INSO
10534-1
1 st.Edition
2018

Identical with
ISO 8253-1: 2010

جمهوری اسلامی‌ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استانداردایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی‌ایران
۱۰۵۳۴-۱
چاپ اول
۱۳۹۶

# آکوستیک- روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی- قسمت ۱: شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی صدای خالص

# Acoustics- Audiometric test methods- Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry

ICS: 13.140

**استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۱-۱۰۵۳۴(چاپ اول): سال ۱۳۹۶**

**سازمان ملی استانداردایران**

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رآیانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

**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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین‌شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته‌شده 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 بین‌المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی‌شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، 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 می‌تواند 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 استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات‌گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح 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

## «آکوستیک- روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی- قسمت ۱: شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی صدای خالص»

| **رئیس:** | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| بیات، آرش<br>(دکتری شنوایی‌شناسی) | عضو هیات علمی- دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز |
| **دبیر:** | |
| آرین‌نژاد، حسین<br>(کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک) | کارشناس تدوین- اداره‌کل استاندارد خوزستان |
| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | |
| امیری، مرضیه<br>(کارشناسی ارشد شنوایی‌شناسی) | عضو هیات علمی- دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز |
| برج‌سفیدی، آذرخواجه<br>(کارشناسی ارشد شنوایی شناسی) | انجمن شنوایی‌شناسی- کلینیک فوق تخصصی شنوایی مروارید |
| سیاف، رضوان<br>کارشناسی ارشد شنوایی شناسی | بیمارستان نفت- کلینیک شنوایی‌سنجی طنین |
| توکلی، مجتبی<br>(دکتری روان‌شناسی) | مرکز تخصصی ارزیابی شنوایی و تجویز سمعک خاتم |
| شهبازی، سحر<br>(کارشناسی ارشد شنوایی شناسی) | مرکز ارزیابی شنوایی پارس |
| قوچانی، زهرا<br>کارشناسی شنوایی‌شناسی | کلینیک ارزیابی شنوایی نجوا |
| دلفی، مریم<br>(دکتری شنوایی‌شناسی) | عضو هیات علمی- مرکز جامع ارزیابی شنوایی و گفتار آوا |
| کریمی، مجید<br>(کارشناسی ارشد شنوایی شناسی) | مرکز فوق تخصصی گوش، حلق و بینی و توانبخشی شنوایی و گفتار تبسم- مدیر مرکز کاشت حلزون خوزستان |
| **ویراستار:** | |
| خوشنام، فرزانه<br>(دکتری شیمی) | معاون استانداردسازی و آموزش و ترویج- اداره‌کل استاندارد خوزستان |

# فهرست مندرجات


| عنوان | | صفحه |
|---|---|---|
| پیش‌گفتار | | و |
| مقدمه | | ز |
| ۱ | هدف و دامنهٔ کاربرد | ۱ |
| ۲ | مراجع الزامی | ۱ |
| ۳ | اصطلاحات و تعاریف | ۲ |
| ۴ | جنبه‌های کلی اندازه‌گیری‌های شنوایی‌سنجی | ۸ |
| ۵ | آماده‌سازی و دستورالعمل آزمون‌شونده‌ها قبل از آزمون شنوایی‌سنجی و جاگذاری مبدل‌ها | ۱۱ |
| ۶ | تعیین سطوح آستانه شنوایی انتقال هوایی با استفاده از شنوایی‌سنجی فرکانس ثابت | ۱۲ |
| ۷ | تعیین سطوح آستانه شنوایی انتقال هوایی با استفاده از شنوایی‌سنجی فرکانس جاروبی | ۱۹ |
| ۸ | شنوایی‌سنجی آستانه شنوایی انتقال استخوانی | ۲۰ |
| ۹ | شنوایی‌سنجی غربالگری | ۲۳ |
| ۱۰ | نمودارهای شنوایی | ۲۴ |
| ۱۱ | نوفه محیطی مجاز | ۲۵ |
| ۱۲ | نگه‌داری و تعمیر و کالیبراسیون دستگاه شنوایی‌سنجی | ۳۰ |
| پیوست الف (آگاهی‌دهنده) عدم قطعیت اندازه‌گیری | | ۳۵ |
| کتاب‌نامه | | ۴۱ |

## پیش‌گفتار

استاندارد «آکوستیک- روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی- قسمت ۱: شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی صدای خالص» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای‌پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی‌ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در ششصد و شصت و ششمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی‌ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی‌ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی‌ایران بر اساس استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی‌ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی‌ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل‌این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی‌ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای‌پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 8253-1: 2010, Acoustics- Audiometric test methods- Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry

## مقدمه

این استاندارد روش‌های اجرایی و الزاماتی را برای انجام آزمون‌های پایه شنوایی‌سنجی تعیین می‌کند که در این آزمون‌ها صداهای خالص با استفاده از یک گوشی یا ارتعاشگرهای استخوانی به آزمون‌شونده ارائه می‌شوند. روش‌های آزمون الکتروفیزیولوژیکی شامل این استاندارد نمی‌شوند.

به منظور این که شنوایی به شکلی قابل اطمینان اندازه‌گیری شود، عوامل بسیاری شامل می‌شوند. استاندارد IEC 60645-1 الزاماتی برای دستگاه‌های شنوایی‌سنجی تعیین می‌کند. در طی کارکرد تجهیزات شنوایی‌سنجی، بررسی و پایداری کالیبراسیون آن‌ها الزامی است. این استاندارد، طرحی برای کالیبراسیون ارائه می‌کند. به منظور اجتناب از پوشش[1] سیگنال آزمون توسط نوفه محیطی در اتاقک آزمون شنوایی‌سنجی، سطوح نوفه محیطی بسته به روش ارائه سیگنال به آزمون‌شونده، یعنی توسط گوشی یا ارتعاشگرهای استخوانی مختلف، نباید از مقادیری معین بیش‌تر شوند. این استاندارد، حداکثر سطوح فشار صوتی مجازی را برای محیط ارائه می‌کند، که هرگاه نیاز است سطوح پایین آستانه شنوایی تا به مقدار dB ۰ اندازه‌گیری شوند، نباید از آن‌ها تجاوز شود. این استاندارد حداکثر مجاز سطوح فشار صوتی محیطی را هنگامی که لازم است دیگر سطوح کمینه آستانه شنوایی اندازه‌گیری شوند مشخص می‌کند. این استاندارد روش‌های اجرایی برای تعیین سطوح آستانه شنوایی توسط شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی و انتقال هوایی صدای خالص، ارائه می‌کند. برای اهداف غربالگری[2]، صرفا روش‌هایی برای شنوایی‌سنجی انتقال هوایی ارائه می‌شود.

شنوایی‌سنجی توسط موارد زیر قابل انجام است:

الف- دستگاه شنوایی‌سنجی دستی؛

ب- دستگاه شنوایی‌سنجی ثبت خودکار؛

پ- تجهیزات شنوایی‌سنجی با کنترل رایانه‌ای.

برای این سه نوع ارائه سیگنال، روش‌هایی برای شنوایی‌سنجی تعیین می‌شود. برای اهداف غربالگری، صرفا روش‌هایی نشان داده می‌شود که از دستگاه شنوایی‌سنجی با کنترل کامپیوتری یا دستی استفاده می‌کنند. روش‌های اجرایی برای اغلب کودکان و اغلب افراد بالغ قابل کاربرد است. ممکن است نتایج دیگر روش‌های اجرایی، با نتایج به دست آمده از روش‌های اجرایی که در این استاندارد تعیین شده‌اند، معادل باشند. احتمالا برای اشخاصی با سن بسیار پایین، سالمندان و یا بیماران، تعدیل بعضی از روش‌های اجرایی پیشنهادی، ضروری باشد. ممکن است این امر، منجر به اندازه‌گیری شنوایی‌سنجی با درستی کم‌تر شود.

1- Masking
2- Screening

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران به شمارهٔ ۱۰۵۳۴ است. سایر قسمت‌های این استاندارد عبارتند از:

– قسمت دوم: شنوایی سنجی میدان صدا با سیگنال‌های آزمون باند باریک و نغمه ناب.

– Part 3: Speech audiometry

# آکوستیک- روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی- قسمت ۱: شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی صدای خالص

## ۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اجرایی و الزامات، برای شنوایی‌سنجی آستانه انتقال هوایی و انتقال استخوانی صدای خالص است. برای مقاصد غربالگری، صرفا روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی انتقال هوایی صدای خالص تعیین می‌شوند. ممکن است روش‌های اجرایی برای جوامع خاصی، مثلا کودکان با سن بسیار کم مناسب نباشد.

این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد:

الف- روش‌های اجرای شنوایی‌سنجی در سطوحی بالاتر از سطوح آستانه شنوایی آزمون‌شونده‌ها؛

ب- روش‌های اجرا و الزامات برای شنوایی‌سنجی گفتار و شنوایی‌سنجی الکتروفیزیولوژیکی؛

پ- روش‌های اجرا و الزامات برای استفاده از بلندگو به عنوان منبع صوت.

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن‌این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرداین استاندارد الزامی است:

**۲-۱** استاندارد ملی‌ایران شماره ۳-۱۰۵۳۵: سال ۱۳۸۶، آکوستیک- صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی-قسمت سوم- سطوح نیروی آستانه معادل مرجع برای نغمه‌های ناب و لرزشگرهای استخوان

**2-2** 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

**2-3** ISO 389-2, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones

**یادآوری**- استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۲- ۱۰۵۳۵: سال ۱۳۸۶، آکوستیک- صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی-قسمت دوم- سطوح فشار صدای آستانه معادل برای نغمه‌های ناب و گوشی‌های مخفی، با استفاده از استاندارد ISO 389-2 تدوین شده است.

**2-4** ISO 389-5, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 5: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones in the frequency range 8 kHz to 16 kHz

**یادآوری**- استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۵- ۱۰۵۳۵: سال ۱۳۸۶، آکوستیک- صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی-قسمت پنجم- سطوح فشار صدای آستانه معادل مرجع برای نغمه‌های ناب در گستره فرکانسیkhz ۸ تا khz ۱۶، با استفاده از استاندارد ISO 389-5 تدوین شده است.

**2-5** ISO 389-8, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 8: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and circumaural earphones

**2-6** IEC 60645-1:2001, Electroacoustics- Audiological equipment- Part 1: Pure-tone audiometers

**2-7** IEC 61260, Electroacoustics- Octave-band and fractional-octave-band filters

**2-8** IEC 61672-1, Electroacoustics- Sound level meters- Part 1: Specifications

**2-9** ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty of measurement- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

دراین استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

**۱-۳**

**انتقال هوایی**

**air conduction**

انتقال صوت از طریق گوش خارجی و میانی به گوش داخلی است.

**۲-۳**

**شبیه‌ساز گوش**

**ear simulator**

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری خروجی آکوستیک منابع صوتی است که در آن، فشار صوت توسط میکروفنی کالیبره‌شده اندازه‌گیری می‌شود که با منبع به شکلی کوپل شده که امپدانس آکوستیک کلی وسیله، امپدانس گوش انسان طبیعی در موقعیت و محدوده فرکانسی معین را تقریب می‌زند.

**یادآوری**- در استانداردهای IEC 60318-1 و IEC 60318-4 یک شبیه‌ساز گوش مشخص می‌شود.

**۳-۳**

**کوپلر آکوستیکی**

**acoustic coupler**

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری خروجی آکوستیک منابع صوت است؛ که در آن فشار صوت توسط میکروفنی کالیبره‌شده با محفظه‌ای که از قبل تعیین شده با منبع کوپل شده است اندازه‌گیری می‌شود که الزاما، امپدانس آکوستیکی گوش انسان طبیعی را تقریب نمی‌زند.

**یادآوری**- در استانداردهای IEC 60318-3 و IEC 60318-5 یک کوپلر آکوستیکی مشخص شده است.

**۴-۳**

**انتقال استخوانی**

**bone conduction**

انتقال صوت به گوش داخلی، به وسیله ارتعاش مکانیکی استخوان‌های جمجمه است.

**۵-۳**

**ارتعاشگر استخوانی**

**bone vibrator**

مبدلی الکترومکانیکی که جهت ایجاد حس شنوایی به وسیله ارتعاش استخوان‌های جمجمه‌ای، درنظر گرفته شده است.

**۶-۳**

**کوپلر مکانیکی**

**mechanical coupler**

وسیله‌ای که به منظور ارائه امپدانس مکانیکی مشخص به یک ارتعاشگر به وسیله اعمال نیروی استاتیکی معین طراحی شده است که به یک مبدل الکترومکانیکی جهت اندازه‌گیری سطح نیروی ارتعاشی در سطح تماس بین ارتعاشگر و کوپلر مکانیکی مجهز است.

**یادآوری**- در استاندارد IEC 60318-6 یک کوپلر مکانیکی مشخص می‌شود.

**۷-۳**

**شخص طبیعی از نظر گوش‌شناسی**

**otologically normal person**

شخصی با وضعیت سلامتی طبیعی که عاری از کلیه علایم و نشانه‌های بیماری گوش بوده و فاقد جرم درون مجرای گوش است و سابقه قرارگیری مفرط در معرض نوفه، در معرض داروهای بالقوه آسیب‌زای شنوایی و سابقه افت شنوایی خانوادگی ندارد.

**۸-۳**

**آستانه شنوایی**

**hearing threshold**

کم‌ترین سطح فشار صوتی یا سطح نیروی ارتعاشی است که در آن، تحت شرایطی مشخص، یک شخص در آزمایش‌های تکراری، پاسخ‌های تشخیصی صحیح با درصدی از قبل معین می‌دهد.

**۹-۳**

**آستانه معادل سطح فشار صوت**

**equivalent threshold sound pressure level**
**RETSPL**

برای یک گوش معین، در فرکانسی مشخص، برای یک گوشی با نوعی مشخص و برای میزان نیرویی معین که گوشی به گوش شخص وارد می‌کند؛ عبارت است از سطح فشار صوتی که گوشی، در یک کوپلر آکوستیکی یا شبیه‌ساز گوش مشخص ایجاد می‌کند هنگامی که با ولتاژی فعال گردد که وقتی گوشی در گوش مورد نظر باشد، متناظر با آستانه شنوایی است.

**۱۰-۳**

**آستانه معادل سطح فشار صوت مرجع**

**reference equivalent threshold sound pressure level**
**RETSPL**

در فرکانسی مشخص، مقدار میانه آستانه معادل سطوح فشار صوت برای گوش‌های افرادی با شنوایی طبیعی با تعدادی به مقدار بزرگی کافی از هر دو جنس با سنین ۱۸ تا و شامل ۲۵ سال، که بیانگر آستانه شنوایی در یک کوپلر آکوستیکی یا شبیه‌ساز گوش مشخص یا برای یک گوشی با نوعی مشخص است.

**یادآوری**- استاندارد ISO 389-1 به محدوده سنی ۱۸ تا و شامل ۳۰ سال ارجاع داده و مقادیر کیفی را تعیین می‌کند.

**۱۱-۳**

**آستانه معادل سطح نیروی ارتعاشی**

**equivalent threshold vibratory force level**

برای یک گوش معین، در فرکانسی مشخص، برای ارتعاشگر استخوانی با پیکربندی مشخص و برای نیروی معینی که ارتعاشگر استخوانی به ماستوئید[1] یا پیشانی شخص وارد می‌کند، عبارت است از سطح نیروی ارتعاشی که ارتعاشگر استخوانی، در یک کوپلر مکانیکی مشخص‌ایجاد می‌کند؛ چنان‌چه با ولتاژی فعال گردد که درصورت استفاده از ارتعاشگر بر ماستوئید یا پیشانی مورد نظر، متناظر با آستانه شنوایی باشد.

1- Mastoid

**۱۲-۳**

**آستانه معادل سطح نیروی ارتعاشی مرجع**

**reference equivalent threshold vibratory force level**
**RETVFL**

در فرکانسی مشخص، مقدار متوسط آستانه معادل سطوح نیروی ارتعاشی، برای گوش‌های افرادی با شنوایی طبیعی به تعدادی با مقدار بزرگی کافی، از هر دو جنس با سنین ۱۸ تا و شامل ۲۵ سال، که بیانگر آستانه شنوایی در یک کوپلر مکانیکی مشخص برای یک ارتعاشگر استخوانی با نوعی مشخص است.

**یادآوری**- استاندارد ISO 389-3 به محدوده سنی ۱۸ تا و شامل ۳۰ سال ارجاع می‌دهد، و متوسط حسابی را مشخص می‌کند.

**۱۳-۳**

**سطح شنوایی یک صدای خالص**

**hearing level of a pure tone**
**HL of a pure tone**

در فرکانسی مشخص، برای مبدلی با نوع خاص و برای کاربردی با شیوه‌ای مشخص, عبارت است از سطح فشار صوت یا سطح نیروی ارتعاشی یک صدای خالص تولید شده به وسیلهٔ یک مبدل در یک شبیه‌ساز گوش یا کوپلر مکانیکی خاص منهای آستانه معادل سطح فشار صوت مرجع یا آستانه معادل سطح نیروی ارتعاشی مرجع مناسب.

**۱۴-۳**

**سطح آستانه شنوایی یک گوش معین**

**hearing threshold level of a given ear**

آستانه شنوایی در فرکانسی مشخص و برای مبدلی با نوعی مشخص که در آن فرکانس به عنوان سطح شنوایی بیان می‌شود.

**۱۵-۳**

**اثر انسداد**

**occlusion effect**

تغییر (معمولا افزایش) در سطح سیگنال انتقال استخوانی واردشده به گوش داخلی هنگام قراردادن یک گوشی یا پلاگ گوش برروی یا درون ورودی مجرای گوش، که بدین وسیله، یک حجم هوایی بسته در گوش خارجی شکل می‌گیرد.

**یادآوری**- بیش‌ترین شدت این اثر در فرکانس‌های پایین است.

**۱۶-۳**

**پوشش**

**masking**

فرایندی که توسط آن آستانه شنوایی یک گوش معین برای صدایی خاص در حضور صدای (پوششی) دیگری افزایش می‌یابد.

**۱۷-۳**

**سطح پوشش موثر باند نوفه**

**effective masking level of a noise band**

سطحی معادل با سطح شنوایی صدایی خالص، که فرکانس آن با فرکانس مرکزی هندسی باند نوفه‌ای منطبق است که سطح آستانه شنوایی صدای خالص نسبت به آن در حضور باند نوفه پوششی افزایش می‌یابد.

**یادآوری**- زیربند ۸-۵-۲ استاندارد ملی‌ایران شمارهٔ ۱-۱۰۲۴۶: سال ۱۳۸۶ برای نوفه باند باریک سطوح پوشش تعیین می‌کند که برحسب سطح پوششی موثر کالیبره می‌شوند.

**۱۸-۳**

**سطح آستانه ارتعاشی لمسی**

**vibrotactile threshold level**

سطح نیروی ارتعاشی یا فشار صوت که در آن یک شخص به آزمون‌هایی مکرر دراثر احساس ارتعاش بر پوست ٪ ۵۰ پاسخ‌های تشخیصی درست می‌دهد.

**۱۹-۳**

**دستگاه شنوایی‌سنجی صدای خالص**

**pure-tone audiometer**

دستگاهی الکتروآکوستیکی، مجهز به گوشی(ها)، که صداهای خالص با فرکانس مشخص را در سطوح فشار صوت معین ارائه می‌کند.

**یادآوری**-علاوه براین، ممکن است به ارتعاشگر(های) و/یا امکانات پوشش مجهز باشد.

**۲۰-۳**

**دستگاه شنوایی‌سنجی دستی**

**manual audiometer**

دستگاه شنوایی‌سنجی که در آن ارائه سیگنال‌ها، انتخاب فرکانس و سطح شنوایی و ثبت گزارش‌ها به‌طور دستی انجام می‌شود.

**۲۱-۳**

**دستگاه شنوایی‌سنجی ثبت خودکار**

**automatic-recording audiometer**

شنوایی‌سنجی که در آن ارائه سیگنال‌ها، تغییر سطح شنوایی، انتخاب فرکانس یا تغییر فرکانس، و ثبت پاسخ‌های آزمون‌شونده به طور خودکار پیاده‌سازی می‌شود.

**یادآوری**- تغییر آستانه شنوایی تحت کنترل آزمون‌شونده است و به طور خودکار ثبت می‌شود.

**۲۲-۳**

**شنوایی‌سنجی خودکار فرکانس ثابت**

**automatic fixed-frequency audiometry**

نوعی شنوایی‌سنجی که در آن تغییرات سطح شنوایی تحت کنترل آزمون‌شونده است و برای فرکانس‌هایی مشخص به طورخودکار ثبت می‌شود.

**۲۳-۳**

**شنوایی‌سنجی خودکار فرکانس جاروبی**

**automatic sweep-frequency audiometry**

نوعی شنوایی‌سنجی که تغییرات سطح شنوایی در آن تحت کنترل آزمون‌شونده است و فرکانس به شکل پیوسته یا در گام‌هایی بسیار کوچک‌تر از یک سوم اکتاو تغییر می‌کند.

**۲۴-۳**

**شنوایی‌سنجی غربالگری**

**screening audiometry**

روش اجرای قبول-رد که صداهای خالص با سطح ثابت، سطح غربالگری، ارائه می‌شوند.

**۲۵-۳**

**نمودار شنوایی**

**audiogram**

نمایش سطوح آستانه شنوایی گوش‌های آزمون‌شونده، که تحت شرایطی مشخص به عنوان تابعی از فرکانس در یک شکل یا جدول تعیین شده‌اند.

# ۴ جنبه‌های کلی اندازه‌گیری‌های شنوایی‌سنجی

## ۴-۱ کلیات

سطوح آستانه شنوایی می‌توانند توسط شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی تعیین شوند. در شنوایی‌سنجی انتقال هوایی، سیگنال آزمون توسط گوشی به آزمون‌شونده ارائه می‌شود. در شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی، سیگنال آزمون توسط یک ارتعاشگر استخوانی که بر استخوان ماستوئید یا پیشانی آزمون‌شونده قرار دارد ارائه می‌شود.

توصیه می‌شود که تعیین سطوح آستانه با اندازه‌گیری‌های انتقال هوایی آغاز شود و با اندازه‌گیری‌های انتقال استخوانی ادامه یابد. سطوح آستانه شنوایی را می‌توان با استفاده از صداهای آزمون دارای فرکانس ثابت (شنوایی‌سنجی با فرکانس ثابت) یا سیگنال آزمونی که دارای فرکانسی متغیر با زمان با میزان تغییری از پیش تعیین‌شده (شنوایی‌سنجی فرکانس جاروبی) است، تعیین نمود. در بند ۶ روش‌هایی برای شنوایی‌سنجی با فرکانس ثابت تعیین شده است و در بند ۷ شنوایی‌سنجی فرکانس-جاروبی توصیف می‌شود. در اندازه‌گیری‌های انتقال هوایی و استخوانی، سطوح آستانه شنوایی هر دو گوش باید به شکلی مجزا تعیین شوند. در شرایط مشخصی باید به گوشی که تحت آزمون نیست (گوش دگرسو)، نوفه پوششی ارائه شود. ارائه نوفه پوششی به‌این گوش ازطریق گوشی‌های روی‌گوشی[1]، دورگوشی[2] یا داخل گوشی[3] صورت می‌گیرد.

## ۴-۲ صفر مرجع استاندارد برای کالیبره نمودن دستگاه شنوایی‌سنجی

صفر مرجع استاندارد در استانداردهای ISO 389-1، ISO 389-2، ISO 389-5 و ISO 389-3 برای دستگاه‌های شنوایی‌سنج انتقال هوایی و در استاندارد ISO 389-3 برای شنوایی‌سنج‌های انتقال استخوانی برحسب آستانه معادل سطوح فشار صوت مرجع یا آستانه معادل سطوح نیروی ارتعاشی مرجع (RETSPL یا RETVFL به ترتیب) در فرکانس‌هایی مشخص معین می‌شود. مقادیر مختلف RETVFL برای موقعیت‌های متفاوت ارتعاشگر یعنی استخوان ماستوئید یا پیشانی معتبرند. استاندارد ISO 389-3: 1994 برای ارتعاشگر موقعیت‌های ماستوئید ارائه نموده و پیوست پ استاندارد مذکور موقعیت‌های متفاوت متناظر پیشانی برای ارتعاشگر تعیین می‌کند.

## ۴-۳ الزامات تجهیزات شنوایی‌سنجی

شنوایی‌سنج‌ها باید مطابق با استاندارد IEC 60645-1 ساخته شده و مطابق با الزامات قسمت مرتبط از مجموعه استاندارد ISO 389 کالیبره شوند. ممکن است در شنوایی‌سنجی شغلی و برای آزمودن کودکان

1- Supra-aural
2- Circumaural
3- Insert-type

مدرسه‌ای، از دستگاه شنوایی‌سنجی نوع ۴ (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۱۰۲۴۶: سال ۱۳۸۶) استفاده شود و در بعضی موارد فرکانس به ۵۰۰ Hz و فرکانس‌های بالاتر از آن محدود می‌شود.

### ۴-۴ آزمون‌گر واجد شرایط

شخصی به عنوان آزمون‌گر واجد شرایط در نظر گرفته می‌شود که دوره آموزشی مناسب نظری و عملی آزمون شنوایی‌سنجی را سپری کرده است. صلاحیت توسط مراجع ذی‌صلاح ملی یا دیگر سازمان‌های مقتضی قابل تعیین است. دراین استاندارد فرض براین است که آزمون‌ها صرفا توسط آزمون‌گر واجد شرایط یا تحت نظارت او انجام می‌شوند.

توصیه می‌شود که در رابطه با جنبه‌های شنوایی‌سنجی زیر، که در این استاندارد به تفصیل تعیین نمی‌شوند تصمیم‌گیری با آزمون‌گر باشد. برای مثال:

الف- آیا ابتدا گوش چپ آزمون می‌شود یا گوش راست (معمولا گوشی انتخاب می‌شود که حساس‌تر محسوب می‌شود)؛

ب- آیا پوشش الزامی است؛

پ- آیا پاسخ‌های آزمون‌شونده متناظر با سیگنال‌های آزمون است؛

ت- وجود عامل خارجی‌ایجاد نوفه یا هرگونه پاسخ رفتاری توسط آزمون‌شونده، که می‌تواند سبب نامعتبر شدن آزمون شود؛

ث- توقف، خاتمه یا تکرار قسمتی از آزمون یا کل آزمون.

### ۴-۵ زمان آزمون

باید احتیاط شود که از خسته نمودن غیرضروری آزمون‌شونده اجتناب شود؛ به علت این که اگر به آزمون‌شونده بعد از ۲۰ دقیقه قرارگیری تحت آزمون استراحت داده نشود، دستیابی به نتایج آزمون قابل اطمینان به تدریج دشوار می‌شود.

### ۴-۶ شرایطی برای محیط‌های آزمون شنوایی‌سنجی

سطوح فشار صوت محیطی در یک اتاق آزمون شنوایی‌سنجی نباید از مقادیر تعیین شده در بند ۱۱ بیش‌تر شوند. آزمون‌شونده و آزمون‌گر در طی آزمون شنوایی‌سنجی باید به راحتی نشسته باشند و نباید توسط پیشامدهای نامربوط و یا اطرافیان دچار حواس‌پرتی و یا آشفتگی شوند.

توصیه می‌شود دمای هوا در اتاق آزمون شنوایی‌سنجی در محدوده مجاز تعیین‌شده توسط مراجع ذی‌صلاح محلی برای محیط کاری باشد. توصیه می‌شود اتاق آزمون شنوایی‌سنجی امکان تهویه کافی هوا را فراهم کند.

اگر عملکرد دستگاه شنوایی‌سنجی، دستی است، آزمون‌گر باید به وضوح قادر به دیدن آزمون‌شونده باشد، که البته آزمون‌شونده نباید قادر به دیدن تغییر تنظیمات دستگاه شنوایی‌سنجی باشد و نباید قادر به دیدن عمل وصل‌کردن و یا قطع‌کردن صدای آزمون باشد. هنگام استفاده از دستگاه شنوایی‌سنجی ثبت خودکار، مکانیزم ثبت نباید برای آزمون‌شونده قابل دیدن باشد.

هنگامی که آزمون خارج از اتاق آزمون شنوایی‌سنجی انجام شود، آزمون‌شونده باید از طریق پنجره یا توسط دوربین مدار بسته به شکل دیداری پایش شود. توصیه می‌شود پایش آکوستیکی آزمون‌شونده لحاظ شود.

### ۷-۴ عدم قطعیت اندازه‌گیری

عدم قطعیت سطوح آستانه شنوایی که مطابق با هر یک از روش‌های اجرایی مشخص شده در این استاندارد تعیین می‌شود به پارامترهای متعددی نظیر موارد زیر وابسته است:

الف- عملکرد تجهیزات شنوایی‌سنجی مورد استفاده؛

ب- نوع مبدل‌های مورد استفاده و اتصالات آن‌ها توسط آزمون‌گر؛

پ- فرکانس صداهای آزمون؛

ت- شرایط محیطی آزمون به ویژه نوفه محیطی؛

ث- صلاحیت و تجربه آزمون‌گر؛

ج- میزان همکاری آزمون‌شونده و قابل اطمینان بودن پاسخ‌ها؛

چ- استفاده از نوفه پوششی غیر بهینه.

به علت پیچیدگی فرایند اندازه‌گیری که شامل رفتار شخصی آزمون‌گر و آزمون‌شونده است، بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری در یک شکل معتبر کلی دشوار است. البته ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری به شکلی مفصل، اطلاعاتی مفید در رابطه با قابل اطمینان بودن نتایج آزمون شنوایی‌سنجی ارائه کرده و در اکثر کاربردها تقریب کافی از عدم قطعیت ارائه می‌کند.

عدم قطعیت نتایج اندازه‌گیری‌های مطابق با این استاندارد، باید طبق استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 ارزیابی شوند. درصورت گزارش عدم قطعیت بسط‌یافته[1]، باید همراه با ضریب سطح متناظر برای سطح احتمالی معین، طبق استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 معین شود. راهنمای تعیین عدم قطعیت بسط‌یافته در پیوست الف ارائه می‌شود.

1- Expanded uncertainty

## ۵ آماده‌سازی و دستورالعمل آزمون‌شونده‌ها قبل از آزمون شنوایی‌سنجی و جاگذاری مبدل‌ها

### ۵-۱ آماده‌سازی آزمون‌شونده‌ها

قرارگیری اخیر در معرض نوفه ممکن است به‌طور موقت سبب افزایش سطوح آستانه شنوایی شود. بنابراین، توصیه می‌شود از قرارگیری مفرط در معرض نوفه قبل از آزمون شنوایی‌سنجی اجتناب شود در غیر این‌صورت باید لحاظ شود. توصیه می‌شود جهت پیش‌گیری از بروز خطای ناشی از فشار شدید فیزیکی، آزمون‌شونده‌ها حداقل پنج دقیقه قبل از شروع آزمون در محل حاضر شوند.

معمولا قبل از آزمون شنوایی‌سنجی، معاینه اتوسکوپی[1] توسط شخصی واجد شرایط انجام می‌شود. اگر در مجراهای گوش بیرونی جرم مسدودکننده مشاهده شد، باید از گوش بیرون آورده شده و شنوایی‌سنجی به زمانی مناسب موکول شود. همچنین توصیه می‌شود گوش از نظر احتمال روی‌هم‌افتادگی[2] مجراها بررسی شده و در صورت نیاز اقدام مناسب انجام شود.

**یادآوری۱**- اطلاعات مقدماتی در مورد نوع افت شنوایی و الزامات پوشش با انجام آزمون‌های دیاپازونی[3] قابل دستیابی است.

**یادآوری۲**- صلاحیت اشخاص توسط مراجع ذی‌صلاح ملی یا دیگر سازمان‌های مناسب قابل تعیین است. الزامی نیست که شخص واجد شرایط خود شخص مذکور در زیربند ۴-۴ باشد.

### ۵-۲ دستورالعمل آزمون‌شونده‌ها

به منظور کسب نتایج قابل اطمینان، ارائه دستورالعمل‌های مربوطه به آزمون‌شونده‌ها در مراحل آزمون به شکلی بدون ابهام و فهم دستورالعمل‌ها توسط آزمون‌شونده، ضروری است.

دستورالعمل‌ها باید به زبانی که مناسب با شنونده باشد بیان شوند و معمولا باید موارد زیر را شرح دهند:

الف- عمل پاسخ‌دهی؛

ب- لزوم پاسخ‌دهی در هر زمانی که صدا در هریک از گوش‌ها شنیده شود، حتی اگر بسیار ضعیف باشد؛

پ- لزوم پاسخ‌دهی به محض شنیدن صدا و لزوم خاتمه فوری پاسخ‌دهی هنگامی که صدا دیگر قابل شنیدن نباشد؛

ت- توالی کلی گام[4] صداها؛

ث- اولین گوش مورد آزمون.

---

1- Otoscopic examination
2- Collapsing
3- Tuning fork
4- Pitch

پاسخ آزمون‌شونده که نشان‌دهنده این مورد است که چه زمانی صدای آزمون قابل شنیدن بوده و بعد از چه زمانی قابل شنیدن نیست، باید به درستی نظارت شود. مثال‌هایی از پاسخ‌های رایج مورد استفاده عبارتند از:

– فشردن و رها نمودن یک کلید علامت‌دهی؛

– بالا و پایین آوردن انگشت و یا دست.

به منظور جلوگیری از نوفه خارجی، باید به آزمون‌شونده‌ها، پرهیز از تحرک غیرضروری آموزش داده شود. پس از ارائه نمودن دستورالعمل‌ها به آزمون‌شونده‌ها باید از آزمون‌شونده‌ها پرسیده شود که‌آیا دستورالعمل‌ها را فهمیده‌اند. باید به آزمون‌شونده اطلاع داده شود که در صورت عدم آسودگی مجاز است آزمون را متوقف سازد. توصیه می‌شود درصورت وجود هرگونه تردیدی دستورالعمل‌ها تکرار شوند.

### ۵-۳ جاگذاری مبدل‌ها

توصیه می‌شود در ابتدای آزمون، اقدامات زیر انجام شود:

سمعک‌ها و در صورت لزوم، عینک و تزئینات روی سر باید برداشته شوند. در صورت امکان موها باید از بین سر و مبدل‌ها یعنی گوشی‌ها و ارتعاشگرهای استخوانی برداشته شود. مبدل‌ها باید توسط آزمون‌گر قرارداده شوند تا از قرارگیری مناسب آن‌ها اطمینان حاصل شود و بنابراین باید به آزمون‌شونده‌ها آموزش داد که مبدل‌ها را لمس نکنند. دهانه گوشی باید مقابل ورودی مجرای گوش باشد. ارتعاشگر استخوانی باید به شکلی قرارگیرد که بزرگترین سطح تماس ممکن سر[1] آن، در تماس با استخوان جمجمه باشد. در صورت جاگذاری ارتعاشگر بر استخوان ماستئوید، باید پشت و تاحد امکان نزدیک به لاله گوش قرارگیرد بدون این که با آن در تماس باشد.

## ۶ تعیین سطوح آستانه شنوایی انتقال هوایی با استفاده از شنوایی‌سنجی فرکانس ثابت

### ۶-۱ کلیات

آزمون شنوایی‌سنجی ممکن است با استفاده از دستگاه شنوایی‌سنجی دستی یا دستگاه شنوایی‌سنجی ثبت‌خودکار انجام شود روش‌های اجرا در زیربندهای ۶-۲، ۶-۳ و ۶-۴ تعیین می‌شوند.

هنگامی که تنظیمات دستگاه شنوایی‌سنجی، دستی است، ترتیب ارائه صداهای آزمون باید از فرکانس ۱۰۰۰ Hz به بالاتر باشد، که با محدوده فرکانسی کم‌تر با ترتیبی نزولی ادامه پیدا می‌کند. آزمون باید در فرکانس ۱۰۰۰ Hz در گوشی که در ابتدا آزمون می‌شود، تکرار شود.

1- Tip

در فرکانس‌های پایین و سطوح شنوایی بالا ممکن است احساس ارتعاشی لمسی رخ دهد. بنابراین باید احتیاط شود چنین احساساتی به اشتباه به عنوان احساس شنوایی تفسیر نشوند.

توصیه می‌شود دستگاه‌های شنوایی‌سنج ثبت خودکار ترجیحا صداهای آزمونی در توالی یکسان با دستگاه‌های شنوایی‌سنج دستی ارائه کنند.

### ۶-۲ تعیین آستانه با کنترل دستی

#### ۶-۲-۱ ارائه و توقف صداهای آزمون

صدای آزمون باید پیوسته بوده و به مدت زمان یک ثانیه تا دو ثانیه ارائه شود. هنگام پاسخ‌دهی، وقفه‌های بین ارائه صداها باید متغیر بوده اما نباید از مدت صدای آزمون کوتاه‌تر باشند. در این استاندارد ارجاع دادن به ارائه صدا، مگر در صورت بیان روشی متفاوت، به روش کنونی اشاره دارد.

در بعضی مواقع از صداهای پالسی خودکار به عنوان محرکی جایگزین استفاده می‌شود. البته، در حال حاضر داده‌های متناظر موجود نیست. توصیه می‌شود استفاده ازاین قبیل محرک‌ها در نمودار شنوایی درج شود.

#### ۶-۲-۲ آشناسازی اولیه

قبل از تعیین آستانه، آزمون‌شونده باید به وسیله ارائه سیگنالی با شدتی که جهت برانگیختن پاسخی واضح کافی است، با رویه آشنا گردد. با استفاده از مرحله آشناسازی، آزمون‌گیرنده می‌تواند اطمینان حاصل کند که آزمون‌شونده عمل پاسخ‌دهی را فهمیده و قادر به انجام آن است.

**مثال:** روش آشناسازی زیر قابل استفاده است:

الف- صدایی با فرکانس ۱۰۰۰ Hz در سطح شنوایی که به وضوح قابل شنیدن است ارائه کنید، مثلا ۴۰ dB برای یک آزمون‌شونده با شنوایی طبیعی؛

ب- سطوح صدا را در گام‌هایی به میزان ۲۰ dB تا زمان عدم پاسخ‌دهی کاهش دهید؛

پ- سطح صدا را در گام‌هایی به میزان ۱۰ dB تا زمان وقوع پاسخ‌دهی افزایش دهید؛

ت- مجددا صدا را در سطح یکسان ارائه کنید.

درصورتی‌که پاسخ‌ها با ارائه صداها همخوانی داشته باشند، آشنا سازی موفقیت آمیز بوده است در غیر این‌صورت، تکرار آن توصیه می‌شود. بعد از دومین عدم موفقیت، توصیه می‌شود دستورالعمل‌ها تکرار شود.

استفاده از این روش اجرا در صورت کم‌شنوایی عمیق[1] مجاز نیست.

1- Profound deafness

### ۶-۲-۳ اندازه‌گیری‌های آستانه شنوایی با پوشش و بدون پوشش

#### ۶-۲-۳-۱ کلیات

در زیربند ۶-۲-۳-۲ روش‌هایی برای انجام آزمون‌ها مطرح می‌شود که در آن‌ها نوفه پوششی به گوشی که مورد آزمون نیست ارائه نمی‌شود. روش محاسبه سطح آستانه شنوایی در زیربند ۶-۲-۴ معین می‌شود.

#### ۶-۲-۳-۲ روش‌های اجرای بدون پوشش

دو روش اجرای آزمون برای دستگاه شنوایی‌سنجی دستی تعیین می‌شود: روش تلفیقی و روش صعودی تفاوت‌این روش‌ها، صرفا در توالی سطوح صداهای آزمون ارائه‌شده به آزمون‌شونده است.

در روش صعودی، صداهای آزمون متوالی با سطوح صعودی تا زمانی که پاسخی رخ دهد، ارائه می‌شوند.

در روش تلفیقی، صداهای آزمون متوالی با سطوح صعودی تا زمانی که پاسخی رخ دهد، ارائه می‌شوند؛ سپس صداهای آزمونی که سطوح با توالی کاهشی دارند ارائه می‌شوند.

در صورت اجرای مناسب، اساسا هر دو روش سطوح آستانه شنوایی کاملا یکسان خواهند داشت.

اختلاف اندازه‌گیری‌هایی که از روش صعودی استفاده می‌کنند صرفا با مرحله دوم از اندازه‌گیری‌های روش تلفیقی است که در زیر ارائه شده است.

اگر نتیجه اندازه‌گیری اختلاف سطوح آستانه شنوایی هریک از گوش‌ها در هر فرکانسی ۴۰ dB یا بیش‌تر باشد، توصیه می‌شود تفسیراین نتایج به علت بروز پدیده تقاطع شنوایی[1] همراه با احتیاط باشد. دراین صورت پوشش گوش دگرسو می‌تواند الزامی باشد.

**مرحله ۱**

اولین صدای آزمون را در سطحی ارائه کنید که از پایین‌ترین سطح پاسخ آزمون‌شونده در طی دوره آشناسازی به میزان ۱۰ dB پایین‌تر باشد. پس از هر بار عدم پاسخ به صدای آزمون، سطح صدای آزمون را در گام‌هایی به میزان ۵ dB تا زمان پاسخ‌دهی افزایش دهید.

**مرحله ۲**

روش صعودی

بعد از پاسخ‌دهی، سطح را تا زمانی که پاسخی رخ ندهد در گام‌هایی به میزان ۱۰ dB کاهش دهید. سپس با گام‌هایی به میزان ۵ dB مجددا افزایش دهید. آزمون را تا زمانی که از حداکثر پنج افزایش، سه پاسخ در

1- Cross-hearing

سطوح یکسان رخ دهد، ادامه دهید. این سطح به عنوان سطح آستانه شنوایی تعیین می‌شود (به زیربند ۶-۲-۴-۲ مراجعه شود).

اگر از پنج تصاعد، کم‌تر از سه پاسخ در سطح یکسان حاصل شود، صدای آزمونی با سطحی که به مقدار ۱۰ dB بالاتر از سطح آخرین پاسخ است، ارائه کنید. سپس روش اجرای کلی آزمون را تکرار کنید: بعد از پاسخ‌دهی ۱۰ dB کاهش دهید، تا زمان وقوع پاسخ‌دهی ۵ dB افزایش دهید.

نسخهٔ مختصر روش صعودی به منظور دستیابی به نتایجی تقریبا معادل ارائه شده است و ممکن است در بعضی مواقع مناسب باشد. در این نسخه مختصر، آزمون را تا زمانی که از سه افزایش صورت گرفته حداقل دو پاسخ در سطح یکسان رخ دهد ادامه دهید.

روش تلفیقی

بعد از وقوع پاسخ‌دهی، سطح صدای آزمون را به میزان ۵ dB افزایش دهید و روندی نزولی آغاز کنید که در آن سطح صدا در گام‌هایی به میزان ۵ dB تا زمان عدم پاسخ‌دهی کاهش می‌یابد. سپس سطح صدای آزمون را به میزان ۵ dB دیگرکاهش داده و روند افزایش بعدی را دراین سطح آغاز کنید. توصیه می‌شود این عمل تا زمان انجام سه افزایش و سه کاهش ادامه یابد.

نسخه مختصر روش تلفیقی ممکن است در بعضی مواقع مناسب باشد. مختصرسازی شامل حذف کاهش ۵ dB بیش‌تر بعد از عدم پاسخ‌دهی بوده یا صرفا نیازمند ۲ افزایش و ۲ کاهش متوالی است به شرط این که چهار سطح پاسخ‌دهی کمینه، اختلافی بیش‌تر از ۵ dB نداشته باشند.

**مرحله ۳**

آزمون را در سطح شنوایی برآوردشده برای فرکانس بعدی آزمون، طبق پاسخ‌های قبلی، ادامه داده و مرحله ۲ را تکرار کنید. همه فرکانس‌های آزمون را برای یک گوش انجام دهید.

**یادآوری**- برای هر فرکانسی، آشناسازی، یا نسخه مختصر آن قابل تکرار است.

در پایان اندازه‌گیری را در فرکانس ۱۰۰۰ Hz تکرار کنید. اگر نتایج تکرار اندازه‌گیری برای یک گوش در فرکانس ۱۰۰۰ Hz با ۵ dB یا کم‌تر از اندازه‌گیری‌های اولیه برای همان گوش مطابقت کند، آزمون گوش دیگر را شروع کنید.

**مرحله ۴**

تا زمانی که هر دو گوش آزمون شوند، ادامه دهید.

### ۶-۲-۳-۳ روش‌های اجرایی برای آزمون با پوشش

به منظور جلوگیری از شنیدن صدای آزمون در گوشی که تحت آزمون نیست، ممکن است ارائه نوفه پوششی به آن الزامی باشد. برای روش اجرای شرح داده شده زیر، سیگنال نوفه پوششی با استفاده از یک گوشی ارائه می‌شود.

اگرچه تجربه تا حد زیادی در تعیین روش‌های اجرای مورد استفاده و انتخاب سطح نوفه پوششی موثر است، روش اجرایی زیر جهت تعیین سطح آستانه شنوایی همراه با پوشش توصیه می‌شود.

**مرحله ۱**

صدای آزمونی را به گوش تحت آزمون در سطحی معادل با سطح آستانه شنوایی بدون پوشش، ارائه کنید. به گوشی که مورد آزمون نیست، نوفه‌ای پوششی در سطح پوششی موثری که معادل با سطح آستانه شنوایی گوش غیر آزمون است، ارائه کنید. سطح نوفه را تا زمانی که صدای آزمون غیر قابل شنیدن شود یا تا زمانی که سطح نوفه از سطح صدای آزمون بیش‌تر شود افزایش دهید.

**مرحله ۲**

اگر زمانی که سطح نوفه با سطح صدای آزمون برابر شود، صدا همچنان قابل شنیدن باشد، این سطح را به عنوان سطح آستانه شنوایی درنظر بگیرید. اگر صدا پوشش داده شود، سطح آن را تا زمانی که مجددا قابل شنیدن شود افزایش دهید.

**مرحله ۳**

سطح نوفه را در گام‌های dB ۵ افزایش دهید. اگر صدای آزمون غیرقابل شنیدن است، سطح صدای آزمون را تا زمانی که مجددا قابل شنیدن شود افزایش دهید. این روش اجرا را هرچند که سطح نوفه پوششی بیش‌تر از dB ۱۰ افزایش یافته باشد، تازمانی که صدای آزمون قابل شنیدن است تکرار کنید، این سطح پوششی، یعنی سطحی که برای قابلیت شنیدن آن هیچ افزایش بیش‌تری در سطح صدا نیاز نیست، سطح پوششی صحیح است و این روش اجرا، می‌بایست سطح آستانه شنوایی صحیح را برای آن فرکانس آزمون نتیجه دهد. سطح پوششی صحیح را یادداشت کنید.

**یادآوری۱**- این روش، روش جستجوی- پلاتو[1] است. در برخی موارد که پلاتو کوچک است، روش فوق می‌تواند منجر به نتایج نادرست شود.

**یادآوری۲**- نوفه پوششی همچنین می‌تواند صدای آزمون را در گوش تحت آزمون بپوشاند. این پدیده که پوشش بیش از حد[2] نامیده می‌شود با ارائه نوفه پوششی با استفاده از یک گوشی داخل گوشی قابل کاهش است.

1- Plateau-seeking
2- Overmasking

### ۶-۲-۴ محاسبه سطح آستانه شنوایی

#### ۶-۲-۴-۱ کلیات

سطوح آستانه شنوایی برای هر فرکانس و هر گوش، بسته به روش اندازه‌گیری مورد استفاده، باید مطابق با روش‌های اجرای زیر تعیین شوند:

#### ۶-۲-۴-۲ تعیین سطح هنگام استفاده از روش افزایشی

برای هر گوش و در هر فرکانسی، پایین‌ترین سطحی را تعیین کنید که در آن پاسخ‌دهی در بیش‌تر از نصف افزایش‌ها رخ می‌دهد. این سطح به عنوان سطح آستانه شنوایی تعیین می‌شود.

اگر محدوده پایین‌ترین سطح پاسخ‌ها در فرکانسی معین بیش‌تر از ۱۰ dB باشد، بهتر است که اطمینان‌پذیری آزمون مورد تردید قرار گیرد و تکرار آزمون توصیه می‌شود. توصیه می‌شود این مورد در نمودار شنوایی ذکر شود.

#### ۶-۲-۴-۳ تعیین سطح هنگام استفاده از روش تلفیقی

برای هر گوش و هر فرکانس، از پایین‌ترین سطوح که در آن‌ها در طی افزایش پاسخ رخ می‌دهد، میانگین‌گیری کنید. مجددا برای هر گوش و هر فرکانس از پایین‌ترین سطوح که در آن‌ها در طی کاهش پاسخ رخ می‌دهد میانگین‌گیری کنید. مقدار متوسط دو میانگین حاصل شده به این روش را برای هر گوش و هر فرکانس تعیین کنید. این مقدار متوسط، که به نزدیک‌ترین گام ۵ dB گرد می‌شود، به عنوان سطح آستانه شنوایی برای آن فرکانس و گوش پذیرفته می‌شود.

اگر پایین‌ترین سطح پاسخ‌ها در طی افزایش‌ها با یکدیگر بیش از ۱۰ dB اختلاف داشته باشند یا اگر پایین‌ترین سطح پاسخ‌ها در طی کاهش‌ها با یکدیگر بیش از ۱۰ dB اختلاف داشته باشند، توصیه می‌شود که آزمون تکرار شود.

### ۶-۳ تعیین آستانه شنوایی با دستگاه شنوایی‌سنجی ثبت خودکار

#### ۶-۳-۱ کلیات

دستگاه‌های شنوایی‌سنجی ثبت خودکار اغلب فاقد امکانات پوشش هستند و بنابراین، این روش اجرا، به شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و مواقعی که الزامی به پوشش نیست محدود می‌شود.

#### ۶-۳-۲ ارائه صدای آزمون

ارائه صدای آزمون به شکل پالسی یا پیوسته مجاز است. صداهای پالسی برای تعیین آستانه ترجیح داده می‌شوند. هنگامی که از هر دو صدای پالسی و پیوسته استفاده شود، ابتدا باید صداهای پالسی ارائه شوند.

مشخصات زمانی صدای پالسی در استاندارد IEC 60645-1 تعیین می‌شود.

**یادآوری۱**- صداهای پیوسته، صرفا در بعضی مقاصد شنوایی‌سنجی خاص استفاده می‌شوند.

**یادآوری۲**- افزایش مقدار سطح‌ها بسته به دستگاه‌ها، متفاوت است اما معمولا از dB ۱ کم‌تر است. میزان کاهش اغلب معادل با dB/s ۲٫۵ است (طبق زیربند ۸-۲-۴ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۱۰۲۴۶: سال ۱۳۸۶).

### ۶-۳-۳ آشناسازی

قبل از اندازه‌گیری سطوح آستانه شنوایی، باید عمل آشناسازی آزمون‌شونده با صداهای آزمون و عمل پاسخ‌دهی زیر انجام شود:

الف- در اولین فرکانس آزمون (۱۰۰۰ Hz)، روند کاهش را آغاز کنید. مکانیزم ثبت الزامی نیست.

ب- عملکرد آزمون‌شونده را تحت‌نظر بگیرید- تمرین ۲۰ s الی ۳۰ s ثانیه، فهم دستورالعمل‌ها یا عدم آن توسط آزمون‌شونده را آشکار می‌سازد؛ درصورت فهم دستورالعمل‌ها، مکانیزم ثبت را آغاز کنید و در غیر این‌صورت دستورالعمل‌ها را تکرار کنید.

### ۶-۳-۴ اندازه‌گیری سطح آستانه شنوایی

بعد از آغاز مکانیزم ثبت، آزمون باید تا زمانی که هریک از گوش‌ها یک بار آزمون شوند، ادامه یابد.

### ۶-۳-۵ محاسبه سطح آستانه شنوایی

روش اجرایی زیر باید برای نتایج آزمون استفاده شود:

الف- نخستین معکوس‌پذیری پیرو تغییر فرکانس و هرگونه معکوس‌پذیری که همراه با افت‌وخیزهایی[1] به میزان dB ۳ یا کم‌تر در نمودار است را نادیده بگیرید؛

ب- برای یک گوش و یک فرکانس معین از قله‌های[2] نمودار و از قعرهای[3] نمودار میانگین‌گیری کنید؛

پ- مقدار متوسط دو میانگین بدست‌آمده در مورد ب را تعیین کنید. این مقدار متوسط که به نزدیک‌ترین عدد کامل به دسی‌بل گرد می‌شود، سطح آستانه شنوایی برای گوش و فرکانس مورد آزمون است.

توصیه می‌شود که در صورت بروز هریک از شرایط زیر، شنوایی‌سنجی ثبت خودکار غیر قابل اطمینان محسوب شود و تکرار آن توصیه می‌شود.

1- Excursions
2- Peaks
3- Valleys

– قله‌ها به میزان ۱۰ dB از یکدیگر اختلاف داشته باشند و/یا قعرها به میزان بیش از ۱۰ dB از یکدیگراختلاف داشته باشند؛

– کم‌تر از ۶ معکوس‌پذیری بعد از مورد الف باقی بماند.

**یادآوری۱**- هنگامی که افت‌وخیزهای نمودار منظم است، نتایجی که به نتایج حاصل‌شده روش اجرای فوق بسیار نزدیک هستند، با میانگین‌گیری چشمی ساده‌تر به دست می‌آیند.

**یادآوری۲**- به‌طور متوسط آستانه سطوح شنوایی که توسط دستگاه شنوایی‌سنجی دستی تعیین می‌شوند و سطوحی که توسط دستگاه‌های شنوایی‌سنجی خودکار ثبت می‌شوند اختلاف وجود دارد. در این استاندارد این اختلاف به میزان ۳ dB فرض می‌شود. مقدار سطوح آستانه شنوایی که توسط شنوایی‌سنج‌های خودکار تعیین می‌شوند، کم‌تر از سطوحی هستند که توسط شنوایی‌سنجی دستی با استفاده از گام‌های ۵ dB تعیین می‌شوند.

### ۶-۴ تعیین آستانه با کنترل رایانه‌ای

برنامه‌ریزی و به‌کاراندازی دستگاه شنوایی‌سنجی با کنترل رایانه‌ای باید به شیوه‌ای انجام شود که نتایج حاصل از آن با نتایجی که توسط روش‌های این استاندارد بدست می‌آیند، یکسان باشد.

## ۷ تعیین سطوح آستانه شنوایی انتقال هوایی با استفاده از شنوایی‌سنجی فرکانس جاروبی

### ۷-۱ کلیات

در شنوایی‌سنجی فرکانس-جاروبی، محدوده فرکانس به شکل خودکار با میزان تغییری معین (معمولا در محدوده ۰٫۵ octave/min تا ۲ octave/min) جاروب می‌شود. معمولا جاروب در جهت پایین به بالا است، اما ممکن است در جهت معکوس نیز استفاده شود.

دستگاه‌های شنوایی‌سنجی فرکانس جاروبی اغلب فاقد امکانات پوشش هستند و بنابراین، این روش اجرا، منحصر به شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و مواردی است که درآن‌ها الزامی به پوشش نیست.

### ۷-۲ ارائه صدای آزمون

ارائه صدای آزمون به شکل پالسی یا پیوسته مجاز است. برای تعیین آستانه، صداهای پالسی ترجیح داده می‌شوند . هنگامی که از هردو صدای پالسی و پیوسته استفاده می‌شود، ابتدا باید صداهای پالسی ارائه شوند.

### ۷-۳ آشناسازی

قبل از اندازه‌گیری سطوح آستانه شنوایی، باید عمل آشناسازی آزمون‌شونده با صداهای آزمون و عمل پاسخ‌دهی توسط موارد زیر انجام شود:

الف- آغاز روند تضعیف بدون مکانیزم ثبت، در اولین فرکانس آزمون؛

ب- مشاهده عملکرد آزمون‌شونده- تمرین s ۲۰ الی s ۳۰ بیانگر فهم دستورالعمل‌ها یا عدم آن توسط آزمون‌شونده است؛ درصورت فهم دستورالعمل‌ها، مکانیزم ثبت را آغاز کنید و در غیراینصورت دستورالعمل‌ها را تکرار کنید.

### ۴-۷ اندازه‌گیری سطح آستانه شنوایی

بعد از این که مکانیزم ثبت آغاز شد، آزمون باید تا زمانی که هر کدام از گوش‌ها آزمون شوند ادامه یابد.

### ۵-۷ محاسبه سطح آستانه شنوایی در یک فرکانس مشخص

برای یک فرکانس مشخص، با میانگین‌گیری از نزدیک‌ترین سه قله نمودار[1] و میانگین‌گیری از سه قعر نمودار که نزدیک‌ترین مقادیر به فرکانس موردنظر هستند، سطح آستانه شنوایی تعیین می‌شود.

مقدار متوسطاین دو میانگین، که به نزدیک‌ترین عدد کامل به دسی‌بل گرد می‌شود، سطح آستانه شنوایی برای فرکانس و گوش مورد نظر است.

تعیین سطح آستانه شنوایی به شکل تابع فرکانس شبه پیوسته، با میانگین‌گیری از سه جفت قله و قعر متوالی امکان‌پذیر است. متوسط حسابی مقدار این شش سطح، سطح آستانه شنوایی برای فرکانسی است که با مقدار متوسط هندسی شش فرکانسی که‌این قله‌ها و قعرها در آن رخ می دهند معادل است.

**یادآوری۱**- اگر سه قله یا قعری که برای میانگین‌گیری استفاده شده‌اند با هم‌دیگر بیش از dB ۱۰ اختلاف داشته باشند، اطمینان‌پذیری به تعیین آستانه کم‌تر می‌شود.

**یادآوری۲**- هنگامی که افت‌وخیزهای شکل منظم است، نتایجی که به نتایج حاصل‌شده روش فوق بسیار نزدیک هستند، با میانگین‌گیری از هر جفت قله- قعر و هر قعر- قله یا صرفا با میانگین‌گیری چشمی ساده‌تر به دست می‌آیند.

## ۸ شنوایی‌سنجی آستانه شنوایی انتقال استخوانی

### ۱-۸ روش شنوایی‌سنجی

سطوح آستانه شنوایی انتقال هوایی تا حدی به روش آزمون شنوایی‌سنجی وابسته می‌باشند. این جنبه برای شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی به شکل اصولی ارزیابی نشده است. بنابراین، در حال حاضر برای فنون مختلف شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی (ثبت دستی یا خودکار) هیچ تعدیل مقداری برای روش انتقال استخوانی توصیه نمی‌شود. برای شنوایی‌سنجی انتقال هوایی و استخوانی باید روش‌های اجرای یکسان استفاده شود.

1- Trace

برای تعیین دقیق آستانه شنوایی تک‌گوشی، شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی به پوشش گوش غیرآزمون در همه سطح‌ها نیاز دارد.

**یادآوری**- هنگامی که نیازی به آستانه دقیق شنوایی انتقال استخوانی تک‌گوشی نباشد، انجام شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی بدون پوشش مجاز است.

### ۸-۲ انسداد

توصیه می‌شود که گوشی که با انتقال استخوانی آزمون می‌شود، مسدود نباشد. اگر گوش مسدود است (به یادآوری زیربند ۸-۳ مراجعه شود)، باید در نمودار شنوایی ذکر شود.

### ۸-۳ انتشار صدا از ارتعاشگر استخوانی

توصیه می‌شود هر صدای هوایی که ارتعاشگر استخوانی هنگام تماس با سر شخص تحت آزمونی که کارکرد گوش خارجی و میانی او آسیب ندیده است منتشر می‌کند، در سطحی به میزان کافی پایین باشد تا محدودهٔ[1] کافی بین سطح واقعی آستانه شنوایی انتقال استخوانی و سطح کاذب آستانه شنوایی انتقال هوایی ایجادشده توسط ارتعاشگر استخوانی فراهم کند.

درصورتی که این شرط در فرکانس‌های بالای ۲۰۰۰ Hz به درستی برآورده نشود، اثر انتشار صدای نامطلوب بوسیله قراردهی یک پلاگ گوش در مجرای گوش بیرونی آزمون‌شونده قابل حذف است. البته نظر به این که بروز اثر انسداد در فرکانس‌های بالاتر از ۲۰۰۰ Hz محتمل است، توصیه می‌شود ملاحظاتی نیز درنظر گرفته شود.

**یادآوری**- در استاندارد IEC 60645-1، روش اجرای آزمون به تفصیل توصیف می‌شود.

### ۸-۴ احساس ارتعاشی لمسی

برای جایگاه ماستوئید ارتعاشگر استخوانی، آستانه سطح ارتعاشی لمسی تقریبا به طور میانگین با سطوح شنوایی ۴۰ dB در ۲۵۰ Hz، ۶۰ dB در ۵۰۰ Hz و ۷۰ dB در ۱۰۰۰ Hz منطبق است. البته، ممکن است تفاوت‌های فردی زیادی وجود داشته باشد. بنابراین باید احتیاط شود چنین احساساتی به اشتباه به عنوان احساس ارتعاشی لمسی تفسیر نشوند.

**یادآوری**- اگر دستگاه شنوایی‌سنجی برای جایگاه پیشانی ارتعاشگر کالیبره شود، مقادیر ذکر شده فوق، تقریبا به میزان ۱۰ dB کاهش می یابند.

1- Margin

### ۸-۵ روش‌های اجرای آزمون همراه با پوشش در شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی

اگرچه تجربه، به میزان زیادی تعیین کننده روش‌های اجرای مورد استفاده و انتخاب سطح نوفه پوششی است، روش اجرایی زیر توصیه می‌شود.

**مرحله ۱**

بعد از جاگذاری ارتعاشگر استخوانی بر آزمون‌شونده، گوشی پوششی را بر گوش غیر آزمون قراردهید. باید احتیاط شود که پیشانی‌بندهای دو مبدل مانع یکدیگر نباشند. سطح آستانه شنوایی را در نبود نوفه پوششی مطابق با یکی از روش‌های اجرای مختصری که در زیربند ۶-۲-۳-۲ توصیف شد، اندازه بگیرید.

**یادآوری**- ممکن است به دلیل وجود اثر انسداد احتمالی در گوش غیرآزمون، نتیجه این اندازه‌گیری بیانگر تخمین واقعی آستانه انتقال استخوانی غیر پوششی نباشد.

**مرحله ۲**

صدای آزمون را دراین سطح در حالی که نوفه پوششی را به گوش غیر آزمون با سطح پوششی موثر که با آستانه شنوایی انتقال هوایی معادل است ارائه کرده‌اید، تکرار کنید. سطح نوفه را تا زمانی که صدای آزمون قابل شنیدن نیست یا تازمانی که سطح نوفه به میزان dB ۴۰ بیش‌تر از صدای آزمون شود، افزایش دهید.

**مرحله ۳**

اگر زمانی که سطح نوفه به میزان dB ۴۰ بالاتر از سطح صدای آزمون است، صدا همچنان قابل شنیدن باشد، این سطح را به عنوان سطح آستانه شنوایی در نظر بگیرید.

**مرحله ۴**

سطح نوفه را به میزان dB ۵ افزایش دهید. اگر صدای آزمون غیرقابل شنیدن است، سطح صدای آزمون را تا وقتی که مجددا قابل شنیدن شود، افزایش دهید. این روش اجرا را تا زمانی که صدای آزمون قابل شنیدن بماند هرچند که سطح نوفه پوششی به میزان dB ۱۰ افزایش یافته باشد، تکرار کنید. این سطح پوشش، یعنی سطحی که برای شنیدن آن هیچ‌گونه افزایش بیش‌تری در سطح صدا نیاز نیست، سطح پوشش صحیح بوده و احتمالا این روش اجرا، سطح آستانه شنوایی صحیح برای آن فرکانس آزمون نتیجه می‌دهد. سطح پوشش صحیح را ذکر کنید.

**یادآوری ۱**- این روش، روش جستجوی-پلاتو است. در برخی موارد که پلاتو کوچک است، روش فوق می‌تواند منجر به نتایج کاذب شود.

**یادآوری۲**- نوفه پوششی همچنین می‌تواند صدای آزمون را در گوش تحت آزمون بپوشاند. این پدیده که پوشش بیش از حد نامیده می‌شود به وسیله ارائه نوفه پوششی با استفاده از یک گوشی داخل گوشی قابل کاهش است.

**یادآوری ۳**- پلاتو پوششی به علت پوشش مرکزی[1] می‌تواند شیبی بیش‌تر از صفر داشته باشد.

**یادآوری ۴**- در موارد خاص، افزایش سطح نوفه در گام‌هایی به میزان ۱۰ dB مناسب است.

## ۹ شنوایی‌سنجی غربالگری

### ۹-۱ کلیات

در شنوایی‌سنجی غربالگری، صداهای آزمون در سطح غربالگری، برای آزمون‌شونده قابل شنیدن یا غیرقابل شنیدن است. نتایج آزمون نشان می‌دهد که آیا سطوح آستانه شنوایی کم‌تر (بهتر)، یا یکسان، یا بالاتر (بدتر) از سطح غربالگری مورد استفاده است.

در فرکانس‌هایی که آزمون‌شونده در آزمون غربالگری مردود می‌شود، ترکیب شنوایی‌سنجی غربالگری با اندازه‌گیری‌های آستانه شنوایی مجاز است. توصیه می‌شود دراین حالت روش اجرایی طبق بند ۶ استفاده شود.

برای آماده‌سازی و دستورالعمل آزمون‌شونده قبل از آزمون شنوایی‌سنجی به بند ۵ مراجعه شود.

### ۹-۲ روش اجرای آزمون غربالگری

#### ۹-۲-۱ کلیات

روش‌های اجرایی برای شنوایی‌سنجی دستی در زیربند ۹-۲-۲ و برای شنوایی‌سنجی با کنترل رایانه‌ای در زیربند ۹-۲-۳ تعیین می‌شود.

#### ۹-۲-۲ آزمون غربالگری با کنترل دستی

آزمون شامل ارائه یک یا چندین صدای آزمون با فرکانس و سطح از پیش تعیین‌شده و ثبت پاسخ‌های آزمون‌شونده است.

فرکانس‌های آزمون را در توالی صعودی از ۱۰۰۰ Hz و سپس با توالی نزولی در محدوده‌ای زیر ۱۰۰۰ Hz ارائه کنید.

ابتدا صدایی در فرکانس ۱۰۰۰ Hz و سطح شنوایی ۴۰ dB به گوش راست آزمون‌شونده ارائه کنید تا فهمیدن دستورالعمل‌ها توسط آزمون‌شونده بررسی شود. در غیراینصورت دستورالعمل‌ها را تکرار و صدا را مجددا ارائه کنید. در صورت عدم پاسخ‌دهی مجدد آزمون‌شونده، سطح را تا زمان پاسخ‌دهی افزایش دهید.

1- Central masking

سطح سیگنال را به مقدار سطح غربالگری لازم تنظیم نموده و دو صدای پایا به مدت ۱ s تا ۲ s با فاصله زمانی ۳ s تا ۵ s ارائه کنید. اگر هر دو درک شوند، آزمون شونده موفق به قبولی در آزمون غربالگری در این فرکانس شده است. اگر صرفا یک صدا شنیده شود، صدای سوم را نیز ارائه کنید. اگراین صدا شنیده نشود، و یا هیچ یک از دو صدای قبلی شنیده نشد، آزمون‌شونده در آزمون غربالگری در فرکانس ۱۰۰۰ HZ در سطح غربالگری منتخب مردود می‌شود. آزمون را با دیگر فرکانس‌های آزمون طبق نیاز ادامه داده و سپس آزمون را برای گوش چپ انجام دهید.

### ۹-۲-۳ آزمون غربالگری با کنترل رایانه‌ای

برنامه‌ریزی و کارکرد دستگاه شنوایی‌سنجی با کنترل رایانه‌ای باید به شکلی باشد که نتایج آزمون با نتایج به دست آمده از روش‌هایی که در زیربند ۹-۲-۲ تعیین شد، مطابقت کند.

## ۱۰ نمودارهای شنوایی

سطوح آستانه شنوایی ممکن است به صورت جدول یا شکل به عنوان نمودار شنوایی ارائه شوند. برای نمودارهای شنوایی، یک اکتاو بر محور فرکانس باید متناظر با ۲۰ dB برروی محور سطح شنوایی باشد. هرجا که نمایش تصویری سطوح آستانه شنوایی لازم باشد، نمادهای داده شده در جدول ۱ باید استفاده شوند. در انتقال هوایی برای اتصال نقاط مجاور باید از خطوط ممتد مستقیم استفاده نمود. استفاده از خط‌چین برای انتقال استخوانی مجاز است.

**جدول ۱- نمادهایی برای نمایش گرافیکی سطوح آستانه شنوایی**

| نوع آزمون | راست | چپ |
|---|---|---|
| انتقال هوایی- بدون پوشش | | |
| مثالی از نمادهای عدم پاسخ‌دهی<br>انتقال هوایی- بدون پوشش | | |
| انتقال هوایی- با پوشش | | |
| انتقال استخوانی- بدون پوشش، ماستوئید | | |
| انتقال استخوانی- با پوشش، ماستوئید | | |
| انتقال استخوانی- با پوشش، پیشانی | | |
| انتقال استخوانی- بدون پوشش، پیشانی | | |

| نوع آزمون | راست | چپ |
|---|---|---|
| **یادآوری**- هنگامی که نمادهای (× , □) برای انتقال هوایی پوششی استفاده می‌شوند، توصیه می‌شود استفاده از پوشش نیز بر نمودار شنوایی ذکر شود. | | |

اگر در حداکثر سطح خروجی دستگاه شنوایی‌سنجی هیچ پاسخی رخ ندهد، توصیه می‌شود یک پیکان[1] به سوی قائم رسم شود یا در گوشه خارجی پایین نماد مناسب (یعنی برای نمادهای گوش چپ در سمت راست و برای نمادهای گوش راست در سمت چپ) با زاویهٔ تقریبی °۴۵ از محور قائم به سمت پایین رسم شود. نماد عدم پاسخ‌دهی باید در سطح آستانه‌ای که بیانگر حداکثر خروجی شنوایی‌سنج است بر نمودار شنوایی درج شود.

در صورت رنگی بودن شکل، برای نماد متعلق به گوش راست و خطوط اتصالی، باید از رنگ قرمز استفاده شود، و برای نماد متعلق به گوش چپ و خطوط اتصالی باید از رنگ آبی استفاده شود.

نتایج بدست آمده از شنوایی‌سنجی غربالگری نیز باید به وضوح نشان داده شود.

## ۱۱ نوفه محیطی مجاز

### ۱۱-۱ نوفه محیطی مجاز برای تعیین آستانه‌ها

به منظور جلوگیری از پوشش صداهای آزمون، سطوح فشار صوتی محیطی در اتاق آزمون شنوایی‌سنجی نباید از مقادیری معین تجاوز نمایند. این مقادیر به عنوان حداکثر سطوح فشار صوت محیطی مجاز، $L_{s,\max}$، در یک سوم باند اکتاو برای موارد زیر تعیین می‌شوند:

الف- کم‌ترین سطح آستانه شنوایی به مقدار dB ۰؛

ب- حداکثر مقدار تغییرات مجاز آستانه (عدم قطعیت) به مقدار dB ۲+ و در کم‌ترین سطح صدای آزمون به مقدار dB ۵+؛

پ- دو نوع ارائه صداهای آزمون- برای اندازه‌گیری‌های انتقال هوایی از طریق گوشی و برای اندازه‌گیری‌های انتقال استخوانی به وسیله ارتعاشگر استخوانی؛

ت- سه محدوده فرکانس صدای آزمون برای انتقال هوایی- از Hz ۱۲۵ تا Hz ۸۰۰۰، از Hz ۲۵۰ تا Hz ۸۰۰۰ و از Hz ۵۰۰ تا Hz ۸۰۰۰؛

ث- دو محدوده فرکانس صدای آزمون برای انتقال استخوانی- از Hz ۱۲۵ تا Hz ۸۰۰۰ و از Hz ۲۵۰ تا Hz ۸۰۰۰.

1- Arrow

جدول ۲ مقادیری برای $L_{s,max}$ برای شنوایی‌سنجی انتقال هوایی هنگامی که گوشی‌های روی‌گوشی استفاده می‌شوند مشخص می‌کند. میانگین تضعیف صدای این گوشی‌ها در جدول ۳ ارائه می‌شود. این مقادیر بر پایه داده‌های آزمایشی برای دو نوع گوشی تجاری موجود می‌باشند. اگر گوشی‌هایی با انواع دیگر استفاده شود، اختلاف تضعیف صوت آن گوشی‌ها با مقادیر جدول ۳ باید به مقادیر $L_{s,max}$ که در جدول ۲ مشخص شده‌اند، افزوده شود. مقادیر $L_{s,max}$ برای شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی صدای خالص در جدول ۴ مشخص می‌شوند.

اگر اندازه‌گیری حداقل سطوح آستانه شنوایی به غیر از dB ۰ الزامی باشد، مقادیر دیگری برای $L_{s,max}$ مناسب می‌باشند. این سطوح فشار صوتی به وسیله جمع بستن با مقادیر ارائه شده در جداول ۲ و ۴ و در صورت لزوم حداقل سطح آستانه شنوایی مورد نظر اندازه‌گیری، محاسبه می‌شوند.

سطوح نوفه محیطی باید زمانی اندازه‌گیری شوند که هنگام انجام آزمون‌های شنوایی‌سنجی شرایط محیطی بیانگر وجود نوفه است، اگر در طی آزمون معمولا سیستم تهویه‌ای در حال کار باشد، نوفه باید در حالت کارکرد آن سیستم اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری‌ها باید در موقعیتی از اتاق آزمون، اما در غیاب آزمون‌شونده انجام شود که سر آزمون‌شونده در آن محل قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری‌ها باید مطابق با الزامات دستگاه‌های سنجش سطح صوت[1] طبقه ۱ استانداردهای IEC 61672-1 و IEC 61620 باشند و دارای کف نوفه‌ای حداقل dB ۶ کم‌تر از سطح فشار صدای اندازه‌گیری‌شده باشند.

### ۱۱-۲ بررسی روانی-آکوستیکی نوفه محیطی

اگر اندازه‌گیری سطوح فشار صوتی قابل انجام نباشد، بررسی روانی-آکوستیکی نوفه محیطی ممکن است با اجرای آزمون شنوایی‌سنجی حداقل برای ۲ آزمون‌شونده‌ای که دارای نمودارهای شنوایی پایدار بوده و در همه فرکانس‌ها دارای سطوح آستانه شنوایی پایین‌تری (بهتر) نسبت به پایین‌ترین سطوح آستانه مورد استفاده در طی آزمون معمول هستند انجام شود. سطوح آستانه شنوایی به دست آمده با این روش، که به مقدارdB ۵ یا بیش‌تر بالاتر هستند، بیانگر لزوم کاهش نوفه در اتاق هستند. اگر در اتاقک، شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی انجام می‌شود، بررسی باید به وسیله انتقال استخوانی انجام شود. آزمون شنوایی‌سنجی باید در زمانی انجام شود که به طور معمول شنوایی‌سنجی در آن صورت می‌گیرد.

**جدول ۲ – حداکثر سطوح فشار صوتی محیطی مجاز در باندهای یک سوم اکتاو، $L_{s,max}$، برای شنوایی‌سنجی انتقال هوایی جهت اندازه‌گیری سطوح پایین آستانه شنوایی تا مقدار dB ۰ هنگامی که از گوشی‌های دورگوشی معمول کنونی استفاده می‌شود.**

1- Sound level meters

| فرکانس میانی یک سوم باند اکتاو Hz | حداکثر سطوح فشارصوتی محیطی مجاز ($L_{s,max}$ (مرجع: ۲۰ µPa) dB | | |
|---|---|---|---|
| | محدوده فرکانس صدای آزمون | | |
| | ۱۲۵ HZ تا ۸۰۰۰ HZ | ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz | ۵۰۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz |
| ۳۱٫۵ | ۵۶ | ۶۶ | ۷۸ |
| ۴۰ | ۵۲ | ۶۲ | ۷۳ |
| ۵۰ | ۴۷ | ۵۷ | ۶۸ |
| ۶۳ | ۴۲ | ۵۲ | ۶۴ |
| ۸۰ | ۳۸ | ۴۸ | ۵۹ |
| ۱۰۰ | ۳۳ | ۴۳ | ۵۵ |
| ۱۲۵ | ۲۸ | ۳۹ | ۵۱ |
| ۱۶۰ | ۲۳ | ۳۰ | ۴۷ |
| ۲۰۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۴۲ |
| ۲۵۰ | ۱۹ | ۱۹ | ۳۷ |
| ۳۱۵ | ۱۸ | ۱۸ | ۳۳ |
| ۴۰۰ | ۱۸ | ۱۸ | ۲۴ |
| ۵۰۰ | ۱۸ | ۱۸ | ۱۸ |
| ۶۳۰ | ۱۸ | ۱۸ | ۱۸ |
| ۸۰۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ |
| ۱۰۰۰ | ۲۳ | ۲۳ | ۲۳ |
| ۱۲۵۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ |
| ۱۶۰۰ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۷ |
| ۲۰۰۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۲۵۰۰ | ۳۲ | ۳۲ | ۳۲ |
| ۳۱۵۰ | ۳۴ | ۳۴ | ۳۴ |
| ۴۰۰۰ | ۳۶ | ۳۶ | ۳۶ |
| ۵۰۰۰ | ۳۵ | ۳۵ | ۳۵ |
| ۶۳۰۰ | ۳۴ | ۳۴ | ۳۴ |
| ۸۰۰۰ | ۳۳ | ۳۳ | ۳۳ |

**یادآوری**- با استفاده از مقادیر داده‌شده، پایین‌ترین سطح آستانه شنوایی مورد اندازه‌گیری برابر با dB ۰ با حداکثر عدم قطعیت، با dB ۲ + ناشی از نوفه محیطی معادل است. اگر حداکثر عدم قطعیت dB ۵+ ناشی از نوفه محیطی مجاز باشد، افزایش مقادیر به مقدار dB ۸ مجاز است.

[a] منابع: استانداردهای ISO 389-4 و ISO 389-7

**جدول ۳- میانگین تضعیف صوت، برحسب dB، برای گوشی‌های مختلف**

| فرکانس | گوشی روی‌گوشی معمول کنونی[abc] dB | Etymotic ER-3A[def] dB | Sennheiser HDA 200[deg] dB |
|---|---|---|---|
| ۳۱٫۵ | ۰ | ۳۳ | — |
| ۴۰ | ۰ | ۳۳ | — |
| ۵۰ | ۰ | ۳۳ | — |
| ۶۳ | ۱ | ۳۳ | ۱۷ |
| ۸۰ | ۱ | ۳۳ | ۱۶ |
| ۱۰۰ | ۲ | ۳۳ | ۱۵ |
| ۱۲۵ | ۳ | ۳۳ | ۱۵ |
| ۱۶۰ | ۴ | ۳۴ | ۱۵ |
| ۲۰۰ | ۵ | ۳۵ | ۱۶ |
| ۲۵۰ | ۵ | ۳۶ | ۱۶ |
| ۳۱۵ | ۵ | ۳۷ | ۱۸ |
| ۴۰۰ | ۶ | ۳۷ | ۲۰ |
| ۵۰۰ | ۷ | ۳۸ | ۲۳ |
| ۶۳۰ | ۹ | ۳۷ | ۲۵ |
| ۸۰۰ | ۱۱ | ۳۷ | ۲۷ |
| ۱۰۰۰ | ۱۵ | ۳۷ | ۲۹ |
| ۱۲۵۰ | ۱۸ | ۳۵ | ۳۰ |
| ۱۶۰۰ | ۲۱ | ۳۴ | ۳۱ |
| ۲۰۰۰ | ۲۶ | ۳۳ | ۳۲ |
| ۲۵۰۰ | ۲۸ | ۳۵ | ۳۷ |
| ۳۱۵۰ | ۳۱ | ۳۷ | ۴۱ |
| ۴۰۰۰ | ۳۲ | ۴۰ | ۴۶ |
| ۵۰۰۰ | ۲۹ | ۴۱ | ۴۵ |
| ۶۳۰۰ | ۲۶ | ۴۲ | ۴۵ |
| ۸۰۰۰ | ۲۴ | ۴۳ | ۴۴ |

[a] مقادیر داده شده بر پایه اندازه‌گیری‌هایی است که از صدای خالص در میدان صوتی باز و از گوشی‌های Telephonics TDH39[d] با بالشتک‌های MX 41/AR[d] و گوشی‌های Beyer DT48[d] استفاده می‌کنند.

[b] فرض براین است که داده‌های تضعیف بر پایه نوفه باند-باریک در یک میدان صوتی انتشاری، اندازه‌گیری واقعی‌تری برای خواص تضعیف ارائه می‌کنند. تاحدی برای باندهای نوفه در یک میدان انتشاری، می‌توان مقادیری کم‌تر از داده‌های داده‌شده انتظار داشت؛ البته، درحال حاضر داده‌های موجود کافی نیست.

[c] منابع: مراجع [۱۰]، [۱۱]، [۱۶] کتاب‌نامه.

[d] داده‌ها برای یک میدان انتشاری مصنوعی طبق استاندارد ISO 4869-1 معتبر هستند.

[e] این مورد یک محصول تجاری موجود است. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد فراهم شده است و تاییدی برای این محصول از جانب سازمان بین‌المللی ایزو نیست.

[f] منبع: مرجع [۱۷] کتاب‌نامه.

[g] منبع: مرجع [۱۸] کتاب‌نامه.

**جدول ۴- حداکثر سطوح فشار صوتی محیطی مجاز در باندهای یک سوم اکتاو، $L_{s,max}$، برای شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی جهت اندازه‌گیری سطوح آستانه شنوایی تا مقدار پایین dB ۰**

| فرکانس میانی یک سوم باند اکتاو Hz | حداکثرمجاز سطوح فشارصوت محیطی $L_{s,max}$ (مرجع: ۲۰ µPa) dB | |
|---|---|---|
| | محدوده فرکانس صدای آزمون | |
| | ۱۲۵ HZ تا ۸۰۰۰ HZ | ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz |
| ۳۱٫۵ | ۵۵ | ۶۳ |
| ۴۰ | ۴۷ | ۵۶ |
| ۵۰ | ۴۱ | ۴۹ |
| ۶۳ ۳ | ۵ | ۴۴ |
| ۸۰ | ۳۰ | ۳۹ |
| ۱۰۰ | ۲۵ | ۳۵ |
| ۱۲۵ | ۲۰ | ۲۸ |
| ۱۶۰ | ۱۷ | ۲۱ |
| ۲۰۰ | ۱۵ | ۱۵ |
| ۲۵۰ | ۱۳ | ۱۳ |
| ۳۱۵ | ۱۱ | ۱۱ |
| ۴۰۰ | ۹ | ۹ |
| ۵۰۰ | ۸ | ۸ |
| ۶۳۰ | ۸ | ۸ |
| ۸۰۰ | ۷ | ۷ |
| ۱۰۰۰ | ۷ | ۷ |
| ۱۲۵۰ | ۷ | ۷ |
| ۱۶۰۰ | ۸ | ۸ |
| ۲۰۰۰ | ۸ | ۸ |
| ۲۵۰۰ | ۶ | ۶ |
| ۳۱۵۰ | ۴ | ۴ |
| ۴۰۰۰ | ۲ | ۲ |
| ۵۰۰۰ | ۴ | ۴ |
| ۶۳۰۰ | ۹ | ۹ |
| ۸۰۰۰ | ۱۵ | ۱۵ |

**یادآوری ۱**- با استفاده از مقادیر داده‌شده، پایین‌ترین سطح آستانه شنوایی مورد اندازه‌گیری برابر با dB ۰ با حداکثر عدم قطعیت معادل با dB ۲ + ناشی از نوفه محیطی است. اگر حداکثر عدم قطعیت dB ۵+ ناشی از نوفه محیطی مجاز باشد، افزایش مقادیر به مقدار dB ۸ مجاز است.

**یادآوری ۲**- اندازه‌گیری سطوح فشار صوتی زیر dB ۵ برای اغلب سطح‌سنج‌های صوتی کنونی مشکل است.

[a] منابع: استانداردهای ISO 389-4 و ISO 389-7

## ۱۲ نگه‌داری و تعمیر و کالیبراسیون دستگاه شنوایی‌سنجی

### ۱-۱۲ کلیات

کالیبراسیون صحیح دستگاه‌های شنوایی‌سنجی و تجهیزات مربوطه برای دستیابی به نتایج آزمون قابل اطمینان، از اهمیت بسیاری برخوردار است. الزامی است که دستگاه شنوایی سنجی، هنگامی که مورد استفاده است، طبق قسمت مرتبط از مجموعه استاندارد ISO 389 کالیبره شده و مطابق با الزامات استاندارد IEC 60645-1 باشد.

به منظور اطمینان از این امر، توصیه می‌شود از رویه زیر که شامل سه مرحله بررسی و روش‌های اجرای کالیبراسیون است، پیروی شود.

الف- مرحله الف- بررسی معمول و آزمون‌های سابجکتیو؛

ب- مرحله ب- بررسی‌های عینی دوره‌ای؛

پ- مرحله پ- آزمون‌های کالیبراسیون پایه.

توصیه می‌شود که مراحل الف و ب در محل کارکرد طبیعی تجهیزات بر آن‌ها انجام شود.

### ۲-۱۲ فاصله‌های زمانی بین بررسی‌ها

فاصله‌های زمانی توصیه‌شده که باید بررسی‌های مختلفی در آن‌ها انجام شود، از نظر الزام صرفا جنبه راهنما دارند. این فاصله‌های زمانی مگر و تا وقتی که مدرکی مبنی بر مناسب بودن فاصله زمانی متفاوت حاصل شود، مورد موافقت هستند.

توصیه می‌شود که روش‌های اجرای بررسی مرحله الف هر هفته به شکل کامل بر همه تجهیزات در حال استفاده اجرا شود. توصیه می‌شود که در هر روز کاری از بررسی‌های زیربند ۱۲-۳-۲-۲ تا زیربند ۱۲-۳-۲-۶ پیروی شود.

توصیه می‌شود بررسی‌های عینی دوره‌ای، مرحله ب، ترجیحا در فاصله‌های زمانی سه ماهه انجام شود، اگرچه، درصورت کم‌تجربگی، برای تجهیزات خاصی که در حالت کاری معلوم هستند، فاصله‌های زمانی متفاوت بین بررسی‌ها مجاز است، مشروط برآن که بررسی‌های مرحله الف به طور منظم و با دقت به کار روند. حداکثر فاصله بین این‌گونه بررسی‌ها بهتر است از ۱۲ ماه بیش‌تر نشود.

اگر بررسی‌های مرحله الف و مرحله ب به شکل منظم انجام می‌شوند، آن‌گاه نیازی به انجام آزمون‌های کالیبراسیون پایه، مرحله پ، به شکل معمول نیست. روش‌های اجرای مرحله پ صرفا زمانی ضرورت دارند که مشکل جدی یا خطایی در تجهیزات رخ می‌دهد یا وقتی که بعد از یک دوره زمانی طولانی، گمان می‌رود که ممکن است تجهیزات بیش از این ویژگی‌ها را کاملا برآورده نکنند. البته توصیه می‌شود که تجهیزات بعد

از مثلا پنج سال کاری در صورتی که در طی این مدت زمان در ضمن تعمیر در معرض چنین آزمونی قرار نگرفته باشند، مورد آزمون مرحله پ قرار گیرند.

### ۱۲-۳ مرحله الف- بررسی‌های معمول و آزمون‌های سابجکتیو[1]

#### ۱۲-۳-۱ کلیات

هدف از بررسی معمول، اطمینان از کارکرد صحیح تجهیزات تا حد ممکن است، که کالیبراسیون آن به شکل قابل ملاحظه تغییر نکرده و متعلقات، سیم‌های برق و لوازم جانبی آن، فاقد هر نقصی است که ممکن است به شکل نامطلوب بر نتایج آزمون اثر گذارد. روش‌های اجرا شامل آزمون‌های کاملا ساده است (به زیربند ۱۲-۳-۲ مراجعه شود)، یعنی الزامی به استفاده از ابزار اندازه‌گیری نیست.

مهم‌ترین اجزای مرحله الف آزمون‌های سابجکتیو است و این آزمون‌ها صرفا توسط کاربری که دارای شنوایی سالم و ترجیحا خیلی خوب باشد، به شکلی موفقیت آمیز قابل انجام است.

توصیه می‌شود که شرایط نوفه محیطی در طی آزمون‌ها، از نوفه‌هایی که تجهیزات هنگام استفاده با آن‌ها مواجه می‌شوند به شکل قابل توجه بدتر نباشد.

#### ۱۲-۳-۲ روش‌های اجرای آزمون‌ها و بررسی‌ها

**۱۲-۳-۲-۱** توصیه می‌شود آزمون‌های زیر به منظور برآورده کردن الزامات مرحله الف، انجام شوند.

توصیه می‌شود که آزمون‌های تعیین‌شده در زیربندهای ۱۲-۳-۲-۲ تا ۱۲-۳-۲-۶ در هر روز کاری بر تجهیزات انجام شوند.

توصیه می‌شود روش‌های اجرای بررسی که در زیربندهای ۱۲-۳-۲-۲ تا ۱۲-۳-۲-۱۰ توصیف می‌شود در حالتی که دستگاه شنوایی‌سنجی در وضعیت کاری معمول خود است، انجام شوند. اگر از اتاقک یا اتاق آزمون مجزا استفاده می‌شود، توصیه می‌شود دستگاه هنگام نصب، بررسی شود. ممکن است به منظور انجام روش‌های اجرا، به دستیار نیاز باشد. پس از آن بررسی‌ها شامل بررسی اتصالات میانی[2] بین دستگاه شنوایی‌سنجی و تجهیزات درون اتاقک می‌شود، اما توصیه می‌شود سیم‌های برق و هرگونه اتصال فیش و درگاه اضافی درون جعبه تقسیم، هم‌چنین منشا احتمالی قطع و وصل یا اتصال ناصحیح بازبینی شود.

**یادآوری**- هنگامی که بررسی‌های سابجکتیو سطوح آستانه انتقال استخوانی به وسیله کاربری با شنوایی طبیعی در حال انجام است، صدایی که از ارتعاشگر استخوانی از طریق هوا انتشار یافته، می‌تواند در سطحی به حد کافی بلند که می‌تواند منجر به نامعتبر شدن آزمون شود شنیده شود، به ویژه در فرکانس‌های بالای ۲۰۰۰ Hz. تضعیف مناسب این صوت انتقال یافته هوایی

1- Subjective
2- Interconnections

در طی آزمون در فرکانس‌های Hz ۲۰۰۰ و بالاتر می‌تواند با استفاده از گوشی‌های انتقال هوایی (غیر متصل[1]) یا پلاگ‌های گوش انجام شود.

**۱۲-۳-۲-۲** دستگاه شنوایی‌سنجی و کلیه لوازم جانبی را تمیز کرده و بازبینی کنید. بالشتک‌ها، فیش‌ها، سیم‌های برق اصلی و سیم‌های برق لوازم جانبی گوشی‌ها را از نظر وجود علایم پوسیدگی یا آسیب دیدگی بررسی کنید. توصیه می‌شود قسمت‌های آسیب دیده یا فرسوده جایگزین شوند.

**۱۲-۳-۲-۳** دستگاه را روشن کرده و اجازه دهید مدت زمان توصیه شده جهت آماده‌سازی سپری شود. اگر مدت زمانی جهت آماده‌سازی توسط سازنده اعلام نشده باشد، min ۵ برای پایدار شدن مدارها اختصاص دهید. هرگونه تعدیل در تنظیمات را همان‌طور که سازنده تعیین کرده انجام دهید. در دستگاه‌های باتری‌دار، وضعیت باتری را با روش تعیین‌شده بررسی کنید. در صورت امکان بررسی کنید که شماره سریال گوشی و ارتعاشگر استخوانی با شماره سریال ابزار منطبق باشد.

**۱۲-۳-۲-۴** با جاروب بین سطوح شنوایی، برای مثال dB ۱۰ یا dB ۱۵ و شنیدن صداهای «فقط قابل شنیدن» بررسی کنید که خروجی دستگاه شنوایی‌سنجی برای هر دو انتقال هوایی و استخوانی تقریبا صحیح باشد. این آزمون باید در کلیه فرکانس‌های مناسب و برای هر دو گوشی هم‌چنین برای ارتعاشگر استخوانی انجام شود.

**۱۲-۳-۲-۵** بررسی را در سطوح بالا (مثلا سطوح شنوایی dB ۶۰ برای انتقال هوایی و dB ۴۰ برای انتقال استخوانی) برای همه کارکردهای مناسب (و برای هر دو گوشی) در تمامی فرکانس‌ها انجام دهید. به کارکرد صحیح، عاری بودن از اغتشاش، عدم قطعی ناشی از صداهای مزاحم و غیره گوش دهید. همه گوشی‌ها (شامل مبدل پوشش) و ارتعاشگرهای استخوانی را از نظر عاری بودن از اغتشاش و قطع و وصل بررسی کنید؛ فیش‌ها و سیم‌های برق را از نظر قطع و وصل بررسی کنید. بررسی کنید که همه کلیدهای انتخابی گردان[2] محکم بوده و چراغ‌ها و نشانگرها به درستی کار می‌کنند.

**۱۲-۳-۲-۶** بررسی کنید که سیستم علامت‌دهی آزمون‌شونده، به درستی کار می‌کند.

1- Disconnected
2- Switch knobs

**۱۲-۳-۲-۷** سطوح پایین را از نظر علایم هر گونه نوفه یا همهمه، از نظر اصوات نامطلوب (هنگام ارائه سیگنال در کانالی دیگر اختلال رخ می‌دهد) یا از نظر هرگونه تغییر در کیفیت صدا هنگام اعمال پوشش گوش کنید. بررسی کنید که تضعیف‌کننده‌ها، سیگنال‌ها را در تمام گستره تضعیف می‌کنند و تضعیف‌کننده‌هایی که برای کار هنگام ارائه صدا درنظر گرفته شده‌اند، فاقد نوفه الکتریکی و مکانیکی هستند. بررسی کنید که کلیدهای برق بی‌صدا عمل می‌کنند و این که هیچ نوفه انتشاریافته از ابزار در موقعیت آزمون‌شونده قابل شنیدن نیست.

**۱۲-۳-۲-۸** مدارهای مخابره گفتار[1] آزمون‌شونده را بررسی کنید. در صورت لزوم، روش‌های اجرایی را که مشابه با روش‌های اجرایی مورد استفاده صدای خالص است استفاده کنید.

**۱۲-۳-۲-۹** کشش پیشانی‌بند هدست[2] و پیشانی‌بند ارتعاشگر استخوانی را بررسی کنید. اطمینان حاصل کنید که اتصالات لولایی بدون گیر شدید عمل می‌کنند. پیشانی‌بندها و اتصالات لولایی مربوط به هدست‌های ضد نوفه را از نظر علایم فرسودگی یا خستگی فلزی بررسی کنید.

**۱۲-۳-۲-۱۰** در شنوایی‌سنج‌های ثبت خودکار، قلم نشانه‌گذاری و کارکرد مکانیکی و کارایی کلیدهای حدی[3] و کلیدهای فرکانس را بررسی کنید. بررسی کنید که نوفهٔ هیچ دستگاه نامرتبط در موقعیت آزمون‌شونده قابل شنیدن نیست.

### ۱۲-۴ مرحله ب- بررسی‌های عینی دوره‌ای

بررسی‌های عینی دوره‌ای شامل اندازه‌گیری و مقایسه نتایج با استانداردهای مقتضی (به بند ۲ مراجعه شود) برای موارد زیر است:

الف- فرکانس سیگنال‌های آزمون؛

ب- سطوح فشار صوتی ناشی از گوشی‌ها در یک کوپلر آکوستیکی یا شبیه‌ساز گوش؛

پ- سطوح نیروی ارتعاشی ناشی از یک ارتعاشگر استخوانی در یک کوپلر آکوستیکی؛

ت- سطوح نوفه پوششی؛

ث- گام‌های تضعیف‌کننده (در قسمت عمده‌ای از یک محدوده، به ویژه زیر ۶۰ dB)؛

ج- اغتشاش‌هارمونیک.

**یادآوری ۱-** بررسی کامل محدوده تضعیف و سطوح نوفه پوششی با دستگاه پیشنهادی زیر امکان‌پذیر نیست.

---

1- Communication speech circuits
2- Headset
3- Limit switches

**یادآوری ۲**- برای شنوایی‌سنج‌های فرکانس روبشی، داده‌های کالیبراسیون استاندارد فقط در فرکانس‌های گسسته موجود هستند که در استانداردهای ISO 389-1، ISO 389-2 ، ISO 389-3 ، ISO 389-5 و ISO 389-8 تعیین شده‌اند.

تجهیزات زیر به عنوان حداقلی برای بررسی‌های عینی دوره‌ای توصیه می‌شود:

- دستگاه سطح‌سنج صوت طبقه ۱، شامل میکروفن خازنی[1] کالیبره با فشار از نوعی مناسب شبیه‌ساز گوش، که مطابق با استاندارد IEC 61672-1 طراحی شده است؛
- مجموعه فیلتر یک سوم باند اکتاو، مطابق با استاندارد IEC 61260؛
- شبیه‌سازهای گوش یا کوپلرهای آکوستیکی که مطابق با استانداردهای IEC 60318-1، IEC 60318-3، IEC 60318-4، IEC 60318-5 طراحی شده‌اند؛
- کوپلر مکانیکی که مطابق با استاندارد IEC 60318-6 طراحی شده است؛
- شمارنده فرکانس دیجیتال؛
- اسیلوسکوپ؛
- دماسنج تماسی برای بررسی دمای کاری (۲۳ °C) کوپلر مکانیکی.

اگر فرکانس‌ها و سطح صداهای آزمون کالیبره نباشند، معمولا تعدیل آن‌ها امکان‌پذیر است. در غیراینصورت، دستگاه را جهت کالیبراسیون پایه ارجاع دهید. هنگامی که تعدیلات کالیبراسیون انجام شد، توصیه می‌شود هر دو مجموعه اندازه‌گیری (یعنی قبل و بعد از تعدیل) ثبت شود.

هنگام ثبت نتایج اندازه‌گیری دستگاه، ممکن است اطلاعاتی مربوط به انحراف کالیبراسیون حاصل شود. ممکن است نیاز باشد فاصله‌های زمانی بین آزمون‌های عینی بسته به پیشامدهای پیرو این‌گونه تغییرات، با مشاهده تعیین شوند.

توصیه می‌شود که یک برچسب بررسی کالیبراسیون به دستگاه الصاق شود که تاریخ سررسید آزمون عینی بعدی را تعیین می‌کند.

### ۱۲-۵ مرحله پ- آزمون‌های کالیبراسیون پایه

کالیبراسیون پایه باید توسط آزمایشگاه ذی‌صلاح انجام شود. روش اجرا باید به شکلی باشد که بعد از ارائه دستگاه جهت کالیبراسیون پایه، دستگاه باید مطابق با الزامات مرتبط تعیین‌شده در استاندارد IEC 60645-1 باشد.

توصیه می‌شود که بعد از بازگشت دستگاه از کالیبراسیون پایه، قبل از استفاده، با روش‌های اجرای مطرح‌شده در زیربندهای ۱۲-۳ یا ۱۲-۴ بررسی شود.

1- Condenser microphone

# پیوست الف

# (آگاهی دهنده)

# عدم قطعیت اندازه‌گیری

## الف-۱ کلیات

قالب عموما پذیرفته‌شده برای نمایش عدم قطعیت همراه با نتایج اندازه‌گیری در استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 تعیین می‌شود. این قالب نیازمند برقراری رابطه تابعی (تابع مدل) بین کمیت اندازه‌گیری، در این استاندارد سطح آستانه شنوایی وابسته به فرکانس یک آزمون‌شونده، و کمیت‌های ورودی متعددی است که توصیف کننده عوامل تاثیرگذار ممکن بر نتایج اندازه‌گیری است. هر کدام ازاین کمیت‌های ورودی توسط تخمین، توزیع احتمالی و عدم قطعیت استاندارد خود توصیف می‌شود. اطلاعات کنونی در مورد این کمیت‌های ورودی باید در بودجه عدم قطعیتی جمع‌آوری شود که توسط آن قابلیت استنتاج عدم قطعیت استاندارد مرکب و عدم قطعیت بسط‌یافته وجود داشته باشد.

داده‌های تصدیق شده علمی که برای تشکیل بودجه عدم قطعیت یک صوت برای هر اندازه‌گیری با استفاده از هر یک از روش‌های اجرایی که در این استاندارد تعیین شده در زمان انتشار این استاندارد، فراهم نیست. البته، منابع عدم قطعیت مرتبط و مشخصات آن‌ها اساسا بر پایه شناخت تجربی قابل اشاره است. راهکار کلی محاسبه عدم قطعیت‌هایی که مطابق با استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 هستند، در این پیوست شرح داده می‌شود. این پیوست تعیین تقریبی عدم قطعیت‌ها را تحت فرضیاتی خاص، ممکن می‌سازد.

## الف-۲ تابع مدل

تعیین سطح آستانه شنوایی، $L_{HT}$، در فرکانسی معین با رابطه الف-۱ نمایش داده می‌شود.

$$L_{HT} = L'_{HT,\mathrm{est}} + \delta_{eq} + \delta_{tr} + \delta_{n} + \delta_{m} + \delta_{te} + \delta_{SU} + \delta_{pr} \qquad \text{(الف-۱)}$$

که در آن:

$L'_{HT}$ نتیجه تعیین سطح آستانه شنوایی مطابق با هر یک از روش‌های اجرای تعیین‌شده در این استاندارد است (به زیربند الف-۳-۲ مراجعه شود)؛

$\delta_{eq}$ کمیتی ورودی به منظور لحاظ کردن هرنوع انحراف از عملکرد اسمی دستگاه شنوایی‌سنجی مورد استفاده است (به زیربند الف-۳-۳ مراجعه شود)؛

$\delta_{tr}$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن عدم قطعیت ناشی از به‌کارگیری نوعی مبدل خاص و اتصالات آن است (به زیربند الف-۳-۴ مراجعه شود)؛

$\delta_n$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن شرایط محیطی غیرایده آل، به ویژه نوفه محیطی است (به زیربند الف-۳-۵ مراجعه شود)؛

$\delta_m$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن عدم قطعیت ناشی از نوفه پوششی غیر بهینه است (به زیربند الف-۳-۶ مراجعه شود)؛

$\delta_{te}$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن عدم قطعیت ناشی از عدم صلاحیت و بی‌تجربگی آزمون‌گر است (به زیربند الف-۳-۷ مراجعه شود)؛

$\delta_{SU}$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن عدم قطعیت ناشی از عدم همکاری و پاسخ‌های غیرقابل اعتماد آزمون‌شونده است (به زیربند الف-۳-۸ مراجعه شود)؛

$\delta_{pr}$ کمیتی ورودی جهت لحاظ کردن عدم قطعیت ناشی از مشکلاتی خاص است که در اثر حالت دشوار غیر معمول اندازه‌گیری به وجود می‌آیند (به زیربند الف-۳-۸ مراجعه شود).

معمولا هریک از کمیت‌های ورودی $\delta$ برابر با مقدار dB ۰ تخمین زده می‌شود، یعنی هیچ اصلاحی بر سطح آستانه شنوایی تعیین‌شده صورت نمی‌گیرد. البته، هریک از این کمیت‌ها با عدم قطعیتی طبق توضیحات زیربند الف-۳ همراه است. هیچ یک از کمیت‌های ورودی با دیگر کمیت‌ها به مقدار قابل توجه هم‌بسته نیست.

## الف-۳ کمیت‌های ورودی

### الف-۳-۱ کلیات

کمیت‌های ورودی که از زیربندهای الف-۳-۲ تا الف-۳-۶ توصیف شده اند تقریبا باید برای کلیه کاربردهای شنوایی‌سنجی مورد لحاظ قرارگیرند در حالی که کمیت‌های توصیف‌شده در زیربندهای الف-۳-۷ تا الف-۳-۹ باید صرفا در پیشامدهای غیرمعمول بنا به تصمیم آزمون‌گر لحاظ شوند.

### الف-۳-۲ سطح آستانه شنوایی تعیین شده $L'_{HT}$

در طی شنوایی‌سنجی معمول، سطح آستانه شنوایی آزمون‌شونده در فرکانسی معین معمولا برای هر گوش فقط یک بار تعیین می‌شود. البته بر اساس دانش تجربی، برای اندازه‌گیری‌های مکرر تحت شرایط آزمون یکسان هستند، می‌توان عدم قطعیت‌هایی استاندارد به شرح زیر فرض کرد:

الف- برای شنوایی‌سنجی انتقال هوایی (طبق بندهای ۶ و ۷): ۲٫۵ dB در فرکانس‌های تا ۴ kHz و ۴ dB در فرکانس‌هایی بالاتر از ۴ kHz؛

ب- برای شنوایی‌سنجی انتقال استخوانی (طبق بند ۸): ۳ dB در فرکانس‌های تا ۴ kHz و ۵ dB در فرکانس‌های بالاتر از ۴ kHz؛

توزیع احتمال مقادیر ممکن $L'_{HT}$ را می‌توان طبیعی فرض کرد؛ $L'_{HT,est}$ برای تخمین آن اختصاص داده شده است (به جدول الف-۱ مراجعه شود).

### الف-۳-۳ دستگاه شنوایی‌سنجی $\delta_{eq}$

با فرض این که دستگاه شنوایی‌سنجی، الزامات دستگاه شنوایی‌سنجی مدل ۱ یا مدل ۲ استاندارد IEC 60645-1 را برآورده سازد، سهم عمده آن در عدم قطعیت اندازه‌گیری احتمالا توسط انحراف سطوح خروجی که از مقادیر اسمی حاصل شده‌اند، معین می‌شود. استاندارد IEC 60645-1 حداکثر انحراف‌های زیر را تعیین می‌کند:

الف- انتقال هوایی: ۳ dB ± در فرکانس‌هایی تا ۴ kHz و ۴ dB ± در فرکانس‌های بالاتر از ۴ kHz؛

ب- انتقال استخوانی: در فرکانس‌هایی تا ۴ kHz به میزان ۴ dB ± و در فرکانس‌های بالاتر از ۴ kHz به میزان ۵ dB ±

مگر درصورت وجود اطلاعاتی خاص در رابطه با عملکرد دستگاه به مقدار بیش‌تر، توزیع احتمالی سطوح خروجی می‌تواند مستطیلی فرض شود، که منجر به عدم قطعیت استانداردی می‌شود که معادل با نصف حداکثر گستردگی مقادیر ممکن، تقسیم بر $\sqrt{۳}$ است.

اگر اندازه گام کنترل سطح شنوایی ۵ dB است، سبب ایجاد سهم عدم قطعیت غیرقابل اجتناب دیگر با توزیع احتمالی مستطیلی و عدم قطعیت استاندارد معادل با $۲٫۵ / \sqrt{۳}$ dB می‌شود.

دو سهم مذکور، عدم قطعیت استاندارد کلی تقریبی را نتیجه می‌دهند، مثلا برای انتقال هوایی و فرکانس‌هایی تا ۴ kHz معادل است با $\sqrt{\left[\left(۳ / \sqrt{۳}\right)^{۲} + \left(۲٫۵ / \sqrt{۳}\right)^{۲}\right]}$ dB = ۲٫۳ dB

در حالت‌های آزمون خاص، برای مثال اگر سطح آستانه شنوایی آزمون‌شونده‌ای به سختی با فرکانس تغییر کند، انحراف فرکانس‌های صدای آزمون از مقادیر اسمی و اعوجاج هارمونیک صداهای آزمون ممکن است به علت عملکرد دستگاه در عدم قطعیت کلی نتایج سهم داشته باشد.

### الف-۳-۴ مبدل‌ها و اتصالات آن‌ها $\delta_{tr}$

مقادیر RETSPL و RETVFL برای انواع مختلف مبدل‌ها هم‌چون گوشی‌های روی‌گوشی، دورگوشی یا داخل گوشی و ارتعاشگرهای استخوانی، طبق قسمت مرتبط از مجموعه استاندارد ISO 389، کاملا مساوی نیستند، اگرچه اختلاف بین آن‌ها کاملا آشکار نیست. البته، فرض کردن عدم قطعیتی استاندارد در اثر این اختلاف‌ها به مقدار ۱٫۵ dB در فرکانس‌های تا ۴ kHz و ۲٫۵ dB در فرکانس‌های بالاتر از ۴ kHz واقع‌بینانه است.

به علاوه، سطوح فشار صوتی یا سطوح نیروی ارتعاشی که توسط انواع مختلفی از مبدل‌ها برای گوش یا استخوان آزمون‌شونده تامین می‌شوند، ممکن است نسبت به مشخصات آناتومی یا فیزیولوژیکی آزمون‌شونده‌ها، بسته به محل قرارگیری آن‌ها بر گوش یا استخوان و بسته به انحراف نیروی پیشانی‌بندها از مقادیر اسمی، دارای حساسیت متفاوت باشند. برای ارتعاشگرهای استخوانی، ممکن است در اثر صدای انتشاریافته هوایی و احساس ارتعاشی لمسی، عدم قطعیت‌های بیش‌تری ایجاد شود. درحال حاضر شکل‌های به کلی معتبر در مورد سهم عدم قطعیت ناشی ازاین اثرات قابل ارائه نیست. البته، مگر درصورت فراهم شدن شناختی عمیق‌تر، فرض کردن عدم قطعیتی به مقدار ۲٫۵ dB در فرکانس‌های تا ۴ kHz و به مقدار ۳ dB در فرکانس‌های بالاتر از ۴ kHz مجاز است.

دو اثر با یکدیگر عدم قطعیت استاندارد تقریبی $\sqrt{\left(۱٫۵^۲ + ۲٫۵^۲\right)} = ۲٫۹$ dB را در فرکانس‌هایی تا ۴ kHz و $\sqrt{\left(۲٫۵^۲ + ۳^۲\right)} = ۳٫۹$ dB را در فرکانس‌هایی بالاتر از ۴ kHz نتیجه می‌دهند.

### الف-۳-۵ شرایط محیطی، $\delta_n$

اگر الزامات نوفه محیطی (به بند ۱۱ مراجعه شود) کاملا برآورده شود، با درنظر گرفتن آزمون‌شونده‌هایی با سطح آستانه شنوایی نزدیک به ۰ dB، فرض نمودن عدم قطعیت استاندارد $\delta_n$ معادل با ۲ dB با توزیع احتمال طبیعی مجاز است. برای آزمون‌شونده‌هایی که دارای سطوح آستانه شنوایی به شکلی قابل توجه بالاتر از ۰ dB هستند، صرف‌نظر کردن از سهم عدم قطعیت نوفه محیطی مجاز است.

از سوی دیگر، اغلب ممکن است در طی آزمون معمول، حداکثر سطوح فشار صوتی محیطی مجاز بیش‌تر شود، که به سهم عدم قطعیتی که به طور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر است بینجامد.

### الف-۳-۶ نوفه پوششی، $\delta_m$

سطوح آستانه شنوایی اندازه‌گیری‌شده ممکن است با استفاده از نوفه پوششی غیر بهینه (به زیربند ۶-۲-۳-۳ مراجعه شود) تحت تاثیر قرارگیرند. برای سهم این اثر در عدم قطعیت اندازه‌گیری، هیچ شکل به کلی معتبر قابل تعیین نیست. البته، در صورت اعمال نوفه پوششی، اختصاص دادن عدم قطعیت ۲ dB به $\delta_m$ با توزیع احتمالی نرمال مجاز است.

### الف-۳-۷ تجربه آزمون‌گر، $\delta_{te}$

برای آزمون‌شونده واجد شرایط (به زیربند ۴-۴ مراجعه شود) با تجربه کافی، سهم عدم قطعیت ناشی از تصمیمات شخصی مجاز است که در عدم قطعیت استاندارد برای اندازه‌گیری‌های مکرر (به الف-۳-۲ مراجعه شود) در حالت‌های معمول آزمون، گنجانده شود. البته، تحت شرایط خاص، اختصاص دادن عدم قطعیت اضافی به $\delta_{te}$ ممکن است مناسب باشد.

### الف-۳-۸ پاسخ‌های آزمون‌شونده، $\delta_{SU}$

تحت شرایط طبیعی، عدم قطعیت‌های ناشی از ناهماهنگی‌های کمینه پاسخ‌های آزمون‌شونده برای اندازه‌گیری‌های مکرر در عدم قطعیت گنجانده می‌شود (به الف-۳-۲ مراجعه شود). البته ممکن است بنا به دلایلی، در شرایط خاص، عدم قطعیت استاندارد اضافی به $\delta_{SU}$، اختصاص داده شود.

### الف-۳-۹ حالت‌های اندازه‌گیری خاص، $\delta_{pr}$

ممکن است مواردی خاص پیش آید که تعیین سطح آستانه شنوایی آزمون‌شونده شدیدا دشوار شود. دراین موارد، اختصاص دادن عدم قطعیت استانداردی اضافی به $\delta_{pr}$ مجاز است.

## الف-۴ بودجه عدم قطعیت

سهم‌های عدم قطعیت مرکب مربوط به مقدار سطح آستانه شنوایی تعیین‌شده به عدم قطعیت‌های استاندارد، $u_i$، طبق بند الف-۳ و ضرایب حساسیت مرتبط، $c_i$ وابسته است. ضرایب حساسیت، اندازه‌گیری چگونگی تاثیرپذیری مقادیر سطح آستانه شنوایی توسط تغییرات مقادیر کمیت‌های ورودی مرتبط است. سهم‌های کمیت‌های ورودی مرتبط سپس بواسطه نتایج عدم قطعیت‌های استاندارد و ضرایب حساسیت مربوط به خود معین می‌شوند.

بودجه عدم قطعیت اطلاعات موجود در مورد سهم‌های عدم قطعیت‌های مختلف را در قالب جدول طبق جدول الف-۱ جمع‌آوری می‌کند.

**جدول الف-۱ – قالب کلی یک بودجه عدم قطعیت برای تعین سطوح آستانه شنوایی**

| کمیت | تخمین dB | عدم قطعیت استاندارد $u_i$ dB | توزیع آماری | ضریب حساسیت $c_i$ | سهم عدم قطعیت $c_i u_i$ dB |
|---|---|---|---|---|---|
| $L'_{HT}$ | $L'_{HT,\mathrm{est}}$ | $u_1$ | طبیعی | ۱ | $u_1$ |
| $\delta_{eq}$ | ۰ | $u_2$ | مستطیلی | ۱ | $u_2$ |
| $\delta_{tr}$ | ۰ | $u_3$ | طبیعی | ۱ | $u_3$ |
| $\delta_n$ | ۰ | $u_4$ | طبیعی | ۱ | $u_4$ |
| $\delta_m$ | ۰ | $u_5$ | طبیعی | ۱ | $u_5$ |
| $\delta_{te}$ | ۰ | $u_6$ | طبیعی | ۱ | $u_6$ |
| $\delta_{SU}$ | ۰ | $u_7$ | طبیعی | ۱ | $u_7$ |
| $\delta_{pr}$ | ۰ | $u_8$ | طبیعی | ۱ | $u_8$ |

مگر درصورت وجود دانش خاص، می‌توان یک توزیع احتمالی گاوسی برای مقادیر مرتبط با هریک از کمیت‌های ورودی (به غیر از موارد توصیف‌شده در زیربند الف-۳-۳) فرض نمود.

## الف-۵ عدم قطعیت مرکب و بسط‌یافته

عدم قطعیت مرکب برای سطح آستانه شنوایی با استفاده از رابطه الف-۲ تعیین می‌شود.

$$u = \sqrt{\sum_{i=1}^{8} u_i^2} \qquad \text{(الف-۲)}$$

استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 به منظور پوشش فاصلهٔ $[L_{\mathrm{HT}} - U, L_{\mathrm{HT}} + U]$، به عنوان مثال ٪ ۹۵ از مقادیر $L_{\mathrm{HT}}$ که ممکن است به $L_{\mathrm{HT}}$ اختصاص داده شوند. به عدم قطعیت بسط‌یافته، $U$، نیاز دارد، جهت جهت تحقق این مقصود، یک فاکتور پوشش، به شکل $U = ku$ استفاده می‌شود. برای احتمال پوشش ٪ ۹۵ و توزیع طبیعی، $k$=۲

## الف-۶ مثال

عدم قطعیت بسط‌یافته اندازه‌گیری برای تعیین سطح آستانه شنوایی آزمون شونده با استفاده از شنوایی‌سنجی انتقال هوایی در فرکانس زیر kHz ۴ بدون پوشش و با فرض این که الزامات نوفه محیطی برآورده می‌شوند و هیچ سهم عدم قطعیت بیش‌تری برای هیچ منشأ دیگری به وجود نمی‌آید، ارزیابی می‌شود. در اینصورت بودجه عدم قطعیت قالبی به صورت جدول الف-۲ خواهد داشت.

**جدول الف-۲- مثالی از جدول بودجه عدم قطعیت برای شرایط اندازه‌گیری فوق**

| کمیت | تخمین<br>dB | عدم قطعیت استاندارد<br>dB | توزیع آماری | ضریب حساسیت<br>$c_i$ | سهم عدم قطعیت<br>$c_i u_i$<br>dB |
|---|---|---|---|---|---|
| $L'_{HT}$ | $L'_{HT,\mathrm{est}}$ | ۲٫۵ | طبیعی | ۱ | ۲٫۵ |
| $\delta_{eq}$ | ۰ | ۲٫۳ | مستطیلی | ۱ | ۲٫۳ |
| $\delta_{tr}$ | ۰ | ۲٫۹ | طبیعی | ۱ | ۲٫۹ |
| $\delta_n$ | ۰ | ۲٫۰ | طبیعی | ۱ | ۲٫۰ |

عدم قطعیت استاندارد مرکب: u = ۴٫۹ dB

عدم قطعیت بسط‌یافته اندازه‌گیری برای ٪۹۵ سطح احتمالی، به نزدیک‌ترین مقدار صحیح دسی‌بل گرد می‌شود: $U$ = ۱۰ dB

## کتاب‌نامه

[1] ISO 389-4, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 4: Reference levels for narrow-band masking noise

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۴-۱۰۵۳۵، آکوستیک- صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی- قسمت چهارم- ترازهای مرجع برای نوفه ماسک باند باریک، با استفاده از استاندارد ISO 389-4 : 1994 تدوین شده است.

[2] ISO 389-7, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۷-۱۰۵۳۵: سال ۱۳۸۶،آکوستیک-صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی سنجی-قسمت هفتم- آستانه مرجع شنوایی در شرایط شنیدن در میدان آزاد و میدان پخش، با استفاده از استاندارد ISO 389-7: 2005 تدوین شده است.

[3] ISO 4869-1, Acoustics– Hearing protectors– Part 1: Subjective methods for the measurement of sound attenuation

[4] IEC 60318-1, Electroacoustics- Simulators of human head and ear- Part 1: Ear simulator for the measurement of supra-aural and circumaural earphones

[5] IEC 60318-3, Electroacoustics- Simulators of human head and ear- Part 3: Acoustic coupler for the calibration of supra-aural earphones used in audiometry

[6] IEC 60318-4, Electroacoustics- Simulators of human head and ear- Part 4: Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by means of ear inserts

[7] IEC 60318-5, Electroacoustics- Simulators of human head and ear- Part 5: 2 cm3 coupler for the measurement of hearing aids and earphones coupled to the ear by means of ear inserts

[8] IEC 60318-6, Electroacoustics- Simulators of human head and ear- Part 6: Mechanical coupler for the measurement of bone vibrators

[9] ARLINGER, S.D. Comparison of ascending and bracketing methods in pure-tone audiometry: A multi-laboratory study. Scand. Audiol. 1979, 8, pp. 247-251

[10] BRINKMANN, K., RICHTER, U. Kopfhörer DT 48: Schalldämmung und Ohrverschluss-Effekt [Headphone DT 48: Sound absorption and occlusion effect]. Acustica 1980, 47, pp. 53-54

[11] COPELAND, A.B., MOWRY, H.J., III. Real-ear attenuation characteristics of selected noise-excluding audiometric receiver enclosures. J. Acoust. Soc. Am. 1971, 49, pp. 1757-1761

[12] HOOD, J.D. Principles and practice of bone-conduction audiometry. Laryngoscope 1960, 70, pp. 1211-1228

[13] ROBINSON, D.W., WHITTLE, L.S. A comparison of self-recording and manual audiometry: Some systematic effects shown by unpractised subjects. J. Sound Vibration 1973, 26, pp. 41-62

[14] SANDERS, J.W. Masking. In: KATZ, J., editor. Handbook of clinical audiology, 2nd edition, pp. 124-140. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1978

[15] STUDEBAKER, G.A. Clinical masking. In: RINTELMANN, W.F., editor. Hearing assessment, pp. 51-100. Baltimore, MD: University Park Press, 1979

[16] TYLER, R.S., WOOD, E.J. A comparison of manual methods for measuring hearing levels. Audiology 1980, 19, pp. 316-329

[17] BERGER, E.H., KILLION, M.C. Comparison of the noise attenuation of three audiometric earphones, with additional data on masking near threshold. J. Acoust. Soc. Am. 1989, 86, pp. 1392-1403

[18] GÖSSING, P., RICHTER, U. Characteristic data of the circumaural earphone Sennheiser HDA 200 in the conventional and the extended high frequency range. In: RICHTER, U., editor. Characteristic data of different kinds of earphones used in the extended high frequency range for pure-tone audiometry. PTB report PTB-MA-72, Braunschweig, 2003

[19] LAUKLI, E., MAIR, I.W.S. High-frequency audiometry: Normative studies and preliminary experiences. Scand. Audiol. 1985, 14, pp. 151-158

[20] LAUKLI, E., FJERMEDAL, O. Reproducibility of hearing threshold measurements: Supplementary data on bone-conduction and speech audiometry. Scand. Audiol. 1990, 19, pp. 187-190