INSO
19840
1st.Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۸۴۰
چاپ اول
۱۳۹۴

ارگونومی - قابلیت دسترسی - تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری در محصولات و سامانه‌های اطلاع‌رسانی عمومی

Ergonomics – Accessible design – Sound pressure levels of spoken announcements for products and public address systems

ICS: 13.180

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای تراز استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«ارگونومی - قابلیت دسترسی - تراز فشار صوت اعلان و آگاه‌سازی
در محصولات و سامانه‌های اطلاع رسانی عمومی »

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
طباطبایی قمشه، فرهاد (دکترای مهندسی پزشکی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی هیئت علمی
دبیر:	
توکلی گلپایگانی، علی (دکترای مهندسی پزشکی)	پژوهشگاه استاندارد هیئت علمی
اعضاء:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
بینافر، هما (کارشناس مهندسی پزشکی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی مسئول تدوین و توسعه استاندارد مرکز رشد فناوری
پرند، فرشته آزادی (دکترای مهندسی کامپیوتر)	دانشگاه علامه طباطبایی هیئت علمی
سیف آقایی، فریده (کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای)	وزارت بهداشت مرکز سلامت محیط کار
فرجی، رحیم (کارشناس ارشد شیمی)	پژوهشگاه استاندارد کارشناس مسئول مهندسی پزشکی
حاجی‌شفیعها، محمدرضا (کارشناس مهندسی پزشکی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
کامران حسنی (دکترای مهندسی پزشکی)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران - هیئت علمی

کربلایی اسماعیل، حمیدرضا (کارشناس ارشد کاردرمانی)	سازمان بهزیستی کشور
لاجوردی، پوریا (دانشجوی کارشناسی ارشد علوم کامپیوتر)	دانشگاه علامه طباطبایی
مختاری نیا ، حمیدرضا (دکترای فیزیوتراپی)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی هیئت علمی
مقصودی‌پور ، مریم (دکترای طب کار)	دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی هیئت علمی
نخعی، کوروش (دکترای مهندسی پزشکی)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر هیئت علمی

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		ه
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۳
۳	تعاریف و اصطلاحات	۳
۴	نمادها	۴
۵	گستره تراز فشار صوت اعلان گفتاری	۵
۵-۱	کلیات	۵
۵-۲	معیار تعیین تراز گفتار	۷
۵-۳	عوامل مرتبط با درک گفتار	۷
۵-۴	روش تراز فشار صوت با وزن A برای تعیین تراز گفتار	۹
۵-۵	روش STI ساده شده برای تعیین تراز حداقل گفتار	۹
پیوست الف (الزامی)	روش برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت اعلان گفتاری و سر و صوت مزاحم محیطی	۱۱
پیوست ب (اطلاعاتی)	اثر کاهش شنوایی وابسته به سن در تشخیص کلمه	۱۴
پیوست پ (اطلاعاتی)	مثال‌هایی برای شرایط اندازه‌گیری ثبت نتایج	۲۱
پیوست ت (اطلاعاتی)	روش STI برای تعیین حداقل تراز گفتار	۲۲

پیش گفتار

استاندارد " ارگونومی - قابلیت دسترسی - تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری در محصولات و سامانه‌های اطلاع-رسانی عمومی" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملیاستاندارد تهیه و تدوین شده است و در پانصدو بیست و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۴/۰۶/۲۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 24504:2014, Ergonomic - Accessible design - Sound pressure levels of spoken announcements for products and public address systems

مقدمه

امروزه، مردم زندگی روزانه خود را در حالی پیش می‌برند که با اعلان‌های گفتاری از محصولات مختلف مانند لوازم الکتریکی خانگی، محصولات اطلاعاتی و مخابراتی، تجهیزات اتوماسیون اداری، تجهیزات گرمایشی، اسباب بازی‌ها، تجهیزات بهداشتی و محصولات مراقبت از سلامت مواجه هستند. برخی محصولات مانند ماشین‌آلات فروش بلیط، آسانسور، پله برقی، در فضاهای داخلی و خارجی اماکن عمومی برای ارائه دستورالعمل استفاده از دستگاه، از اعلان‌های گفتاری استفاده می‌کنند. سامانه‌های آدرس‌دهی عمومی اغلب برای ارائه اطلاعات به شکل اعلان گفتاری درنظر گرفته شده‌اند. چنین اعلان‌هایی می‌تواند برای شنوندگان به دلیل افت شنوایی آنها به دلیل افزایش سن و یا وجود سر و صدای محیط اطراف واضح و شفاف نباشد.

این استاندارد بیانگر روش تعیین گستره تراز صدا از اعلان‌های گفتاری برای تمام شنوندگان، ازجمله افراد دارای افت شنوایی به دلیل کهولت سن است، که بتوانند به‌خوبی صداها را در مقابل سروصدای محیط بشنوند. در این مشخصات دامنه تراز صدا بر اساس نتایج حاصل از آزمایش‌هایی که در آن مردم در سنین مختلف شرکت کردند، تعیین‌شده است. انتظار می‌رود تراز فشار صدای اعلان‌های گفتاری مشخص‌شده در این استاندارد قابلیت شنیدن راحت برای اکثر کاربران همزمان با سروصدای محیطی را فراهم کند.

در نظر است این استاندارد به عنوان یک امر لازم برای محصولات براساس نوع محصول و شرایط استفاده از آنها به کار گرفته شود. این استاندارد برای اعلان‌های گفتاری مورد استفاده در تخلیه یک محل با اهداف و شرایط فوریت و اضطراری کاربرد ندارد.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳۵۳ تراز توصیه شده کیفیت لازم و ضروری ارتباطات مخابراتی گفتاری برای انتقال مکالمات در کاربردهای مختلف را مشخص می‌کند. بنابراین، استاندارد ملی شماره ۱۴۳۵۳ از این استاندارد متفاوت است.

این استاندارد مطابق با اصول طراحی در دسترس از استاندارد راهنمای ISO /IEC 71 است، که در استاندارد ISO 22411 / TR تاکید شده است.

ارگونومی - قابلیت دسترسی - تراز مربوط به فشار صوت اعلان‌های گفتاری در محصولات و سامانه‌های اطلاع‌رسانی عمومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن روش‌های تعیین گستره مناسب برای تراز فشار صوت مربوط به اعلان‌های گفتاری در محیط‌هایی که در آن سر و صدای مزاحم محیط کمتر از ۸۰ دسی بل است، می‌باشد. روش‌های مشخص شده بر اساس مفاهیم استاندارد راهنمای ISO / IEC 71 بوده و شنوایی افراد مسن با افت شنوایی را در تعیین تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری شامل می‌شود. تراز بیانیه‌های گفتاری که در این استاندارد مشخص شده‌اند برای محصولات و سیستم‌های اعلان عمومی هستند. به منظور بهبود دسترسی و قابل استفاده بودن محصولات، اعلان‌های گفتاری از نظر تراز شدت صوت نه تنها باید قابل شنیدن باشند بلکه باید به صورت آرام‌بخش ارائه شوند.

محصولاتی که با اعلان‌های گفتاری معرفی می‌شوند محصولات مصرفی مثل لوازم الکترونیکی خانگی، خدمات فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و محصولات ارائه خدمات برای کاربران عمومی در مکان‌های عمومی در داخل و خارج از منزل مانند ایستگاه‌های قطار، فرودگاه‌ها، اتاق ملاقات، پارک‌های تفریحی، و نمایشگاه‌ها هستند.

این استاندارد در مورد محصولات مربوط به ارائه اطلاعات خاص در اماکن عمومی مانند دستگاه‌های گویای خودکار در فضاهای عمومی کاربرد ندارد.

این استاندارد در شرایطی کاربرد دارد که یک بلندگو مربوط به اعلان گفتاری در فاصله کم از کاربر در یک محیط قرار گرفته است به طوری که در آن محیط تراز فشار صوت با شبکه فرکانس استاندارد A مربوط به سر و صدای مزاحم محیط از ۸۰ دسی‌بل تجاوز نمی‌کند. این استاندارد مربوط به اعلان‌های گفتاری قابل شنیدن برای افراد با شنوایی طبیعی در سن مربوطه، زمانی که توسط یک محصول معین تحت شرایط آرام و بدون پژواک اعلان می‌گردد در نظر گرفته شده است. این استاندارد برای صدای ضبط شده و اعلان‌های گفتاری ترکیبی قابل استفاده است.

این استاندارد تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری برای سیستم‌های با کنترل تراز فشار صوت خودکار برای جبران نوسان تراز سروصدای مزاحم محیط را مشخص نمی‌کند. این استاندارد با اعلان گفتاری که از طریق هدفون یا گوشی شنیده می‌شود و یا با اعلان‌های گفتاری که در آن گوش نزدیک به منبع صدای شنیداری است مانند بلندگوهای گوشی مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ قابل کاربرد نیست. این استاندارد تنها قابلیت شنیده شدن گفتار، نه روند درک گفتار، را مدنظر قرار می‌دهد.

این استاندارد تراز فشار صدای اعلان‌های گفتاری ارائه شده در شرایط اضطراری مانند سیگنال‌های آلارم آتش، نشت گاز و پیشگیری از جرم را مشخص نمی‌کند، یعنی مواردی که در استانداردهای ISO 7240-16 و

ISO 7240-19 آورده شده‌اند، را شامل نمی‌شود. همچنین این استاندارد، مواردی که در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۳۸ پوشش داده شده است یعنی تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری در اتومبیل‌ها را مشخص نمی کند.

یادآوری۱- یک اعلان گفتاری که به صورت تکراری برای یک محصول مانند لوازم خانگی الکترونیکی ارائه شده است می‌تواند به عنوان یک علامت شنیداری شنیده شود نه به عنوان یک پیام، بنابراین با تراز فشار صوت پایین‌تری نسبت به آنچه این استاندارد مشخص می‌کند قابل استفاده است.

یادآوری۲- مشخص است که عملکرد تشخیص کلمه، برای گویندگان بومی یک زبان بهتر از گویندگان غیربومی است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی محسوب می‌شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی شماره ۲-۱۲۵۱۹، آکوستیک – اندازه‌گیری پارامترهای آکوستیکی اتاق - قسمت۲ : زمان انعکاس در اتاق‌های عادی

۲-۲ استاندارد ملی شماره ۱۶-۱۳۱۴، تجهیزات سیستمهای صوتی- رده‌بندی عملی قابلیت وضوح صدای گفتار توسط شاخص انتقال

2-3 ISO 389-1, Acoustics — Reference zero for the calibration of audiometric equipment — Part 1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones.

2-4 ISO 1996-1, Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures.[1]

۱- استاندارد ملی شماره ۱-۹۸۲۰، آکوستیک- توصیف، اندازه‌گیری و ارزیابی نوفه محیطی- قسمت ۱: کمیت‌های پایه و روش‌های ارزیابی

2-5 IEC 60050-801, International Electrotechnical Vocabulary — Chapter 801: Acoustics and electroacoustics.

2-6 IEC 60268-16, Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index.

2-7 IEC 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band f ilters.

2-8 IEC 61672-1, Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications.[1]

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد IEC 60050-801 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۱۴-۱۶، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز کاربرد دارند.

۳-۱

اعلامیه گفتاری Spoken announcement

پیام ارائه شده توسط صدای انسان به طور زنده، یک صدای ترکیبی یا یک صدای انسان ضبط شده/ دیجیتالی

۳-۲

صدای محیط Ambiet noise

صدای دیگری غیر از صدایی که به عنوان یک سیگنال اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری در این استاندارد، اعلان‌های گفتاری به عنوان سیگنال در نظر گرفته شده است.

۳-۳

کانال انتقال گفتار Speech transmission channel

مسیر سیگنال صوتی و/یا صوتی الکتریکی بین یک منبع سیگنال و یک کاربر

۳-۴

شاخص انتقال گفتار Speech transmission index (STI)

اندازه‌گیری با ارزش 0 تا 1 برای ارائه کیفیت انتقال گفتار با توجه به قابل فهم بودن گفتار توسط یک کانال انتقال گفتار

۱ - استاندارد ملی شماره ۱-۱۲۳۷۹، الکتروآکوستیک- دستگاه اندازه‌گیری تراز صدا - قسمت ۱: مشخصات

۵-۳

STI ساده شده Simplified STI

اندازه‌گیری با ارزش 0 تا 1 برای ارائه کیفیت انتقال گفتار با توجه به قابل فهم بودن گفتار توسط یک کانال انتقال گفتار که تنها با اختلاف اکتاو-باند تراز فشار صوت بین تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری و تراز فشار صوت سروصدای مزاحم محیط بر اساس STI مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ محاسبه شده است.

یادآوری- STI ساده شده برای محاسبه اثرات بازآوایی به کار نمی‌رود.

۶-۳

تراز گفتار Speech level

تراز فشار صوت با شبکه فرکانس استاندارد A یا اکتاو- باند فشار صوت معادل تراز یک اعلان گفتاری می‌باشد.

۷-۳

نسبت سیگنال به نوفه Signal-to-noise ratio

تراز فشار صوت یک سیگنال اندازه‌گیری شده نسبت به سروصدای مزاحم محیط است.

۸-۳

حداقل تراز گفتاری Minimum speech level

تراز گفتاری با شبکه فرکانس استاندارد A که در آن شنونده می‌تواند قابلیت شنوایی داشته باشد.

۹-۳

حداکثر تراز گفتاری Maximum speech level

تراز گفتار با شبکه فرکانس استاندارد A که در آن نیمی از شنوندگان احساس می‌کنند که اعلامیه گفتاری بیش از حد بلند است.

۱۰-۳

قابلیت شنوایی Audibility

دامنه‌ای که در آن کلمات اعلان گفتاری توسط شنوندگان قابل تشخیص هستند.

۳-۱۱

تراز آستانه شنیدن Hearing threshold level (HTL)

تراز فشار صوت یک صدا است که در آن تراز، شخص درصد از پیش تعیین‌شده‌ای از پاسخ‌های تشخیص صحیح را در آزمون‌های تکرار شده می‌دهد منهای آستانه معادل تراز فشار صوت مرجع.

یادآوری۱- این تعریف برای یک سیگنال و شیوه‌ای مشخص از ارائه سیگنال تحت شرایطی مشخص براساس استاندارد ISO 8253-1 کاربرد دارد. آستانه تراز فشار صوت معادل مرجع باید مطابق با استاندارد ISO 389-1 ، باشد.

۳-۱۲

متوسط تن خالص Pure tone average (PTA)

متوسط تراز آستانه شنیداری مربوط به فرکانس‌های مشخص بر حسب دسی‌بل است.

۳-۱۳

زمان بازآوایی Reverberation time (T)

مدت زمان لازم برای تراکم انرژی متوسط فضایی صوت در یک محفظه برای کاهش ۶۰ دسی‌بل پس از توقف انتشار در منبع است.

یادآوری۱ زمان بازآوایی بر حسب ثانیه بیان می‌شود.

۴ نمادها

نمادهای مورد استفاده در این استاندارد به شرح زیر معرفی می‌شوند.

$L_{N,A}$، تراز فشار صوت سر و صدای مزاحم محیط با شبکه فرکانس استاندارد A، برحسب دسی‌بل، که با روش مشخص شده در پیوست الف اندازه‌گیری شده است.

$L_{N,i}$، تراز فشار صوت اکتاو- باند از سر و صدای مزاحم محیط در باند i، برحسب دسی‌بل، که با روش مشخص شده در پیوست الف اندازه‌گیری شده است.

$L_{S,A}$، تراز گفتار با شبکه فرکانس استاندارد A، برحسب دسی‌بل، که با روش مشخص شده در پیوست الف اندازه‌گیری شده است.

$L_{S,i}$، تراز فشار صوت اکتاو-باند اعلان گفتاری در باند i، برحسب دسی‌بل، که با روش مشخص شده در پیوست الف اندازه‌گیری شده است.

T_i شاخص انتقال اکتاو- باند i، که به عنوان یک شاخص اندازه‌گیری بین 0 و 1 ارائه شده است.

I STI یا ساده شده STI که به عنوان یک میانگین وزن داده شده از T_i بین اکتاو-باند ۱۲۵ هرتز تا ۸ کیلوهرتز اندازه‌گیری شده است.

۵ گستره تراز فشار صوت اعلان گفتاری

۵-۱ کلیات

این استاندارد گستره تراز فشارصدای اعلان‌های گفتاری را بدون درنظرگرفتن انعکاس و فاصله بین منبع سیگنال و شنونده مشخص می‌کند.

گستره تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری باید با تراز حداقل و حداکثر گفتار تعیین شود. تراز گفتار حداقل برای کاربران مسن نسبت به کاربران جوان همانطور که در پیوست ب ارائه شده است بالاتر است. تراز حداقل گفتار باید برای حفظ قابلیت شنیدن اعلان‌های گفتاری توسط شنوندگان مسن با شنوایی اتولوژیکالی طبیعی متناسب با سن آنها تنظیم شود. تراز حداکثر گفتار باید باتوجه به جلوگیری از نارضایتی شنوندگان اعلان گفتاری تنظیم شود. با توجه به اینکه حس شنوایی بزرگسالان جوان عموما حساس‌تر از افراد مسن می‌باشد تراز گفتاری افراد جوان برای تنظیم گستره در این استاندارد استفاده شده است چرا که انتظار می‌رود جوانان در تراز پایین‌تری نسبت به افراد مسن در مقابل صدای بلند احساس نارضایتی کنند.

معمولا، یک تراز گفتار متوسط از تراز ۵۵ دسی‌بل تا ۷۵ دسی‌بل در فاصله یک متر از گوینده در نظر گرفته می‌شود. [به مرجع ۸ کتابنامه مراجعه شود]

هنگامی که یک اعلامیه گفتاری با تراز فشار صوت ثابت استفاده می‌شود، تراز فشار باید بین حداقل و حداکثر تراز گفتار بر اساس محاسبات این استاندارد تنظیم شود.

هنگامی که تراز صدا توسط کاربران قابل کنترل است، تراز صدا باید برای پوشش بخشی از گستره مشخص شده در این استاندارد قابل تغییر باشد. برای انتخاب گستره تراز گفتار یک محصول باید اغتشاشات شنیداری اعلامیه گفتاری که از یک بلندگو پخش می‌شود حذف شوند.

یادآوری- نشان دادن دامنه تراز گفتار تعیین شده در این استاندارد توسط یک کنترل صدا با استفاده از وسیله‌ای نظیر یک دکمه صدا یک کلید چرخان یا شاخص لغزنده مفید خواهد بود.

روش شبکه فرکانس استاندارد A تراز فشار ساده‌ترین روش اندازه‌گیری است، اما محدودیت‌هایی نیز به همراه دارد. این روش نباید در مورد صدای مزاحم محیط که عمدتا صداهایی با فرکانس پایین هستند، یا زمانی که سروصدای مزاحم شامل اجزاء غالب باشد، مورد استفاده قرار گیرد. در چنین شرایطی اثر صدای مزاحم محیط به درستی تخمین زده نخواهد شد.

روش STI ساده شده، مبتنی بر STI مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴، برای صداهای مزاحم محیطی با باند عریض در هردو حالت با اجزای باند غالب باریک و بدون آن قابل استفاده است. این روش دقیق‌تر از روش تراز فشار صوت شبکه فرکانس استاندارد A است.

یادآوری۱- در شرایط مشخصی که در آن شرایط مورد نیاز برای هر دو روش ذکر شده در بالا نمی‌تواند دنبال شود، روش STI شرح داده شده در پیوست پ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ مفید است.

یادآوری۲- برای مشخص کردن گستره تراز فشار صوت مناسب از اعلان‌های گفتاری برای یک محصول، تراز صدای مزاحم محیط که به طور معمول در محیط عملیاتی محصول وجود دارد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲ معیارتعیین تراز گفتار

تراز گفتار مورد نیاز برای اینکه یک اعلامیه گفتاری راحت شنیده شود و کمترین مشکلات شنیداری را برای افراد بزرگسال جوان در شرایط آرام داشته باشد برابر ۵۵ دسی‌بل است. [به مرجع۹ کتابنامه مراجعه شود]

نسبت مورد نیاز سیگنال به نوفه استفاده شده برای تعیین تراز گفتار حداقل برای افراد بزرگسال مسن‌تر می‌تواند با استفاده از اطلاعات ارائه شده در پیوست ب برآورد گردد. به طور کلی شنوندگان مسن‌تر به یک نسبت ۵ دسی‌بل سیگنال به نوفه یا بالاتر، نیاز دارند، که مربوط به یک STI ۰٫۶۵ است، تا بهترین درک از یک گفتار واضح در شرایط بدون بازآوایی تحت سروصدای مزاحم محیط را داشته باشند. تفاوت مورد نیاز S / N برای بهبود، بین شنوندگان مسن نسبت به شنوندگان جوان از ۲ دسی‌بل تا ۶ دسی‌بل در میان زبان‌های مختلف متغیر است. این تغییر وابسته به تفاوت PTA بین شنوندگان جوان و مسن است.

تراز حداکثر گفتاری باید براساس بند ۵-۴ تعیین شود. بطورکلی شنوندگان جوان‌تر حساسیت شنوایی بهتری نسبت به افراد مسن دارند. با توجه به اینکه انتظار می‌رود جوان‌ترها نسبت به افراد مسن‌تر در تراز پایین‌تری از صدا احساس نارضایتی (از بلندی صدا) کنند تنظیم گستره تراز استاندارد صدا در این استاندارد براساس تراز افراد بزرگسال جوان‌تر درنظر گرفته شده است.

۵-۳ عوامل مرتبط با درک گفتار

انتظار می‌رود که بازآوایی صدا اثر مخربی بر درک گفتار داشته باشد. روش STI ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴، پیوست خ روشی استاندارد است، که از طریق آن می‌توان اثر سوء بازآوایی صدا را پیش‌بینی کرد. این روش از زمان بازتاب، حجم اتاق و فاصله بین منبع سیگنال و یک شنونده برای پیش‌بینی STI استفاده می‌کند. برای انطباق معیار STI ۰٫۶۵ ، در یک فضای بسته و یا نیمه‌بسته، عوامل مرتبط باید وقتی که فضا منعکس کننده است و/ یا کیفیت اعلامیه گفتاری پایین است در نظر گرفته شوند.

یکی دیگر از عوامل، درنظر گرفتن اثر ویژگی‌های آواشناسی گفتار برای زبان‌های مختلف است. پیوست ب بیانگر نتایج حاصل از تغییرات آزمون تشخیص یک کلمه است که در شش کشور انجام شده است. تفاوت میانگین نتایج بین زبان‌های مختلف برای شنوندگان جوان حدود ۵ دسی‌بل است.

برای محصولات مصرفی که پیام‌ها و یا دستورالعمل‌ها را به کاربران ارائه می‌کنند، فرض می شود که کاربران به لحاظ فیزیکی در زمان ارائه پیام‌ها و یا دستورالعمل‌ها در نزدیکی محصول هستند. برای روش شبیه‌سازی STI استاندارد شده در پیوست خ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴، فاصله ۲ متری بین منبع سیگنال تا کاربران

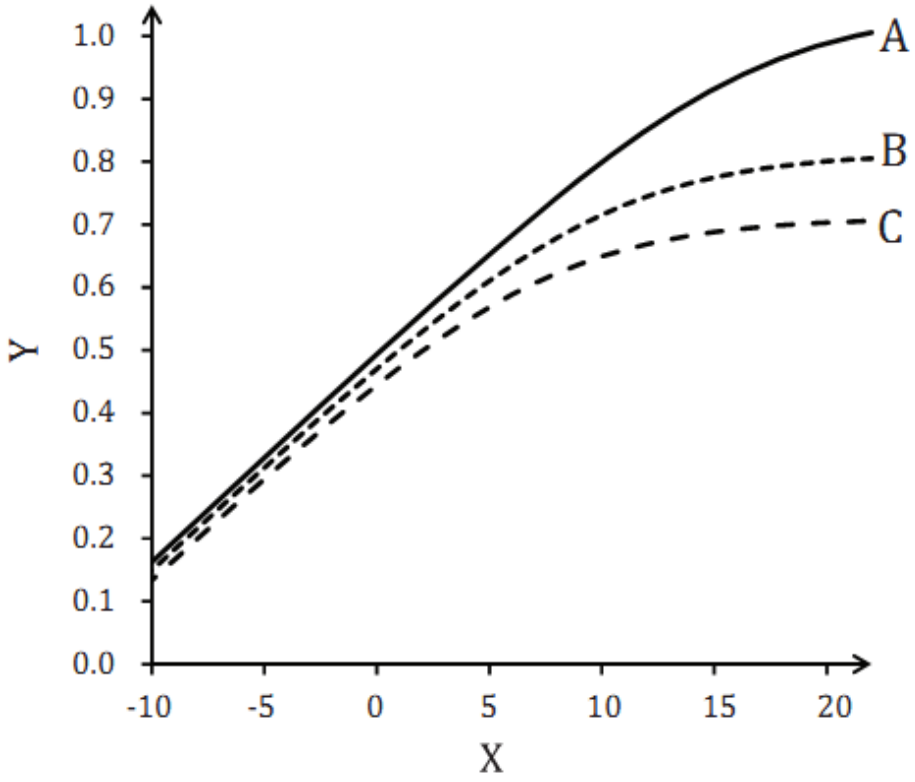
بیانگر معیار ۰٫۶۵ از STI در یک محیط معمول پرانعکاس، زمانی که نسبت سیگنال به نوفه بین ۵ دسی‌بل تا ۱۰ دسی‌بل است، خواهد بود.

شکل ۱ بیانگر رابطه بین نسبت سیگنال به نوفه و STI در فاصله ۲ متر است. در فواصل بیشتر از ۲ متر، بازآوایی صدا ممکن است بطور مخربی بر انتقال گفتار تحت شرایط منعکس تاثیر داشته باشد.

این استاندارد باید برای فواصل مساوی یا کمتر از ۲ متر بین یک منبع سیگنال و شنونده استفاده شود. شرایط اندازه‌گیری و نتایج مربوطه باید ثبت شوند. مثال‌هایی از ثبت شرایط اندازه‌گیری و نتایج به دست آمده در پیوست پ ارائه شده است.

یادآوری۱- در یک میدان باز، که در آن بازآوایی وجود ندارد، فاصله منبع تا گیرنده بسیار متغیر است. در این شرایط بازآوایی لازم نیست در نظر گرفته شود.

یادآوری۲- زمان معمول بازآوایی در یک کلاس درس ابتدایی (ابعاد: ۸ متر × ۸ متر × ۳متر) برابر ۰٫۴۵ است.



راهنما:

X S/N

Y STI

A فضای بدون بازآوایی (T=0.1s)

B فضای معمولی (T=0.34s)

C فضای پر بازآوایی (T=0.55s)

شکل ۱- رابطه بین S / N و STI برای سه زمان بازآوایی در حجم اتاق معادل ۱۹۲ مترمکعب در فاصله ۲ متری

۴-۵ روش تراز فشار صوت با وزن A برای تعیین تراز گفتار

دامنه‌ی تغییرات تراز فشار صدای مربوط به اعلان‌های گفتاری تعیین شده با استفاده از اندازه‌گیری تراز فشار صوت شبکه فرکانس استاندارد A که در پیوست الف توضیح داده شده است باید به‌صورت زیر مشخص شوند،

الف- تراز حداقل شدت گفتار (انتهای پایینی $L_{S,A}$)

تراز حداقل شدت گفتار، که حد پایینی $L_{S,A}$ است، باید با استفاده از روش زیر تعیین شود.

۱) $L_{N,A}$ اندازه‌گیری شود و اطمینان حاصل شود که $L_{N,A}$ کمتر از ۸۰ دسی‌بل است.

۲) حد پایینی $L_{S,A}$ باید طوری تنظیم شود که $L_{S,A}$ - $L_{N,A}$ برابر ۱۰ دسی‌بل قرار گیرد.

۳) حداقل حد انتهای پایینی باید ۵۵ دسی‌بل باشد، در شرایطی که حد پایینی از ۵۵ دسی‌بل در نتیجه تنظیمات مرحله ۱ فراتر نرود.

یادآوری از افزایش تراز فشار صوت اکتاو-باند با فرکانس مرکزی ۸ کیلو هرتز برای افزایش $L_{S,A}$ باید اجتناب شود.

ب- حداکثر تراز شدت گفتار (حد بالایی $L_{S,A}$)

حداکثر تراز شدت گفتار، که حد بالایی $L_{S,A}$ است باید با استفاده از روش زیر تعیین شود.

۱) $L_{N,A}$ اندازه‌گیری شود و اطمینان حاصل شود که $L_{N,A}$ پایین‌تر از ۸۰ دسی‌بل است.

۲) حد بالایی $L_{S,A}$ که باید ۷۵ دسی‌بل به علاوه ۰٫۲ برابر $L_{N,A}$ باشد.

۳) حد بالایی باید ۹۰ دسی‌بل باشد تا زمانی که حد بالایی بیش از ۹۰ دسی‌بل در نتیجه تنظیمات مرحله ۱ فراتر نرود.

۵-۵ روش STI ساده شده برای تعیین تراز حداقل شدت گفتار

تراز حداقل شدت گفتار با استفاده از STI ساده شده باید با اندازه‌گیری تراز فشار صوت اکتاو- باند شرح داده شده در پیوست و به شرح زیر به دست بیاید.

الف- محاسبه $L_{S,i} - L_{N,i}$ با نتایج حاصل از اندازه‌گیری تراز اکتاو- باند سیگنال و نوفه محیط از ۱۲۵ هرتز تا ۸ کیلوهرتز.

ب- محاسبه T_i ، یک شاخص انتقال اکتاو- باند در باند i (دسی‌بل)، با استفاده از فرمول (1) با $L_{S,i} - L_{N,i}$

$$T_i = \frac{L_{S,i} - L_{N,i} + 15}{30} \qquad (۱)$$

یادآوری۱- در صورتی که مقادیر T_i بالاتر از ۱.۰ به دست آیند، باید برای آن مقدار ۱ در نظر گرفته شود.

یادآوری۲- در صورتی که مقادیر T_i کمتر از 0 به دست آیند ، باید برای آن مقدار ۰ در نظر گرفته شود.

الف- محاسبه I با استفاده از فرمول (۲) و T_i. هفت اکتاو- باند با فرکانس مرکزی ۱۲۵ هرتز تا ۸ کیلوهرتز انجام شود. عوامل وزن‌دهی و فراوانی برای محاسبات در جدول ۱ ارائه شده است، همانطورکه در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴شرح داده شده است، اگر یک مقدار STI بالاتر از ۱٫۰ به دست آمد باید برای آن مقدار ۱ درنظر گرفته شود.

$$I = \sum_{k=1}^{7} a_k \times T_k - \sum_{k=1}^{6} \beta_k \times \sqrt{T_k \times T_{k-1}} \qquad (2)$$

که در آن:

T_k شاخص انتقال مدولاسیون برای اکتاو- باند K است.

T_{k-1} شاخص انتقال مدولاسیون برای اکتاو- باند K-1 است.

α_k عامل وزن برای اکتاو- باند K برابر جدول ۱ است.

β_k عامل فراوانی بین اکتاو- باند K و اکتاو- باند K + 1 برابر جدول ۱ است.

جدول ۱ - فاکتورهای وزنی اکتاو- باند و فراوانی

اکتاو- باند Hz	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
A	۰٫۰۸۵	۰٫۱۲۷	۰٫۲۳۰	۰٫۲۳۳	۰٫۳۰۹	۰٫۲۲۴	۰٫۱۷۳
B	۰٫۰۸۵	۰٫۰۷۸	۰٫۰۶۵	۰٫۰۱۱	۰٫۰۴۷	۰٫۰۹۵	--

الف- تایید شود که I بیش از ۰٫۶۵ است. اگر I کمتر از ۰٫۶۵ است، با افزایش $L_{S,A}$ و تکرار مراحل ۱ الی ۳ تا زمانی که I از ۰٫۶۵ تجاوز کند این فرآیند ادامه می‌یابد.

یادآوری- افزایش I تحت طیف نوفه معمولی از ۰٫۱ با افزایش $L_{S,A}$ از ۳ دسی‌بل از طیف موجود در محل زندگی انتظار می‌رود.

پیوست الف

(الزامی)

روش اندازه‌گیری تراز فشار صوت اعلان گفتاری و سر و صدای مزاحم محیطی

الف-۱ کلیات

این پیوست بیانگر روشی برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری برای تعیین دامنه تراز فشار صوت اعلان‌های گفتاری است، همانطورکه در بند ۵ برای محصولات مورد استفاده در فضاهایی مانند خانه‌ها، ادارات، و اماکن عمومی تعیین شده است.

الف-۲ روش اندازه‌گیری

الف-۲-۱ انواع اندازه‌گیری

به انواع اندازه‌گیری که باید انجام شود در زیر اشاره شده است.

الف اندازه‌گیری تراز فشار با شبکه فرکانس استاندارد A

ب اندازه گیری تراز اکتاو- باند

الف-۲-۲ وسایل اندازه‌گیری

وسایل اندازه‌گیری باید به شرح زیر باشند.

الف- صوت سنج مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۰ .

یادآوری- میکروفون از نوع فضای باز چندجهته با تقویت‌کننده که مشخصات آن برای سنجش تراز صدا در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۰ شرح داده شده است را می‌توان به جای ترازسنج صدا استفاده کرد.

ب- فیلترهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل اکتاو- باند در استاندارد IEC 61260 مشخص شده است.

الف-۲-۳ اندازه‌گیری شرایط آکوستیکی یک فضا و نصب یک منبع سیگنال (صوتی)

اندازه‌گیری باید در فضایی انجام شود که در شرایط واقعی قرار است یک سیگنال در آن پخش شود، با نصب بلندگویی که مورد استفاده واقع می‌شود. هنگامی که یک اعلان گفتاری قرار است در شرایط آب و هوایی مختلف اعلان شود، اندازه‌گیری باید در شرایط مناسب با شرایط آب و هوایی مورد نظر صورت پذیرد.
هنگامی که سروصدای مزاحم محیط به طور قابل‌توجهی بیش از مدت زمان اندازه‌گیری نوسان می‌کند، لازم است وضعیت بوجود آمده مشخص و نوسانات صدا در گزارش ارائه شوند.
مثال- اگر یک منبع سیگنال مانند یک کیوسک در ایستگاه راه‌آهن در مجاورت یک محل پر سروصدا نصب شده باشد، انتخاب شرایط شلوغ و طبیعی برای اندازه‌گیری تراز سروصدای محیط توصیه و لازم است.

الف-۲-۴ موقعیت اندازه‌گیری

الف- میکروفون صوت‌سنج باید در موقعیتی قرار گیرد که انتظار شنیدن سیگنال‌ها را داریم.

ب- میکروفون صوت‌سنج از نظر جهت باید به طرف بلندگو یا تجهیزاتی که سیگنال‌های محصولات را ساطع می‌کنند قرار گرفته و از نظر موقعیتی باید مطابق با مرکز سر شنونده باشد.

پ- شخصی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد باید دور از میکروفون باشد تا از اثرات بازآوایی صدا از بدن شخص اجتناب شود.

ت- وقتی که انتظار می‌رود که سیگنال‌ها در موقعیت‌های مختلف شنیده شوند، اندازه‌گیری‌ها باید در چندین موقعیت شامل دورترین و نزدیک‌ترین موقعیت‌های ممکن انجام شوند.

الف-۲-۵ اندازه گیری تراز فشار صوت

برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت سیگنال‌ها و صداهای مزاحم محیط باید به شرح زیر اقدام نمود.

الف- اندازه‌گیری تراز فشار صوت با شبکه فرکانس استاندارد A

هنگامی که روش اندازه‌گیری تراز فشار صوت اعلامیه‌های گفتاری با شبکه فرکانس استاندارد A مورد استفاده قرار می‌گیرد باید اندازه‌گیری به صورت زیر انجام شود.

۱- فرکانس وزنی مشخصه‌ی اندازه صوت‌سنج باید با مشخصه شبکه فرکانس استاندارد A درنظر گرفته شود. مشخصه وزنی زمان باید در حالت F (سریع) باشد.

۲- به دستگاه اعلان گفتاری اجازه دهید تا بطور پیوسته و بدون وقفه اعلامیه‌ها را پخش نماید و تراز فشار صوت پیوسته معادل را اندازه‌گیری کنید. زمان اندازه‌گیری باید حداقل ۱۵ ثانیه باشد. اگر زمان اعلامیه گفتاری کوتاه‌تر از ۱۵ ثانیه باشد، باید اعلان گفتاری بطور پیوسته تکرار شود تا مدت زمان آن بیشتر از ۱۵ ثانیه گردد. مقادیر نمایش داده شده باید به عنوان $L_{S,A}$ درنظر گرفته شود.

۳- تولید سیگنال متوقف و اندازه‌گیری تراز فشار صوت پیوسته معادل مربوط به صدای مزاحم محیط انجام شود. زمان اندازه‌گیری باید حداقل ۱۵ ثانیه باشد. مقادیر نمایش داده شده باید به عنوان $L_{N,A}$ درنظر گرفته شود.

ب- اندازه‌گیری تراز اکتاو- باند

هنگامی که از روش اندازه‌گیری تراز اکتاو-باند استفاده می‌شود اندازه‌گیری باید به روش زیر انجام پذیرد.

۱- فرکانس وزنی مشخصه‌ی اندازه‌گیری صوت‌سنج باید با مشخصه وزن- Z یا تخت درنظر گرفته شود. مشخصه وزنی زمان باید در حالت F (سریع) باشد.

یادآوری- وزن- Z یک پاسخ فرکانسی تخت از ۱۰ هرتز تا ۲۰ هرتز با ۱٫۵ ± دسی‌بل است، همانطورکه در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۰ مشخص شده است.

۲- به دستگاه اعلان گفتاری اجازه دهید تا بطور پیوسته و بدون وقفه اعلامیه‌ها را پخش نماید و تراز فشار صوت پیوسته معادل را اندازه‌گیری کنید. زمان اندازه‌گیری باید حداقل ۱۵ ثانیه باشد. اگر زمان اعلامیه گفتاری کوتاهتر از ۱۵ ثانیه باشد، باید اعلان گفتاری بطور پیوسته تکرار شود تا مدت زمان آن بیشتر از ۱۵ ثانیه گردد. مقادیر نمایش داده شده باید به عنوان $L_{S,i}$ برای باند i درنظر گرفته شود.

۳- تولید سیگنال متوقف و اندازه‌گیری تراز فشار صوت پیوسته معادل مربوط به صدای مزاحم محیط انجام شود. زمان اندازه‌گیری باید حداقل ۱۵ ثانیه باشد. مقادیر نمایش داده شده باید به عنوان $L_{N,i}$ درنظر گرفته شود.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

اثر افت شنوایی مرتبط با سن در تشخیص کلمات

ب-۱ کلیات

این پیوست بیانگر اطلاعاتی است که مربوط به اثر سن بر کاهش امتیازات شنوایی مربوط به در تشخیص یک کلمه‌ی تنها بعنوان یک تابع نسبت سیگنال به نرخ صداهای مزاحم محیط است.

یادآوری- تشخیص کلمه مشکل‌ترین وظیفه و بدترین سناریو و الگو در دریافت اطلاعات کلامی در زندگی روزانه است. مفهوم یک جمله معمولاً درک بهتری را از اعلامیه گفتاری فراهم می‌سازد.

ب-۲ ارتباط بین امتیاز کسب شده تشخیص کلمه، نسبت سیگنال به نرخ نوفه، PTA، جنسیت و سن

شکل ب-۱ رابطه بین نسبت سیگنال به نرخ نوفه و امتیازکسب شده تشخیص کلمه برای شنوندگان با سیستم شنوایی عادی جوان (گروه سنی ۲۰ سال) و شنوندگان مسن (سن ۶۰ سال یا بالاتر) با تراز آستانه شنوایی متفاوت را نشان می‌دهد[به ردیف ۱۰ کتابنامه مراجعه شود]. نتایج میانگین و انحراف استاندارد برای هر S/N و هر گروه شنونده در شکل ب-۱ ارائه شده است. امتیاز تشخیص کلمه تحت سروصدای مزاحم محیط همانطورکه در مرجع [به ردیف ۱۱ کتابنامه مراجعه شود] مشخص شده است با یک طیف Hoth اندازه‌گیری شده‌اند (تراز فشار صوت پیوسته معادل با شبکه فرکانس استاندارد A با شدت ۵۰ دسی‌بل). نسبت سیگنال به نوفه براساس تراز گفتگوی ارائه شده تغییر داده شده است.

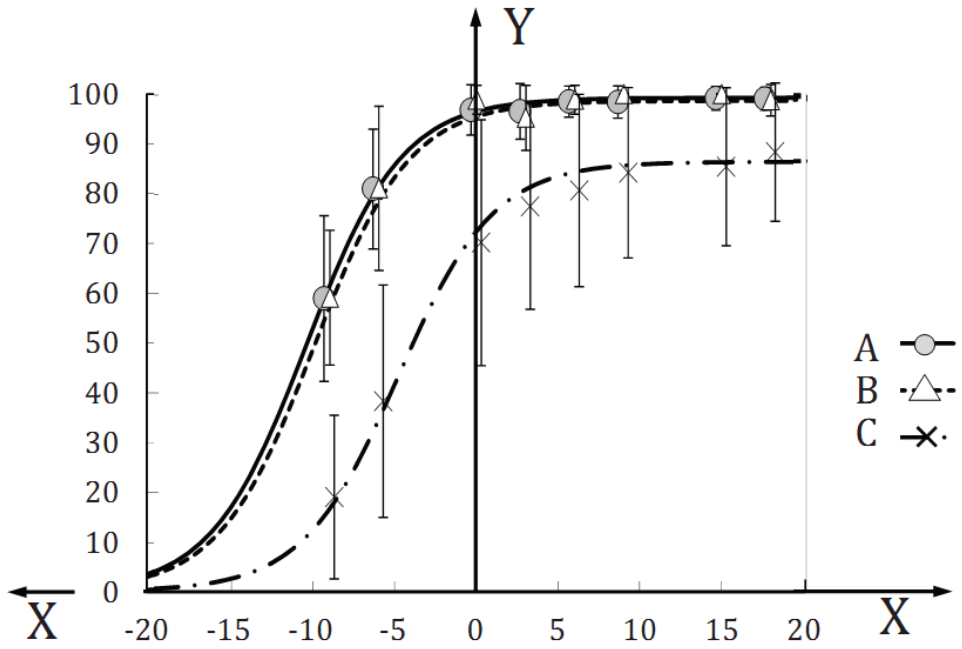
داده‌های استاندارد شده از توزیع آماری تراز آستانه شنوایی در استانداردهای ISO1999 و ISO7029 منتشر شده‌اند پیوست ب تراز آستانه شنوایی[1] (HTL) شنوندگان خارج از بررسی از ۳۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه را ارائه می‌کند. استاندارد ISO7029 تراز آستانه شنوایی افراد عادی را از ۲۰ ثانیه تا ۷۰ ثانیه ارائه می‌کند. تراز آستانه شنوایی بوسیله یک متوسط تن خالص[2] (PTA) نشان داده شده است، که میانگین حسابی تراز آستانه شنوایی در ۰٫۵ هرتز، ۱ هرتز، ۲ هرتز، و ۴ هرتز بوده جایی که یک سیگنال در تشخیص کلمه بکار می‌رود.

یادآوری در استاندارد ISO 7029:2000 افراد با شنوایی عادی به افرادی اطلاق می‌شود که " فرد در حالت طبیعی از سلامتی به سر برده و از تمام علائم یا نشانه‌های بیماری گوش و بسته شدن کانالهای گوش بوسیله موم ترشح شده در گوش مبرا است و هیچ گاه در معرض بیش از حد صداهای مزاحم محیطی قرار نگرفته است" .

برای شنوندگان جوان، نسبت سیگنال به نوفه a-2.0 دسی‌بل لازم است تا ٪ ۹۵ از امتیاز را بدست آورند. در گروه شنوندگان مسن‌تر با PTA ۲۳٫۶ به طور متوسط برای بهبود کار تحت شرایط بدون بازآوایی به ۵٫۵ دسی-بل نسبت سیگنال به نوفه اشاره می‌شود. هنگامی که PTA به اندازه ۱ دسی‌بل افزایش پیدا کند منحنی‌ها به

1- Hearing threshold levels
2 - Pure tone average

اندازه ۰٫۲۶ دسی‌بل به تراز بالاتری از نسبت سیگنال به نوفه انتقال می‌یابند. هنگامی که یک تراز بالاتری ازکاهش شنوایی درنظر گرفته شود، باید نسبت سیگنال به نوفه مورد نیاز را با PTA تخمین زد. امتیازات شنوندگان میانسال از شنوندگان جوان متفاوت نیست.



گروه	تعداد نفرات (مرد/زن)	متوسط سن	گستره PTA	متوسط PTA
A	۲۱٫۳۴	۲۱٫۳	۵- تا ۱۰	۲٫۶
B	۱٫۶	۳۸٫۵	۲٫۵- تا ۱۰	۴٫۵
C	۲۴٫۲۷	۷۰٫۷	۷٫۵ تا ۵۴	۲۳٫۶

راهنما:

X نسبت سیگنال به نوفه به دسی‌بل

Y درصد امتیازات تشخیص صحیح کلمه

Error bars انحراف استاندارد

شکل ب-۱- امتیازات تشخیص کلمه و انحراف استاندارد گروه‌های جوان (گروه A)، میانسال (گروه B)، و شنوندگان مسن (گروه C) برای هر نسبت سیگنال به نوفه

جدول ب-۱ بیانگر PTA افراد دارای شنوایی نرمال و جمعیت غربال نشده در کشورهای صنعتی است. همانطور که استفاده از رگرسیون خطی بین شنوندگان دارای شنوایی نرمال و غربال نشده برای هر جنسیت محقق شده است تفاوت PTA میانه شنوندگان غربال شده و غربال نشده در ۳۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه به ترتیب ۳٫۵ دسی‌بل برای مردان و ۱٫۵ دسی‌بل برای زنان می‌باشد. باتوجه به نرخ جمعیت از نظر سن و جنس برای بزرگسالان در کشورهای توسعه یافته اقتصادی در جدول ب-۲ میانگین PTA یک شخص نرمال ۶۰ ساله یا مسن‌تر ۷٫۴ دسی-

بل برای صدک نودم ۱۴٫۵ دسی‌بل، برای صدک پنجاهم و برای صدک دهم ۲۳٫۵ دسی‌بل فرض شده است. PTA به ترتیب برای صدک‌ها با بهبود نسبت سیگنال به نوفه ۱٫۹ دسی‌بل، ۳٫۸ دسی‌بل و ۶٫۱ دسی‌بل تاکید دارد. نسبت سیگنال به نوفه ۱٫۸ دسی‌بل و ۱٫۴ دسی‌بل برای دست یابی به نتایج ٪ ۹۵ امتیازات حداکثر تشخیص کلمه برای ٪۵۰ و ٪۹۰ از جمعیت ۶۰ سال یا مسن‌تر، برمبنای یک نیاز نسبت سیگنال به نوفه ۲- دسی‌بل برای شنوندگان جوان مورد نیاز است. PTA مربوط به شنوندگان ۷۰ سال یا مسن‌تر باید معادل با PTA افراد ۷۰ ساله فرض شود. در حقیقت، ۱٫۵ دسی‌بل کاهش در هر سال از HTL در افراد 80 ساله یا مسن‌تر رخ می‌دهد. این کاهش قابلیت شنوایی نیاز به بهبود مورد نیاز نسبت سیگنال به نوفه درحدود ۴٫۰ دسی‌بل در سال دارد.

جدول ب-۱ PTA، برحسب دسی بل، مربوط به جمعیت با شنوایی طبیعی (ISO 7029)و جمعیت غربال نشده در کشورهای توسعه یافته (ISO 1999)

سن (سال)	ISO 7029						ISO 1999					
	مرد			زن			مرد			زن		
	نسبت											
	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۱	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۱	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۱	۰٫۹	۰٫۵	۰٫۱
۲۰	-۶٫۸	۰٫۰	۹٫۰	-۶٫۸	۰٫۰	۸٫۸						
۳۰	-۶٫۵	۱٫۳	۱۰٫۸	-۶٫۳	۱٫۰	۱۰٫۰	-۲٫۸	۴٫۸	۱۹٫۰	-۴٫۵	۲٫۸	۱۲٫۵
۴۰	-۵٫۰	۳٫۸	۱۵٫۰	-۵٫۳	۲٫۸	۱۳٫۰	-۰٫۸	-۰٫۸	۲۵٫۸	-۳٫۳	۴٫۳	۱۵٫۸
۵۰	-۲٫۸	۷٫۸	۲۱٫۳	-۳٫۵	۵٫۸	۱۷٫۵	۱٫۰	۱٫۰	۲۹٫۸	۰٫۵	۷٫۳	۲۲٫۰
۶۰	۰٫۳	۱۳٫۳	۳۰٫۳	-۱٫۳	۱۰٫۰	۲۴٫۳	۳٫۰	۳٫۰	۳۹٫۵	۱٫۵	۱۱٫۵	۳۰٫۵
۷۰	۴٫۳	۲۰٫۵	۴۱٫۵	۱٫۵	۱۵٫۰	۳۲٫۵						

جدول ب-۲ جمعیت به اشتراک گذاشته شده از نظر سن و جنسیت برای بزرگسالان در میان تمام بزرگسالان(بیش از ۲۰ سال) در کشورهای توسعه یافته

سن	مرد ٪	زن ٪
۲۰	۹٫۱	۸٫۸
۳۰	۹٫۱	۸٫۹
۴۰	۹٫۲	۹٫۳
۵۰	۸٫۵	۹٫۰
۶۰	۶٫۲	۷٫۰
+۷۰	۵٫۸	۹٫۱

ب-۳ تغییرات امتیازات تشخیص کلمه

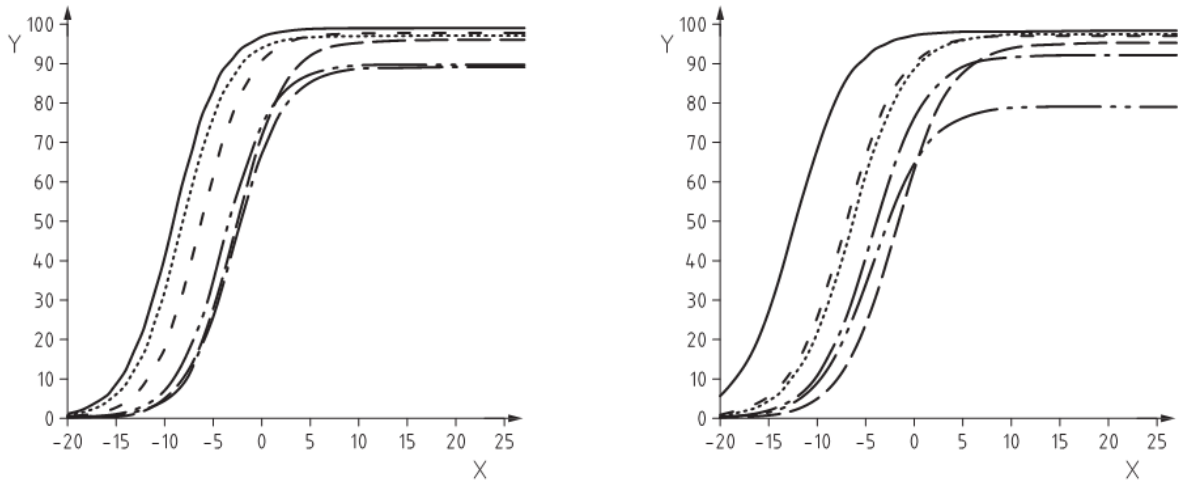
تفاوت فرآیند تشخیص کلمه بین شنوندگان جوان و مسن که به زبان مادری صحبت می‌کنند برای اعتبارسنجی مقدار هدف در این استاندارد اندازه‌گیری شده است. افراد از شش کشور شرکت داده شدند: چین، آلمان، کره، ژاپن، تایلند، و ایالات متحده آمریکا.

آزمون‌های تشخیص کلمه برای تمامی زبان‌های مادری به شیوه مشابه مهیا گردید. یک کلمه هدف در جمله زیر در هر زبان جاسازی شد: "کلمه بعدی کلمه **هدف** است، آنرا در پایین بنویس". بیش از بیست شنونده جوان در گروه ۲۰ ساله و بیش از بیست شنونده مسن بیش از ۶۰ سال در آزمون تشخیص کلمه به زبان‌های مربوط به خود شرکت داده شدند. همه شرکت‌کنندگان بصورت تصادفی (غربال نشده) از کسانی انتخاب شدند که فاقد گزارشی مبنی بر مشکلات شنوایی بودند. طیف Hoth با ۵۰ دسی‌بل در تراز صدا با شبکه فرکانس استاندارد A به عنوان پوشش صدای مورد استفاده قرار گرفت. نسبت‌های سیگنال به نوفه با وزن A از ۲۰- دسی‌بل تا ۲۴ دسی‌بل با فاصله‌های ۴ دسی‌بل تنظیم شدند. هر شرکت‌کننده به ۱۶ کلمه برای هر نسبت سیگنال به نوفه از صدای یک مرد و یک زن گوش دادند. سیگنال‌های آزمون از طریق هدفون یا بلندگو پخش شدند.

نمرات شنوندگان جوان ژاپنی که در شکل ب-۳ ارائه شده است به عنوان منحنی استاندارد استفاده شده است. تایید شده بود که نتایج بدست آمده با استفاده از آزمون تعدیل شده قافیه‌دار انگلیسی برای شنوندگان جوان تحت شرایط یکسان، منحنی مشابه به عنوان منحنی استاندارد را نشان می‌دهد. تابع استفاده شده بعنوان یک منحنی استاندارد یک تابع روان‌سنجی است، همانطور که فرمول ب-۱ نشان داده شده است. امتیازات ماکزیمم (Smax) و $L_{S,A} - L_{N,A}$ که در آن امتیاز (M) ۵۰٪ امتیاز ماکزیمم (Smax) است برای بدست آوردن منحنی رگرسیون تغییر داده می‌شوند. شیب سریع تابع (S) با ۲٫۹ دسی‌بل ثابت شده بود. خطای مجذور میانگین مربعات مدل ۳۴٪ در مقابل امتیازات میانگین آزمون تشخیص کلمه یک ژاپنی با کلمات جدا شده بود.

$$S(L_{S,A} - L_{N,A}) = \frac{S_{max}}{1 + exp\{(m - L_{S,A} - L_{N,A})/s\}}, \%$$

یک منحنی رگرسیون برای شنوندگان مسن نیز به دست آمد. تفاوت $L_{S,A} - L_{N,A}$ بین شنوندگان جوان و مسن با مقایسه تفاوت‌های عملکرد تشخیص کلمه بین شنوندگان جوان و مسن محاسبه شد. نرخ S_{MAX}، که مقدار S_{MAX} مربوط به شنوندگان مسن است، برمقادیر مربوط به شنوندگان جوان برای هر زبان، تقسیم شد. ضریب همبستگی منحنی رگرسیون و اندازه‌گیری داده برای هر زبان و جنسیت گوینده بزرگتر از ۰٫۹۹ بود.



راهنما:

X نسبت سیگنال به نوفه، برحسب دسی بل

Y تصحیح درصد امتیازات تشخیص کلمه

———— ژاپنی

—·—·— انگلیسی (اتحاد متحده امریکا)

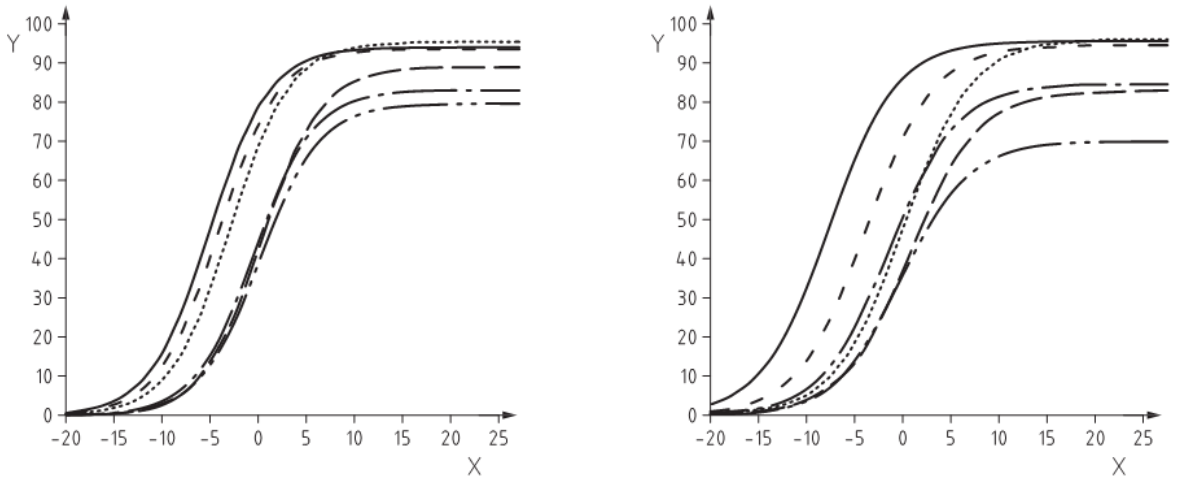
———— آلمان (آلمانی)

— — — کره ای

– – – – چینی

— — — تایلند

شکل ب-۲ رابطه بین امتیازات تشخیص کلمه و نسبت سیگنال به نوفه برای شنوندگان جوان در شش زبان از صدای مرد (نمودار چپ) و صدای زن (نمودار راست)



راهنما:

X S/N، برحسب دسی‌بل

Y تصحیح درصد امتیازات تشخیص کلمه

———— ژاپنی

—·—·— انگلیسی (اتحاد متحده امریکا)

— — — آلمان (آلمانی)

— — — کره ای

– – – – چینی

— — — تایلند

شکل ب-۳ رابطه بین امتیازات تشخیص کلمه و نسبت سیگنال به نوفه برای گروه‌های شنوندگان مسن در شش زبان از صدای مرد (نمودار چپ) و صدای زن (نمودار راست)

ب-۴ بهبود لازم نسبت سیگنال به نوفه برای شنوندگان مسن

تفاوت $L_{S,A} - L_{N,A}$ بین گروه‌های شنونده جوان ومسن برای هر زبان در جدول ب ارائه شده است.

تفاوت $L_{S,A} - L_{N,A}$ بین گروه‌های شنونده جوان و مسن بهسازی موردنیاز نسبت سیگنال به نوفه را برای شنوندگان مسن در مقایسه با شنوندگان جوان نشان می‌دهد. تفاوت میانگین زبان برای جنسیت گوینده ۳٫۳ دسی بل است. تفاوت‌ها برای صداهای زنان نسبت به صداهای مردان گرایش به بزرگتر شدن دارد زیرا صدای زنان شامل اجزئی با فرکانس بالاتر هستند و لذا وابستگی کاهش شنوایی به افزایش سن درگستره فرکانس‌های بالاتر بیشتر است. با تغییرات سن شنونده و توانایی شنوایی آنها تغییرات تفاوت‌ها را ایجاد می‌کند. اختلاف PTA میانگین بین شنوندگان جوان و مس برای سه زبان اندازه‌گیری شد و نتایج زیر استخراج گردید: چینی ۱۹ دسی بل، تایلندی ۱۴ دسی بل و ژاپن ۱۷ دسی بل.

جدول ب-۳ - تفاوت $L_{S,A} - L_{N,A}$ بین گروه‌های شنونده جوان و مسن برای شش زبان

زبان	اختلاف $L_{S,A} - L_{N,A}$ بین گروه شنوندگان مسن و جوان‌تر	
	صدای مرد	صدای زن
ژاپنی	۳٫۹	۴٫۴
انگلیسی (آمریکایی)	۳٫۸	۳٫۶
آلمانی	۲٫۱	۲٫۴
کره‌ای	۲٫۷	۲٫۲
چینی	۵٫۱	۶٫۱
تابلندی	۲٫۰	۲٫۸

پیوست پ
(اطلاعاتی)
مثال‌هایی برای شرایط اندازه‌گیری ثبت نتایج

پ-۱ کلیات

شرایط اندازه‌گیری و نتایج باید به طور مقتضی ثبت شوند. این پیوست بیانگر مثالی برای ثبت نتایج و اندازه-گیری‌ها است.

الف- تاریخ و مکان اندازه‌گیری

مثال- تاریخ اندازه‌گیری: روز، ماه، سال

موقعیت اندازه گیری: XX محل انجام آزمون، نوع فضا XX

ب- محصول و شماره مدل آن

مثال- محصول و شماره مدل مایکروفر، شماره مدل XX-XXXX

پ- تجهیزات اندازه‌گیری و شماره مدل آن

مثال- وسایل اندازه‌گیری و شماره مدل: صوت‌سنج، شماره مدل XX، آنالایزر یک سوم اکتاو- باند ، شماره مدل XXXX-XX

ت- موقعیت اندازه‌گیری

مثال - موقعیت اندازه‌گیری سیگنال شنوایی: میکروفون باید در وضعیت نشان داده شده در شکل X در ارتباط با محصول قرار گیرد.

ث- منبع واضح نوفه

مثال- منبع نوفه: صدای آب سینک در آشپزخانه. جریان آب، XX لیتر/دقیقه

ج- سر و صدای مزاحم محیط، روش اندازه‌گیری تراز فشار صوت

مثال- روش اندازه‌گیری تراز فشار صوت سیگنال‌ها و سروصدای مزاحم محیط: اندازه‌گیری با استفاده از تجزیه و تحلیل اکتاو-باند.

ح- نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت اعلان گفتاری و سروصدای مزاحم محیط

۱) $L_{S,A}$ یا $L_{S,oct}$

۲) $L_{N,A}$ یا $L_{N,oct}$

مثال-تراز فشار صوت سروصدای مزاحم محیط: $L_{N,A}$=51 Db

پ-۲ مثال برگه ثبت

نتایج و شرایط اندازه‌گیری باید در یک برگه ثبت شود. یک مثال در جدول پ-۱ نشان داده شده است.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

روش STI برای تعیین حداقل تراز شدت گفتار

ت-۱ کلیات

این پیوست روشی را برای تعیین تراز گفتار حداقل با استفاده از STI در شرایطی ارائه می‌کند که در آن اثرات بازآوایی باید در نظر گرفته شده است. تراز گفتار حداقل با استفاده از STI را می توان با تراز فشار صوت اکتاو-باند شرح داده شده در پیوست الف و پاسخ ضربه از کانال انتقال سخنرانی در این پیوست مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ تعیین نمود. این روش نیز تحت شرایط مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ قابل اجرا است.

ت-۲ اندازه‌گیری پاسخ ضربه

روش استفاده شده برای اندازه‌گیری پاسخ ضربه یک کانال انتقال گفتار هدف به عنوان یک روش غیرمستقیم و یا روش پاسخ ضربه در استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۳۱۴ ، در بند ۶ با اطلاعات دقیق توصیف شده است.

اندازه‌گیری پاسخ ضربه باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۷۶ انجام شود. به علت استفاده از پاسخ ضربه، این روش تنها برای یک کانال انتقال زمان-ثابت خطی قابل اجرا است.

ت-۳ دستگاه اندازه‌گیری

دستگاه اندازه‌گیری باید به شرح زیر باشد.

الف صوت‌سنج در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۰ مشخص شده است.

یادآوری یک میکروفون نوع میدان-باز چندجهته با تقویت‌کننده، که مشخصات آن برای یک صوت‌سنج در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۰ مشخص شده، می‌تواند به جای صوت‌سنج استفاده شود.

ب یک تابع پردازش سیگنال کامپیوتری برای استنتاج پاسخ ضربه مطابق با استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۷۶ استفاده شود.

ت-۴ فضای اندازه‌گیری و نصب و راه‌اندازی یک منبع سیگنال

اندازه‌گیری باید در فضایی انجام گیرد که بطور واقعی قرار است اعلان گفتاری در آن توسط بلندگوی نصب شده پخش شود. پخش صدا باید درشرایط سکوت و هوای بدون باد انجام گیرد.

ت-۵ موقعیت اندازه‌گیری

الف میکروفون باید در موقعیتی که انتظار می‌رود سیگنال در آن شنیده شود قرار گیرد.

ب میکروفون باید به سمت بلندگو و یا دیگر دستگاه‌های ساطع کننده سیگنال محصول قرار گیرد در موقعیتی که با مرکز سر شنونده مطابقت داشته باشد.

پ برای جلوگیری از اثرات بازآوایی صدا از بدن فرد اندازه گیرنده این شخص باید دور از میکروفون قرار گیرد.
ت هنگامی که انتظار می‌رود سیگنال‌ها در موقعیت‌های متعدد شنیده شوند، اندازه‌گیری باید در چندین موقعیت شامل نزدیک‌ترین و دورترین موقعیت‌های ممکن انجام شود.

ت-۶ روش اندازه‌گیری پاسخ ضربه از کانال انتقال

اندازه‌گیری پاسخ ضربه یک کانال انتقال باید به شرح زیر انجام شود.

الف- مشخصه فرکانس-وزن صوت‌سنج باید با وزن Z- و یا تخت باشد.

ب- یک سیگنال اندازه‌گیری پاسخ ضربه مانند یک سیگنال جاروب-سینوسی را به یک مبدل که اعلان گفتاری را ساطع می‌کند اعمال کنید.

یادآوری- اعلامیه گفتاری ارائه شده از بلندگوهای متعدد را می توان با استفاده از این روش اندازه‌گیری کرد.

پ- سیگنال ساطع شده در موقعیت‌های اندازه‌گیری را ضبط کنید.

ت- اگر اتاق اندازه‌گیری پر سروصدا باشد برای سیگنال ضبط شده باید متوسط‌گیری هم‌زمان انجام شود.

یادآوری- تعداد متوسط‌گیری‌های هم‌زمان لازم به روش استفاده و تراز سر و صدای مزاحم محیط بستگی دارد. برای جزئیات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۷۶ مراجعه شود.

ث- محاسبه پاسخ ضربه از سیگنال های ضبط شده مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۷۶ انجام پذیرد.

ت-۷ روش تعیین تراز گفتار حداقل با تراز گفتار اکتاو- باند و STI

تراز گفتار حداقل با توجه به اثرات بازآوایی در یک کانال انتقال گفتار هدف با استفاده از روش‌های زیر قابل حصول است.

الف- محاسبه $L_{S,i} - L_{N,i}$ بااستفاده از نتایج حاصل از اندازگیری تراز اکتاو-باند از ۱۲۵ هرتز تا ۸ کیلوهرتز از سیگنال و نوفه محیط انجام پذیرد.

ب- محاسبه تابع انتقال مدولاسیون تابع $(m_{k,fm})$ با استفاده از فرمول (ت-۱) با اندازه‌گیری پاسخ ضربه و $L_{S,i} - L_{N,i}$ اکتاو باند K از ۱۲۵ هرتز تا ۸ کیلوهرتز است. فرکانس مدولاسیون f_m فرکانس مرکز یک سوم اکتاو-باند از ۰٫۶۳ هرتز به ۱۲٫۵ هرتز است، که به صورت زیر نشان داده شده است.

$$m_{k,f_m} = \frac{\left|\int_0^\infty h_k(t) e^{-j2\pi f_m t} dt\right|}{\int_0^\infty h_k(t)^2 dt} . \left[1 + 10^{-[L_{S,k} - L_{N,k}]/10}\right]^{-1} \qquad (D.1)$$

(ت-۱)

که در آن:

$h_k(t)$ پاسخ ضربه اکتاو-باند k است

f_m فرکانس مدولاسیون است

$L_{S,k}$-$L_{N,k}$ نسبت سیگنال به نوفه برحسب دسی‌بل در باند k است.

تصحیح توابع انتقال مدولاسیون $(m_{k,fm})$ با استفاده از پوشش شنوایی و درک مکالمه مطلق با نتایج حاصل از اندازه‌گیری اکتاو-باند تراز فشار صوت از هر دو سیگنال و نوفه محیط باید مطابق استاندارد IEC 60268-16، پیوست الف-۵-۳ محاسبه شود.

محاسبه R'_i با تابع انتقال مدولاسیون تصحیح شده $(m'_{k,fm})$ با استفاده از فرمول (ت-۲).

$$[L_{S,i} - L_{N,i}]' = 10log\left[\frac{m'_{k,f_m}}{1 - m'_{k,f_m}}\right] \qquad (D.2)$$

(ت-۲)

محاسبه Ti، شاخص انتقال اکتاو-باند در باند i (dB) ، با استفاده از فرمول (1) با (LS ,i – LN ,i) به جای ($L_{S,i} - L_{N,i}$).

محاسبه I با استفاده از فرمول (2) با T_i.

تایید کنید که I بیش از ۰٫۶۵ است. اگر I کمتر از۰٫۶۵ بود، آنگاه $L_{S,A}$ را افزایش دهید و مراحل الف الی پ را تا زمانی که I بیش از ۰٫۶۵ شود تکرار کنید.

یادآوری- انتظار می‌رود که I با افزایش $L_{S,A}$ به اندازه ۳ دسی‌بل تحت طیف صدای نمونه مشاهده شده در محل اقامت به اندازه ۰٫۱ افزایش یابد.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[1] ISO 9921:2003, Ergonomics — Assessment of speech communication.

[2] ISO/IEC Guide 71:2001, Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities.

[3] ISO/TR 22411:2008, Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities.

[4] IEC 60268-7:2010, Sound system equipment – Part 7: Headphones and earphones.

[5] ISO 7240-16:2007, Fire detection and alarm systems — Part 16: Sound system control and indicating equipment.

[6] ISO 7240-19:2007, Fire detection and alarm systems — Part 19: Design, installation, commissioning and service of sound systems for emergency purposes.

[7] ISO15006:2011, Road vehicles— Ergonomic aspects of transport information and control systems — Specifications for in-vehicle auditory presentation.

[8] Pearsons K.S., Bennett R.L., Fidell S. Speech levels in various noise environments" (Report No. EPA-600/1-77-025). Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (1977).

[9] Kobayashi M., Morimoto M., Sato H., Sato H. Optimum speech level to minimize listening difficulty in public spaces. J. Acoust. Soc. Am. 2007, 121 (1) pp. 251–256.

[10] Sato H., Kurakata K., Mizunami T. Accessible speech messages for the elderly in rooms," Ninth Western Pacific Acoustics Conference Seoul, Korea, 2006.

[11] ITU-T P.800. Methods for Subjective Determination of Transmission Quality - Series P: Telephone Transmission Quality; Methods for Objective and Subjective Assessment of Quality (1996).

[12] ISO 7029:2000, Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age.

[13] ISO 1999:2013, Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss.

[14] Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. World Population Prospects. Revision, 2010.

[15] Wiley T.L. Chappell, R., Carmichael, L., Nondahl, D.M., and Cruickshanks, K.J. “Changes in Hearing Thresholds over 10 Years in Older Adults. J. Am. Acad. Audiol. 2008, 19 (4) pp. 281–292.

[16] Sato H., Bradley J.S., Morimoto M. Using listening difficulty ratings of conditions for speech communication in rooms. J. Acoust. Soc. Am. 2005, 117 (3) pp. 1157–1167.

[17] ISO 18233:2006, Acoustics — Application of new measurement methods in building and room acoustics