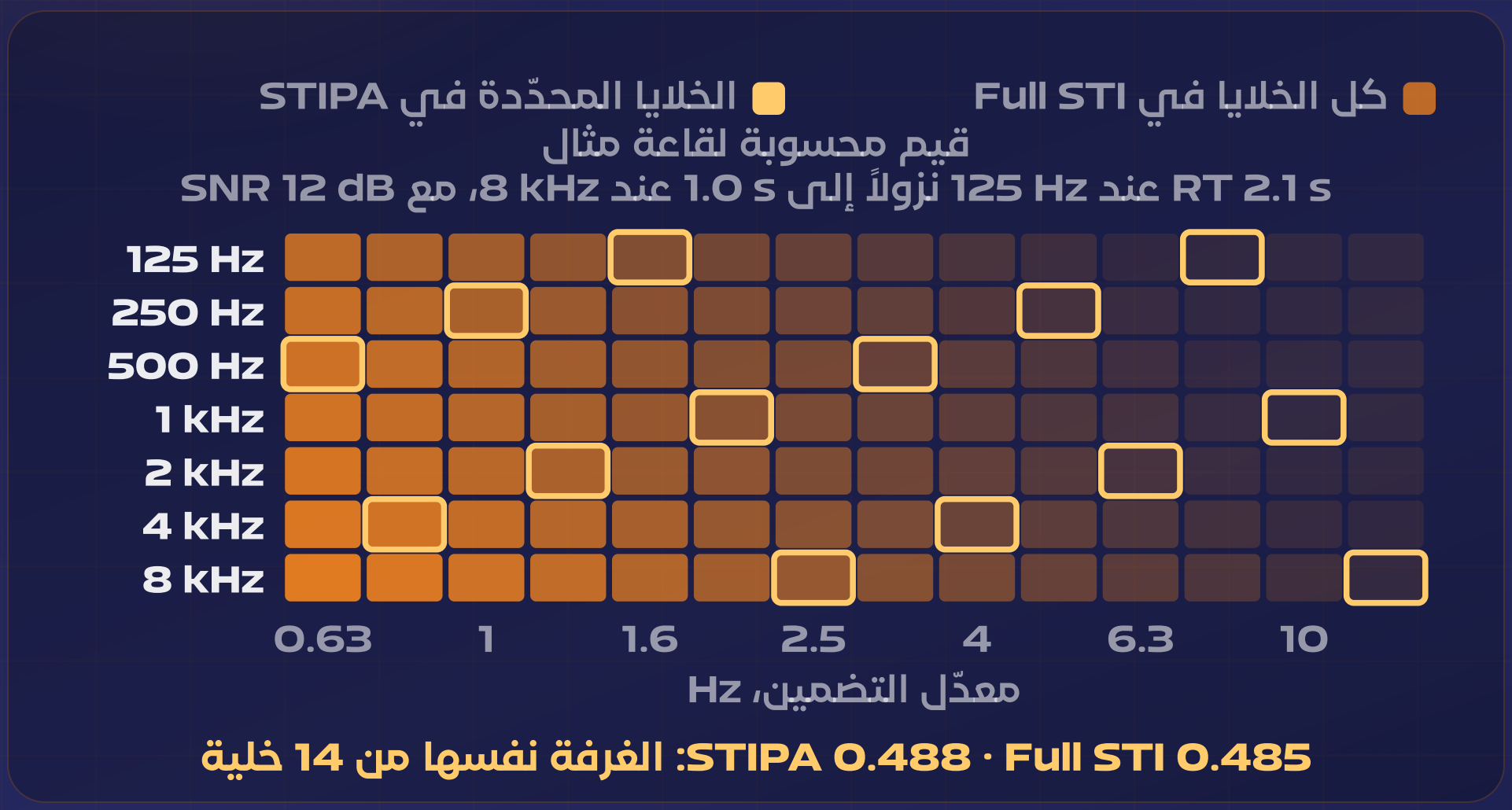
يبقى 31% من الصعود والهبوط، ومن ذلك يُبنى مؤشّر STI

الكلام جهارةٌ تعلو وتنخفض بضع مرّات في الثانية. وإشارة الاختبار تحمل هذا الإيقاع، والجهاز يقيس كم يصل منه: الارتداد يملأ الانخفاضات، والضوضاء ترفع الأرضية. فعند 4 Hz، في قاعة زمن ارتدادها 1.5 s بنسبة إشارة إلى ضوضاء 10 dB، **يبقى 31%** فقط. [1][7]

ثم يتحوّل كل عمق باقٍ إلى نسبة إشارة إلى ضوضاء ظاهرية، تُقصّ عند 15 dB صعوداً ونزولاً وتُحوَّل إلى مقياس من 0 إلى 1. فالنموذج لا يمنح أي فضل فوق 15 dB، وبعدها لا يبقى لرفع الصوت ما يشتريه. [7]

مؤشّر Full STI مقابل STIPA

طريقة STIPA تقرأ 14 خلية من 98



STIPA 0.488 · Full STI 0.485: الغرفة نفسها من 14 خلية

يأخذ Full STI أربعة عشر معدّل تضمين في كل نطاق من سبعة نطاقات أوكتاف، أي 98 خلية. أما STIPA فيأخذ معدّلين لكل نطاق، أي **14 خلية**. وتحدّد المواصفة زمن القياس بين 10 ثم 20 ثانية، بينما تعمل الأجهزة الميدانية بين 15 ثم 25 ثانية. وفي قاعة يخمد صوتها بانتظام يتّفق النموذجان: فمعظم قراءات تحقّق TNO ضمن **0.02** زيادةً أو نقصاً. [1][10]

ويسقط هذا الاختصار حين يكفّ الخمود عن الانتظام: مع الصدى المتميّز، أو مكبّرات متباعدة بلا خطوط تأخير، أو ارتداد يتجاوز نحو 3 ثوانٍ عبر منظومة محدودة عرض النطاق. فاستخدم Full STI هناك، وقد يجتمع الثلاثة في مسجد كبير. [10]

مواصفتان، وجدول واحد مخلوط

الألفاظ من ISO 9921، والحروف من IEC

نطاقات IEC الحرفية: عرض 0.04 من 0.36 إلى 0.76

A+	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	U

ألفاظ ISO 9921، مواصفة أخرى

ممتاز	جيّد	مقبول	رديء	سيّئ
0.75	0.60	0.45	0.30	

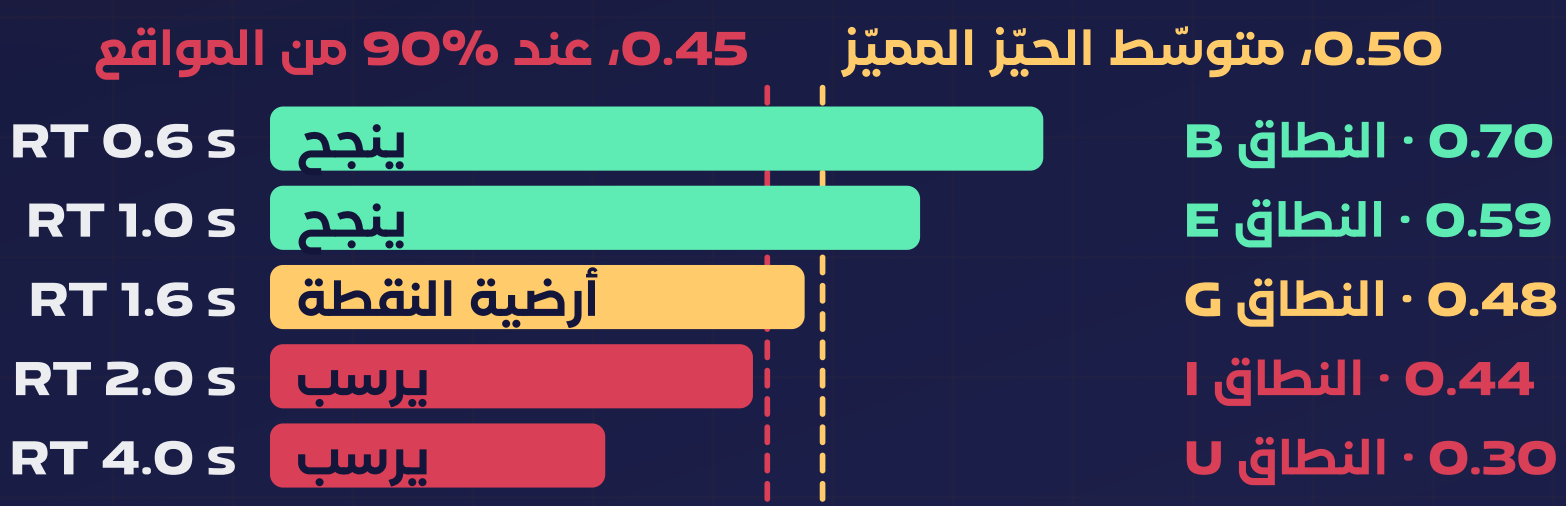
عرض النطاق 0.04 لأن القراءة تتكرّر ضمن 0.03

مقياس IEC 60268-16 نفسه اثنا عشر نطاقاً **حرفياً** من U إلى A+: عشرة منها بعرض 0.04 بين 0.36 ثم 0.76، ويبقى U مع A+ مفتوحين، والقيمة المذكورة لكل نطاق مركزه. أما «سيّئ» إلى «ممتاز» فمقياس **ISO 9921**، وملاحق IEC الاسترشادية تستعير الألفاظ وتحيل إليه. [1][2]

وهذه الخطوة بحجم تشتّت القياس نفسه: فعند 15 ثانية تضع المواصفة أقصى انحراف بين القراءات المعادة عند **0.03** تقريباً. لذا قد يكون فارق 0.02 بين قراءتين تشتّتاً لا فرقاً، وذكر ثلاث خانات عشرية استعراض. أما هل ينجح الفارق فمسألة عقد لا فيزياء.

الغرفة تضع سقفاً

في المجال المرتدّ، القاعة هي من يضع السقف



قيم محسوبة من النموذج الإحصائي في المواصفة نفسها: مستمع في المجال المرتدّ، بلا صوت مباشر، وبزمن ارتداد واحد، وبلا ضوضاء. تعطي STI مقدار 0.70 عند RT 0.6 s، ثم 0.59 عند 1.0 s، ثم 0.48 عند 1.6 s، ثم 0.30 عند 4.0 s؛ وتضيع 0.50 عند **RT 1.48 s**، ثم 0.45 عند **RT 1.88 s**. [1][7]

وهذه حدود **ذلك** المستمع لا حدود الفيزياء. فالمستوى وحده لا يزحزحها، كما تقول الجمعية الصوتية الأمريكية: التعزيز يرفع الصوت، وإن كان الكلام غير واضح قبله بقي غير واضح وأعلى فحسب. أما الاتجاهية والمسافة والتغطية ومزامنة التأخير فتزحزحها، وتلك الشريحة 9. والخطّان المرسومان هنا رقما الملحق D في NFPA 72، متى تبنّاهما المشروع. [3][7][11]

قِس الفكرة بدل تأكيدها

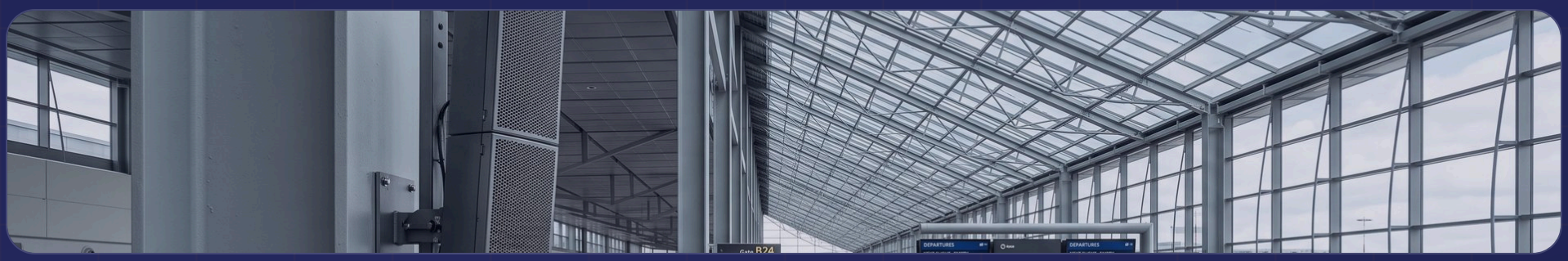
الغرفة رافعة تقارب ثلاثة أضعاف

محسوبة من STI 0.50 عند RT 1.2 s مع SNR 10 dB

رفع المستوى 10 dB — +0.042 STI

تنصيف الارتداد — +0.115 STI

رافعة الغرفة تعادل 2.7 ضعف رافعة المستوى



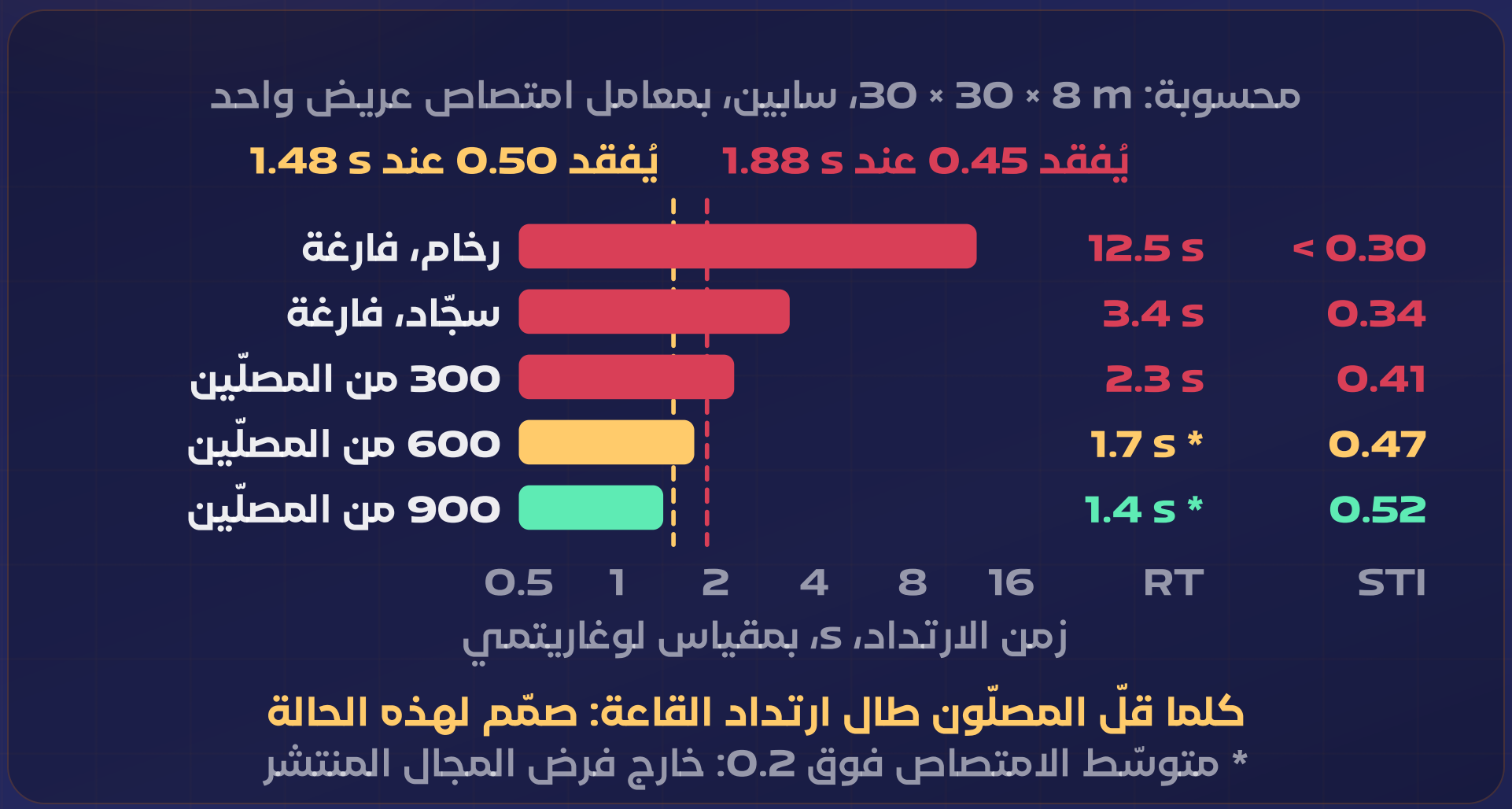
ممر مطار، ومصفوفة المكبّرات العمودية في المقدمة. رفع الصوت هو الرافعة الصغرى، أما السقف الزجاجي والأرضية الصلبة فهما الرافعة الكبرى.

انطلاقاً من RT 1.2 s بنسبة إشارة إلى ضوضاء 10 dB، أي STI مقدار 0.50: تشتري زيادة المستوى 10 dB مقدار 0.042+، بينما يشتري تنصيف زمن الارتداد 0.115+. أي 2.7 ضعف العائد، على الغرفة نفسها. [1]

ورفع الصوت ليس خيراً بالضرورة. فالتقنيع السمعي المعتمد على المستوى في المواصفة يخفض STI المتوقّع كلما ارتفع المستوى، بلا عتبة بعينها؛ ويهبط تمييز الكلمات المقيس في الضوضاء فوق نحو **SPL 69 dB** عند ثبات نسبة الإشارة إلى الضوضاء، ويذكر صانعو الأجهزة سقفاً عملياً عند 80 dBA. وتحدّ NFPA 72 ضغط الصوت الكلّي عند 110 dBA على أقرب مسافة سمع. [1][3][12]

الحالة التصميمية السعودية

أخلى الصلوات أصعب القاعات

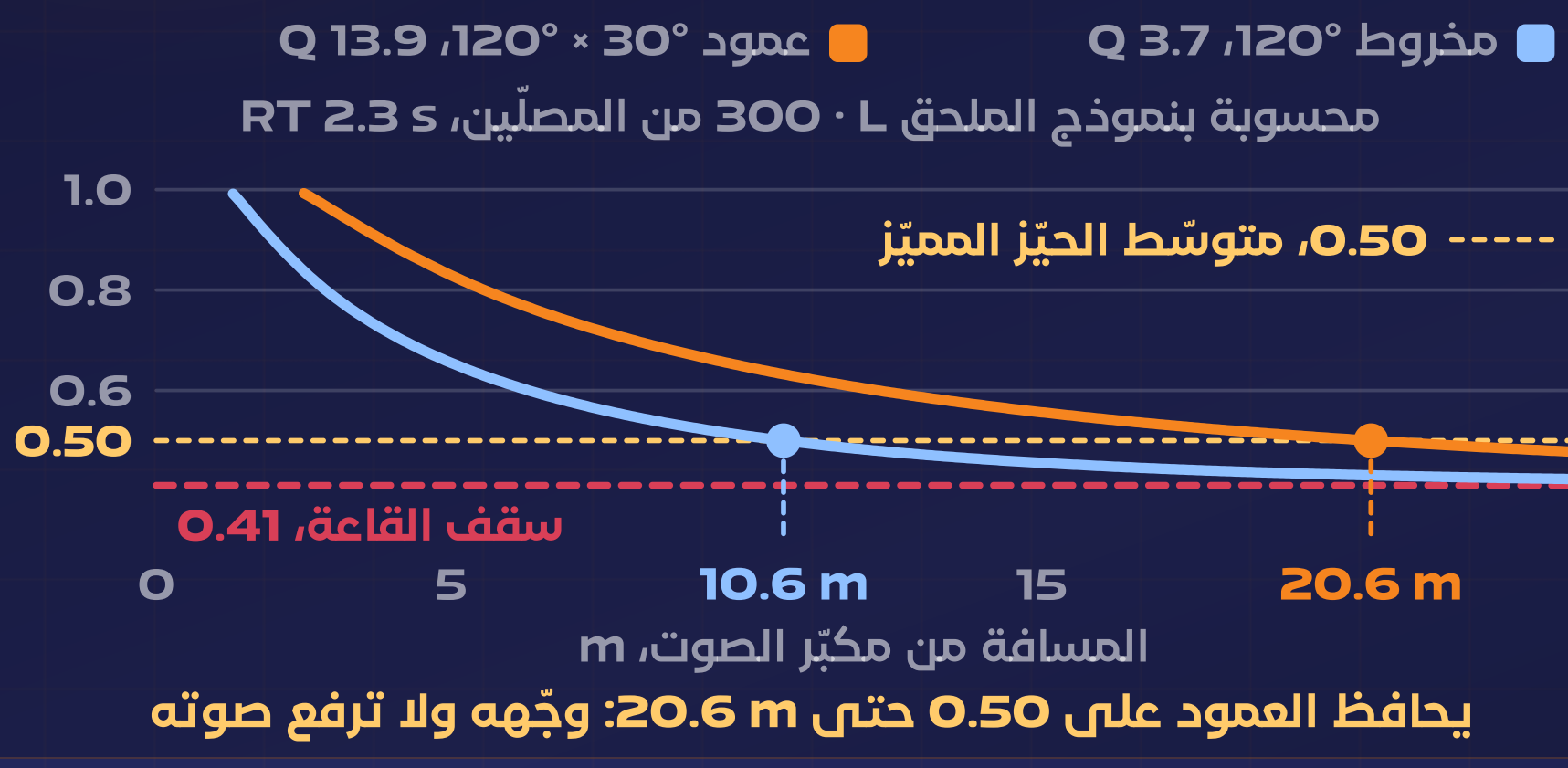


قاعة أبعادها 30 في 30 في 8 أمتار من الرخام والجصّ يبلغ زمن ارتدادها **12.5 s**، ويخفضه السجّاد إلى 3.4 s. ويضيف كل مصلٍّ نحو 0.55 m² من الامتصاص، فيصل به 300 مصلٍّ إلى 2.3 s، ثم 900 مصلٍّ، وهم ملء الأرضية بالكثافة المنشورة، إلى 1.4 s. [9][11]

وهذا حساب توضيحي لا مسح ميداني: سابين بمعامل امتصاص عريض واحد لكل سطح. فعلى قيم 500 Hz المنشورة للسجّاد يطول ارتداد القاعة نفسها نحو 1.7 ضعف، ومن نحو 380 مصلّياً يتجاوز متوسّط الامتصاص 0.2 حيث يكفّ المجال المنتشر عن الوجود. ووجدت دراسة عبده لـ 21 مسجداً أن الجودة أسوأ والمسجد فارغ. [9][11]

الرافعة الثالثة

وجّه الصوت، ولا ترفعه.

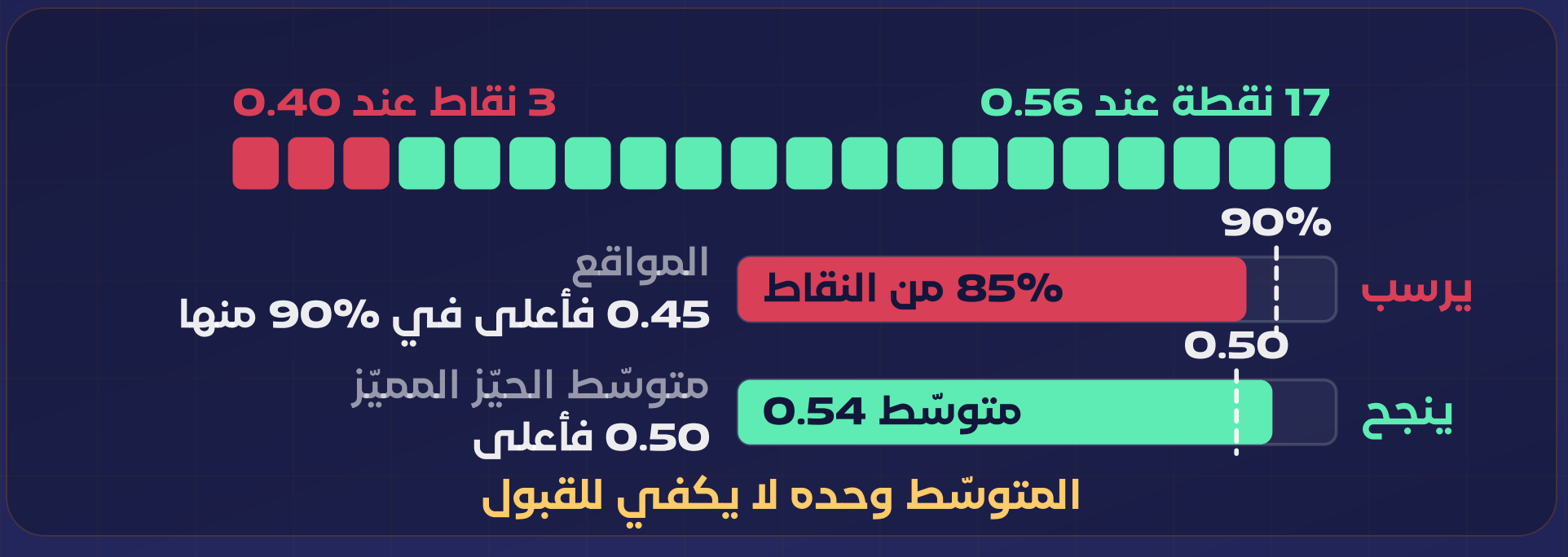


ينخفض الصوت المباشر 6 dB مع كل مضاعفة للمسافة، ولا ينخفض المجال المرتدّ. فداخل المسافة الحرجة $D_c = 0.141\sqrt{Q\,R}$ يتفوّق المستمع على ذلك السقف. وبحساب الملحق L في المواصفة، عند تلك الصلاة قليلة الحضور: يحافظ مخروط بزاوية 120°، أي معامل اتجاهية Q 3.7، على 0.50 حتى 10.6 m، ويحافظ عمود بزاويتي 120° في 30°، أي Q 13.9، حتى 20.6 m. [1][8]

ويفترض الملحق L مجالاً منتشراً، وخموداً أسّياً، ومستمعاً على المحور، وغياب الصدى، كما يفترض حساب Q قطعاً حادّاً: فهو حساب تصميم لا قياس. وأربعة أضعاف Q تضاعف المسافة الحرجة، وكذلك أربعة أضعاف ثابت الغرفة. [1][8]

العتبة رقمان لا رقم

0.45 فأعلى في 90% من المواقع، ومتوسّط الحيّز 0.50 فأعلى



1. الرقمان في الملحق D من NFPA 72، وهو ملحق يصفه دليل أسلوب NFPA بالاسترشادي لا جزءاً من الاشتراطات: ما لا يقلّ عن 90% من المواقع في كل حيّز صوتي مميّز عند STI مقدار 0.45، بمتوسّط لا يقلّ عن 0.50. ويلزمان متى تبنّاهما المشروع. [3]

2. يتحوّل مقياس الوضوح المشترك تحويلاً دقيقاً، $CIS = 1 + \log_{10}(STI)$، فقيمتا 0.45 STI ثم 0.50 تساويان 0.65 CIS ثم 0.70. وقد تنصّ وثائق مكتوبة بـ CIS على أزواج خاصة بها وقواعد تقريب خاصة بها: فاعتمد المقياس الذي تذكره وثيقة مشروعك، لا التحويل. [3][4]

الغرفة التي يقرأ كل موقع فيها 0.50 تجتاز الشقّين. أما التي يبلغ متوسّطها 0.54 وتقع 15% من مواقعها عند 0.40 فتجتاز المتوسّط وترسب في اختبار الـ 90%. وهذا المثال يبيّن لماذا لا يكفي المتوسّط وحده للقبول.

عتبات القبول تختلف بالتطبيق والولاية

لا ثابت طبيعي عند 0.50



وثيقة إبلاغ جماعي دفاعية أمريكية من 2008، غير سارية منذ سبتمبر 2026، تطلب داخل المباني **CIS مقدار 0.7** للبحرية ومشاة البحرية، ثم **0.8** للجيش والقوات الجوية، ولكلٍّ ملاحظة تقريب خاصة. ومسح محكّم لستّ دول أوروبية يجد لائحة البناء السويدية تحمل 0.55 ثم 0.60 ثم 0.70 في بنود مختلفة. [3][5]

أما «EN 54-32» فليست مواصفة يُعتمد عليها أحد: إنها CEN/TS 54-32، مواصفة فنية تقدّم توصيات. وتعتمد EN 54-16 مع 4-54 ثم 24-54 المنتجات، بينما تعتمد EN 54-13 توافق المنظومة. ورقم STI ليس في أي منها. [4][5]

الجواب السعودي

لا رقم قبول في الوثائق التي راجعناها

SBC 201 / 801	NFPA 72	IEC 60268-16	لم نجده
أين تُشترط	كيف تُبنى وتُختبر	كيف تُقاس	في الوثائق المراجَعة

المؤشّر طريقة قياس، والعتبة في وثيقة أخرى

تحقّق من الطبعة، ومتطلّبات المشروع، ومتطلّبات الجهة المعتمِدة

يحدّد كود البناء SBC 201 مع كود الحريق SBC 801 **أين** تُشترط منظومة الإنذار الصوتي، ثم يحيلان إلى **NFPA 72** في بناء المنظومة واختبارها، في البندين 6-907 ثم 7-907 من الإصدار العربي 2024. ثم يقول النصّ الإلزامي في NFPA 72 إن القياسات الكمّية **غير مطلوبة**، وإنها مسموحة. ولا تضع IEC 60268-16 عتبة. [3][6]

لم نتبيّن عتبة قبول رقمية عامة لـ STI في الوثائق التي راجعناها. فتحقّق من طبعة الكود السارية، ومتطلّبات المشروع، ومتطلّبات الجهة المعتمِدة. وما قرأناه: كود الحريق SBC 801 طبعتي 2007 مع 2018، والإصدار العربي المختصر من SBC 201 لسنة 2024، وفهارس إصدارات 2024، ثم 32 لائحة للدفاع المدني مع دليلي التقديم. أما النصّ الإنجليزي الرسمي فلم نتمكّن من فتحه. [6][13]

المسار الخليجي الذي لا يستدعيه أحد

هيئة التقييس الخليجية اعتمدت مواصفة التصميم أصلاً



1 اعتمدت هيئة التقييس الخليجية **ISO 7240-19** مواصفةً خليجية سنة 2013، ثم اعتمدت IEC 60268-16:2020 نفسها في سبتمبر 2026. والمواصفة الخليجية غير ملزمة بتعريفها، فتحكم أيّهما المشروع متى تبنّتها لائحة فنية أو جهة مختصّة أو المواصفة التعاقدية. [6][13]

2 وفيها يقع **عدد النقاط**: نقطة واحدة دون 25 m²، ثم 3 حتى 100، ثم 6 حتى 500، ثم 10 حتى 1500، ثم 15 حتى 2500، ثم 15 لكل 2500 m²، بتباعد لا يتجاوز 12 m. [6]

والقاعدة الأسهل إغفالاً: **ألا تزيد النقاط الواقعة على محور مكبّر صوت على الثلث.** فتحت المكبّر مباشرةً يجمّل الصوت المباشر القراءة، ومواقع تُختار للتيسير تسجّل أفضل حالة لا حال الحيّز.

كيف يُفحص تقرير جيّد

ثلاثة أمور تُبطل نتيجة STIPA



أولاً. اضبط إشارة الاختبار من كلام حقيقي: خذ المستوى المكافئ الموزون A على مدى 40 ثانية من المتحدّث على الأقل، أو على الإعلان المسجّل كاملاً، ثم أضف 3 dB، لأن السكتات تخفض هذا المتوسّط دون مستوى الكلام نفسه. **ثانياً.** شغّل المحلّل والإشارة مطفأة: ففوق 0.2 تقريباً تكون الخلفية أقلّ ثباتاً من أن يُوثق بها. [1]

ثالثاً. قِس في هدوء ثم أضف الحشد في المعالجة اللاحقة، لكن ذلك يضيف ضوضاء الحشد لا امتصاصه، والامتصاص يغيّر زمن الارتداد وتصحيحه منفصل. ثم سجّل فحص الحلقة، واذكر الطبعة. [1]

أمور صارت قديمة في 2026

وثائق ميّتة ما زالت تظهر في مواصفات النداء العام

IEC 60849:1998
ملغاة سنة 2007

EN 50849:2017
تستثني الحريق منذ 2017

RASTI
محذوفة سنة 2020

←

استشهد بهذه بدلاً منها

ISO 7240-16, -19

IEC 60268-16:2020

STIPA, 15 to 25 s

زمن 30 s كان زمن RASTI لا STIPA

1. **المواصفة IEC 60849 ملغاة**، استُبدلت سنة 2007 بـ ISO 7240-19 مع 7240-16. وخلفها الأوروبي EN 50849:2017 **يستثني إخلاء الحريق** من نطاقه. أما RASTI فوُسمت بالتقادم سنة 2011، ثم حُذفت سنة 2020. [1][4]

2. الثلاثون ثانية المتداولة كانت زمن قياس RASTI لا STIPA. واستشهد بـ **IEC 60268-16:2020+COR1:2025**، ولاحظ أن اختصارين محظوران بنصّ إلزامي عند *توقّع* STI: اتخاذ RASTI مؤشّراً عليه، ثم **تحويل %ALcons إليه**. [1]

ومعادلة التحويل من %ALcons إلى STI المدمجة في برمجيات تنبّؤ كبرى ليس لها، بكلمات محرّر كتاب STI نفسه، مصدر موثّق في الأدبيات المفتوحة. [7]

تفاصيل الخليج

لغتان، وحشد واحد، وثلاثون درجة حرارة



تضع المواصفة أرقاماً لمسألة اللغتين. فكي يتلقّى مستمع بلغة ثانية بكفاءة متوسّطة ما يعادل 0.45، يجب أن تقيس المنظومة **0.60**؛ ولمستمع أكبر سنّاً بمتوسّط فقد سمعي **15 dB** يجب أن تقيس **0.57**. وهذان مثالان محلولان في المواصفة نفسها. فالتصميم على الحدّ الأدنى تصميم لشخص ليس في المبنى. [1]

ويزيح الحرّ خطّ التأخير المضبوط عند 20 °C: ففي الهواء الجافّ يسير الصوت أسرع بنحو 5% عند 50 °C، فيسبق مسار طوله 100 m ضبطه بمقدار **14 ms** في بهو غير مكيّف صيفاً. ويزيد الحرّ كذلك امتصاص الهواء للترددات العالية، لكن بنحو 0.9 dB *فقط* عند 4 kHz على 50 m زيادةً على حالة 20 °C. فقل أي آثار الخليج كبير وأيّها ليس كذلك. [8]

اكتب هذا بدلاً من ذلك

بند وضوح الكلام الذي يصمد عند التسليم

نموذج مشروع: ستة أسطر قابلة للتتبّع، كيّفه قبل استعماله

أ. مؤشّر STI وفق IEC 60268-16:2020+COR1:2025، مقيساً بطريقة STIPA، مع إعلان STIPA(IR) إن اشتُقّ من استجابة نبضية.

ب. عتبة القبول مع وثيقتها وطبعتها. فإن كانت الملحق D في NFPA 72: ما لا يقلّ عن 90% من المواقع عند STI 0.45 فأعلى، بمتوسّط لا يقلّ عن 0.50 في كل حيّز صوتي مميّز.

ج. التقييم لكل حيّز صوتي مميّز بزمن ارتداده وضوضائه، لا لكل منطقة مكبّرات.

د. عدد النقاط وتباعدها وفق ISO 7240-19، على ألا يقع أكثر من ثلثها على محور مكبّر صوت.

هـ. فرضيات التصميم خلف الرقم: زمن الارتداد عند التسليم، والضوضاء المحيطة، ثم معامل الاتجاهية Q ومدى التغطية، ومزامنة التأخير.

و. التقرير على ورقة الملحق K، مع الطبعة المستخدمة وفحص حلقة ختامي، وهما إضافتان منّا.

ضع المعالجة الصوتية واتجاهية مكبّرات الصوت في الحزمة نفسها. فهما الرافعتان اللتان لا يحدّهما أي سقف لمستوى الصوت.

المصادر

من أين جاء كل رقم

[1] IEC 60268-16 ed.5 2020 cl.1, 3.6, 3.8; ed.4 2011 annexes
[2] ISO 9921:2003 Table F.1, the word labels
[3] NFPA 72-2025 Annex D, D.2.4 (guidance); 2022 cl. 18.4.11
[4] IEC 60849:1998 withdrawn 2007; EN 50849:2017; CEN/TS 54-32
[5] Garlinska et al. 2021, Safety and Fire Technology 57(1)
[6] ISO 7240-19:2007 (GSO 2013); SBC 801-2018 cl. 907.2
[7] van Wijngaarden (ed.), Past, present and future of the STI
[8] JBL Sound System Design Reference Manual, ch. 3, 5 to 7
[9] Abdou, JASA 113(3) 2003; Su and Yilmazer 2008 for density
[10] TNO STIPA validation; Embedded Acoustics BA-WP-2020-199
[11] ASA, Classroom Acoustics for Architects (ANSI/ASA S12.60)
[12] Studebaker et al., JASA 105(4) 1999, pp. 2431 to 2444
[13] Saudi RD M/43 1438H; Standards and Quality Law 2024 art. 13

كل رسم موسوم بأنه محسوب ينتجه sti_physics.py من النماذج المنشورة، ويُختبر مقابل الأرقام المذكورة في كل عملية بناء. أما الطبعات والبنود ومعرّفات DOI فترد كاملة في قسم المصادر بالمقال.

معرفة عملية في هندسة أنظمة الصوت

احفظها. وأرسلها إلى زميل.

اقرأ المقال الكامل للحلقة

https://nlc.com.sa/ar/academy/public-address-sti.html

الحلقة القادمة

إدارة غرف النزلاء