



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۰۵۳۵-۷

چاپ اول

ISIRI

10535-7








1 st. Edition




آکوستیک - صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات
شنوایی سنجی

قسمت هفتم: آستانه مرجع شنوایی در شرایط
شنیدن در میدان آزاد و میدان پخش

**Acoustics- Reference zero for the calibration of
audiometric equipment**

**Part 7: Reference threshold of hearing under free-
field and diffuse-field listening conditions**

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳ 
دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹
تلفن مؤسسه در کرج : ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸ 
تلفن مؤسسه در تهران : ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵ 
دورنگار : کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۷۱۰۳ 
بخش فروش - تلفن : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ - دورنگار : ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ 
پیام نگار : [Standard @ isiri.or.ir](mailto:Standard@isiri.or.ir) 
بهاء : ۱۲۵۰ ریال 

	Headquarters:	Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran
	P.O.Box:	31585-163 Karaj-IRAN
	Tel:	0098 261 2806031-8
	Fax:	0098 261 2808114
	Central Office:	Southern corner of Vanak square, Tehran
	P.O.Box:	14155-6139 Tehran-IRAN
	Tel:	009821 8879461-5
	Fax:	0098 21 8887080, 8887103
	Email:	Standard @ isiri.or.ir
	Price:	1250 RLS

بسمه تعالی»»

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد 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.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون فنی مرکب از کارشناسان موسسه*، صاحب نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادر کنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته 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 موسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیر با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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. موسسه 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 موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، موسسه استاندارد این گونه سازمان ها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تایید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این موسسه است.

* موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

^۱ - International Organization for Standardization

^۲ - International Electrotechnical Commission

^۳ - International Organization for Legal Metrology (Organization Internationale de Metrologie Legal)

^۴ - Contact Point

^۵ - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد "آکوستیک - صفر مرجع برای کالیبراسیون
تجهیزات شنوایی سنجی - قسمت هفتم: آستانه مرجع شنوایی در شرایط شنیدن
در میدان آزاد و میدان پخشا"

رئیس

رضوی، سید مظفر
(لیسانس مهندسی برق)

دبیر

سیفی، شهلا
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

اعضا

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	بصیرنیا، حلیه (لیسانس مهندسی پزشکی)
سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران	پیراسته، معصومه (فوق لیسانس فیزیک)
شرکت فناوری فرادی	جوادی اقدم، فرهاد (لیسانس مهندسی کامپیوتر)
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	حاذق جعفری، کورش (دکترای دامپزشکی)
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	رئیسیان، آزاده (لیسانس فیزیک)
مؤسسه فنی آرمان	شایافر، محمد (لیسانس مهندسی الکترونیک)
سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران	صدقی، مهدی (لیسانس مهندسی مخابرات)
شرکت بهسازطب	صیادی، سعید (فوق لیسانس مهندسی الکترونیک)
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	ضیایی، لیا (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	فرجی، رحیم (لیسانس شیمی کاربردی)
شرکت فرادید آزما	منتجی، فاطمه (لیسانس مهندسی پزشکی)
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	هدایتی، محمد جعفر (لیسانس فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه

ح	پیش‌گفتار
خ	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ مشخصات
۵	پیوست الف (اطلاعاتی) - نکاتی درباره به‌دست‌آوردن آستانه‌های شنوایی مرجع
	پیوست ب (اطلاعاتی) - کتاب‌نامه
	۹

پیش‌گفتار

استاندارد "آکوستیک- صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی - قسمت هفتم: آستانه مرجع شنوایی در شرایط شنیدن در میدان آزاد و میدان پخش" که توسط کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در یک‌صد و شصت و چهارمین اجلاس کمیته ملی مهندسی پزشکی مورخ ۸۶/۱۲/۱۹ مورد تصویب قرار گرفته‌است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته‌است به شرح زیر است:

ISO 389-7: 2005, Acoustics- Reference zero for the calibration of audiometric equipment- Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions

مقدمه

در برخی از کاربردهای شنوایی‌سنجی، سیگنال‌های آزمون از طریق بلندگو در شرایط میدان صدای آزاد یا میدان صدای پخشا تحویل داده می‌شوند. این استاندارد صفر مرجع را برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی‌سنجی مورد استفاده برای شنوایی‌سنجی میدان صدا مشخص می‌کند. روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی متناظر در استانداردهای ملی ایران ۱-۱۰۵۳۴ و ۲-۱۰۵۳۴ مشخص شده‌اند.

مانند دیگر پدیده‌های ذهنی، جزئیات آستانه شنوایی از فردی به فرد دیگر متفاوت است اما برای گروهی از افراد با شنوایی عادی در گستره سنی محدود، مقادیر گرایش مرکزی را می‌توان برای مشخص کردن گروه تعیین کرد. این مجموعه استانداردها داده‌های آستانه مربوط به افرادی با شنوایی عادی را در گستره سنی ۱۸ تا ۲۵ سال مشخص می‌کند.

داده‌های مشخص شده در این استاندارد مربوط به موارد زیر است:

الف) نغمه‌های ناب شنیده شده در شرایط شنیدن از دو گوش در امواج تخت پیش‌رونده درحالی‌که آزمون‌شونده به‌طور مستقیم رو به منبع صدا قرار دارد (برخورد جانبی)، و درحالی‌که تراز فشار صدا در موج پیش‌رونده آزاد در موقعیت مرکزی سر شنونده بدون حضور وی اندازه‌گیری می‌شود؛

ب) باندهای یک‌سوم هنگامی نوفه (سفید یا صورتی) شنیده شده در شرایط شنیدن با دو گوش در میدان صدای پخشا درحالی‌که تراز فشار صدا در میدان صدا در موقعیت مرکزی سر شنونده بدون حضور وی اندازه‌گیری می‌شود. برای بسامدهای تا ۸ کیلوهرتز، هر مجموعه از داده‌ها ممکن است به‌طور مساوی به باندهای دیگر نوفه (سفید یا صورتی) نیز اعمال شوند که پهنای باند آن کم‌تر از پهنای باند بحرانی است.

داده‌ها برپایه ارزیابی اطلاعات فنی فراهم شده در آزمایشگاه‌ها در کشورهای گوناگون به‌دست آمده‌اند و نمایانگر قابل اطمینان‌ترین داده‌های موجود در حال حاضر هستند. برای اطلاع، در پیوست الف نکته‌ای درباره به‌دست آوردن مقادیر مرجع و مبدأ داده‌ها معین شده‌است.

آکوستیک - صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی سنجی -

قسمت هفتم: آستانه مرجع شنوایی در شرایط شنیدن

در میدان آزاد و میدان پخشا

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن آستانه مرجع شنوایی برای کالیبراسیون تجهیزات شنوایی مورد استفاده در شرایط زیر است:

الف) میدان صدا بدون حضور شنونده متشکل از یک موج تخت پیش‌رونده آزاد (میدان آزاد) یا میدان صدای پخشا طبق استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۴-۲. در مورد میدان آزاد، منبع صدا مستقیماً رو به شنونده است (برخورد روبه‌رو).

ب) سیگنال‌های صدا، در مورد شرایط میدان آزاد، نغمه‌های (سینوسی) ناب و در مورد شرایط میدان پخشا، باندهای یک‌سوم هنگامی نوفه (سفید یا صورتی) هستند.

پ) بدون حضور شنونده، تراز فشار صدا در موقعیتی اندازه‌گیری می‌شود که مرکز سر شنونده در آن قرار می‌گیرد.

ت) شنیدن از دو گوش صورت می‌گیرد.

یادآوری ۱- در استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۴-۲ مقادیر تصحیح برای آستانه شنوایی در شرایط شنیدن در میدان آزاد و زوایای برگزیده انحراف برخورد صدا (۴۵ و ۹۰ درجه) از برخورد روبه‌رو برای آگاهی تعیین شده‌اند.

یادآوری ۲- در مرجع [1] کتاب‌نامه، شرایط دیگری معین شده‌است.

داده‌های مربوط به بسامدهای ترجیحی طبق استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶ در مجموعه یک‌سوم هنگامی از ۲۰ تا و شامل ۱۶۰۰۰ هرتز، و به‌علاوه، برای برخی از بسامدهای شنوایی میانی تا ۱۸۰۰۰ به‌صورت عددی تعیین شده‌اند.

بایستی تأکید شود که داده‌های آستانه با صفر شنوایی سنجی مشخص شده در استانداردهای ملی ایران ۱-۱۰۵۳۵، ۲-۱۰۵۳۵، ۵-۱۰۵۳۵ و ۸-۱۰۵۳۵ تفاوت دارد زیرا در این استانداردها به شنوایی از یک گوش از طریق گوشی و ترازهای فشار صدای مرجع به کوپلرهای مشخص و شبیه‌سازهای گوش ارجاع شده‌است. بنابراین مقایسه مستقیم میان داده‌های موجود در استانداردهای یادشده و این استاندارد، مناسب نیست.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر، حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده‌است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲- استاندارد ملی ایران ۲-۱۰۵۳۴، ۱۳۸۶: آکوستیک- روش‌های آزمون شنوایی‌سنجی - قسمت دوم: شنوایی‌سنجی میدان صدا با سیگنال‌های آزمون باند باریک و نغمه ناب

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳ آستانه شنوایی

تراز صدایی که فرد در شرایط مشخص، به ۵۰٪ آزمون‌های تکرارشونده، پاسخ‌های تشخیصی صحیح می‌دهد.

یادآوری- نتایج تعیین آستانه، تا میزان معینی بستگی به روش اجرایی آزمون مورد استفاده دارد. داده‌های ارائه شده در مجموعه استانداردهای ملی ایران ۱۰۵۳۵ همگی برپایه استفاده از روش‌های اجرایی آزمون آستانه تعریف شده در استاندارد ملی ایران ۱-۱۰۵۳۴ هستند. در صورت استفاده از روش اجرایی آزمون دیگری با ویژگی‌های دیگر، به‌طور متوسط اختلاف‌های تا چند دسی‌بل انتظار می‌رود.

۲-۳ فرد دارای شنوایی عادی

فردی با سلامتی عادی که هیچ‌گونه نشانه‌ای از بیماری گوش یا غشای مسدودکننده در کانال گوش ندارد، و سابقه‌ای از رویارویی نامناسب با نوفه، استفاده از مواد سمی، یا کاهش شنوایی ارثی ندارد.

۳-۳ آستانه مرجع شنوایی

در بسامد مشخص، تراز فشار صدای نغمه ناب یا باند یک‌سوم هنگامی نوفه متناظر با مقدار میانه آستانه‌های شنوایی دو گوش افرادی با شنوایی عادی در حدود سنی ۱۸ تا و شامل ۲۵ سال.

۴-۳ میدان صدای آزاد

میدان صدایی که در آن مرزهای اتاق اثر قابل چشم‌پوشی بر امواج صدا دارند.

۵-۳ میدان صدای پخشا

میدان صدایی متشکل از امواج صدا که کمابیش هم‌زمان از همه جهات با احتمال و تراز یکسان به مکان معینی می‌رسند.

۴ مشخصات

در جدول ۱ آستانه‌های مرجع شنوایی برای شرایط شنیدن طبق بند ۱ معین شده است. در این جدول، اختلاف میان ترازهای فشار صدای باندهای نوفه یک‌سوم هنگامی در میدان صدای پخشا و ترازهای

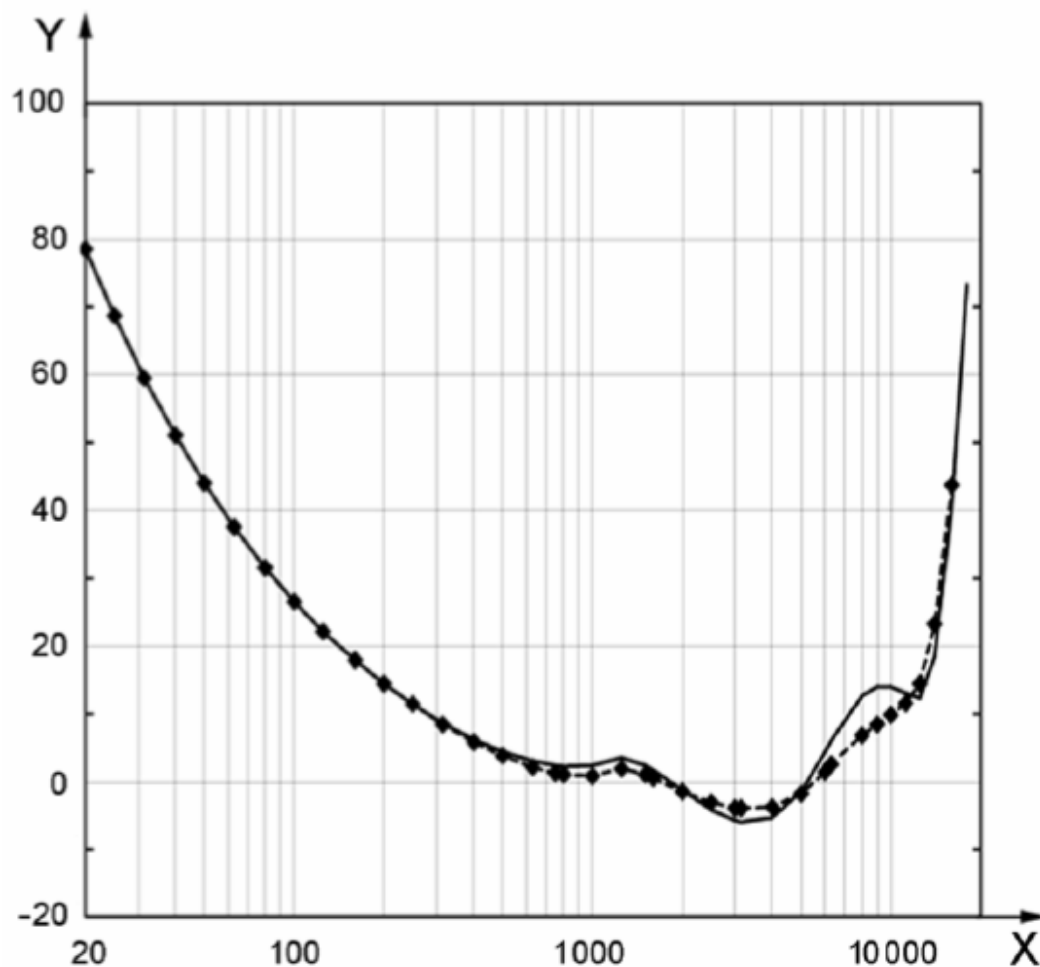
فشار صدای نغمه‌های ناب در موج پیش‌رونده آزاد در برخورد روبه‌رو برای آستانه‌های شنوایی یکسان نیز تعیین شده‌است. در شکل ۱ تصویر ترسیمی آستانه‌های شنوایی مرجع تعیین شده‌است.

جدول ۱- آستانه‌های شنوایی مرجع برای شرایط شنیدن مشخص شده در بند ۱ و اختلاف میان ترازهای فشار

صدا در دو نوع میدان صدا

اختلاف $\Delta L = T_f - T'_f$ dB	آستانه شنوایی مرجع در شرایط زیر		بسامد، f Hz
	شنیدن در میدان پخشا T'_f (مرجع 20μPa) dB	شنیدن در میدان آزاد (برخورد روبه‌رو) T_f (مرجع 20μPa) dB	
0	78,5	78,5 ^a	20
0	68,7	68,7	25
0	59,5	59,5	31,5
0	51,1	51,1	40
0	44,0	44,0	50
0	37,5	37,5	63
0	31,5	31,5	80
0	26,5	26,5	100
0	22,1	22,1	125
0	17,9	17,9	160
0	14,4	14,4	200
0	11,4	11,4	250
0,2	8,4	8,6	315
0,4	5,8	6,2	400
0,6	3,8	4,4	500
0,9	2,1	3,0	630
1,2	1,2	2,4	750
1,2	1,0	2,2	800
1,6	0,8	2,4	1 000
1,6	1,9	3,5	1 250
1,4	1,0	2,4	1 500
1,2	0,5	1,7	1 600
0,2	-1,5	-1,3	2 000
-1,1	-3,1	-4,2	2 500
-1,8	-4,0	-5,8	3 000
-2,0	-4,0	-6,0	3 150
-1,6	-3,8	-5,4	4 000
0,3	-1,8	-1,5	5 000
2,9	1,4	4,3	6 000
3,5	2,5	6,0	6 300
5,8	6,8	12,6	8 000
5,5	8,4	13,9	9 000
4,1	9,8	13,9	10 000
1,5	11,5	13,0	11 200
-2,1	14,4	12,3	12 500
-4,8	23,2	18,4	14 000
-3,5 ^a	43,7	40,2	16 000
—	—	73,2 ^a	18 000

^a در ۲۰ هرتز و ۱۸۰۰۰ هرتز، داده‌های تجربی برای T_f و در ۱۶۰۰۰ هرتز، داده‌های تجربی برای ΔL به ترتیب، تنها از یک آزمایشگاه گزارش داده شده‌اند.



راهنما
 X بسامد، Hz
 Y تراز فشار صدا، dB
 — میدان آزاد
 ---◆--- میدان پخشا

شکل ۱- آستانه‌های شنوایی مرجع برای نغمه‌های ناب در شرایط شنیدن از دو گوش در میدان آزاد (برخورد روبه‌رو) و برای باندهای یک‌سوم‌هنگامی نوفه در شرایط شنیدن از دو گوش در میدان پخشا یادآوری- برخلاف دیگر قسمت‌های این مجموعه استانداردها، آستانه‌های شنوایی مرجع در جدول ۱ با تفکیک‌پذیری 0,1dB تعیین شده‌اند. دلیل آن این است که آستانه شنوایی مرجع برای شنیدن در میدان آزاد طبق استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶ با این تفکیک‌پذیری به دست آمده است تا از داشتن دو استاندارد حاوی آستانه‌های میدان آزاد با تفکیک‌پذیری‌های گوناگون پرهیز شود.

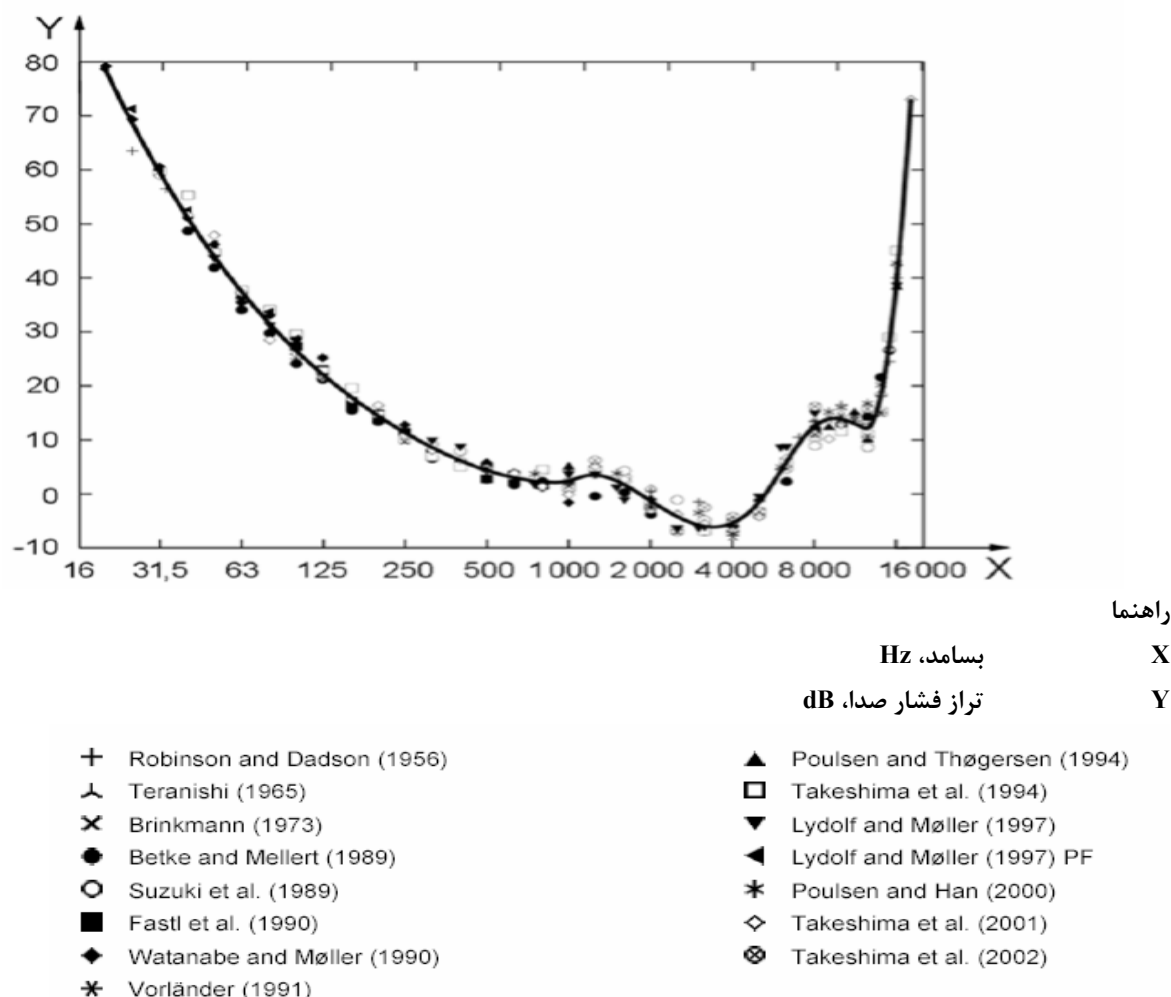
پیوست الف

(اطلاعاتی)

نکاتی درباره به دست آوردن آستانه‌های شنوایی مرجع

الف-۱ در شرایط شنیدن در میدان آزاد

در این استاندارد، آستانه‌های شنوایی مرجع در شرایط شنیدن در میدان آزاد از ۲۰ تا ۱۲۵۰۰ هرتز مشخص شده، از استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶ به دست آمده است. مقادیر نه بسامد شنوایی تکمیلی میان ۷۵۰ تا ۱۸۰۰۰ هرتز مانند دیگر داده‌های آستانه، با استفاده از فرایند برازش طبق استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶ و با استفاده از ۱۵ مرجع مندرج در آن استاندارد تعیین شده‌اند (به شکل الف-۱ مراجعه شود).



شکل الف-۱- داده‌های تجربی مورد استفاده برای انحراف آستانه‌های شنوایی مرجع در شرایط شنیدن در میدان آزاد و منحنی برازش محاسبه شده برای این داده‌ها

روش اجرایی زیر برای برازش مورد استفاده قرار گرفته است. به استثنای دو مطالعه (مراجع [20] و [22] در این استاندارد) که مقادیر میانگین برای آن‌ها با استفاده از این روش اجرایی برازش به دست آمده است، آستانه‌های شنوایی از ۲۰ تا ۱۸۰۰۰ هرتز با محاسبه میانگین نتایج میانه مطالعات جداگانه برای هر بسامد و سپس هموارسازی و درون‌یابی از طریق تابع جزء B درجه ۳ استفاده و ارایه شده‌اند. مقادیر حاصل در شکل الف-۱ و به صورت T_f در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. تعداد موارد در محاسبه تابع جزء B در نظر گرفته نشده است. پارامترهای مورد استفاده برای اغلب این واری‌ها یعنی واری‌هایی که داده‌های مربوط به بلندی برابر و آستانه را به دست می‌دهند در استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶ مرور شده‌اند. برای پنج واری باقی‌مانده یعنی واری‌هایی که تنها داده‌های آستانه را می‌دهند در جدول الف-۱ مروری به عمل آمده است.

جدول الف-۱- واری‌های آستانه شنوایی در شرایط شنیدن در میدان آزاد به علاوه واری‌های تعیین شده در جدول پ-۱ استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳۶

واری	مرجع [20]	مرجع [21]	مرجع [22]	مرجع [23]	مرجع [24]
سال	۱۹۵۶	۱۹۶۵	۱۹۷۳	۱۹۹۱	۲۰۰۰
کشور	انگلیس	ژاپن	آلمان	آلمان	دانمارک
میدان صدا	میدان آزاد	میدان آزاد	میدان آزاد	میدان آزاد	میدان آزاد
گستره اندازه‌گیری شده، Hz	25, 33, 50, 100, 200, 500, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000, 6 000, 7 000, 8 000, 10 000, 12 000, 15 000	63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000, 6 000, 8 000, 10 000	63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000	1 000, 4 000, 8 000, 9 000, 10 000, 11 200, 12 500, 14 000, 16 000	125, 250, 500, 750, 1 000, 1 500, 2 000, 3 000, 4 000, 6 000, 8 000, 9 000, 10 000, 11 200, 12 500, 14 000, 16 000
تعداد آزمون‌شدگان (سن)	۵۱ ^a (۲۰)	۱۱ (۲۴ تا ۱۸)	۳۴ تا ۴۲ ^b (۲۵ تا ۱۸)	۳۱ (۲۵ تا ۱۸)	۳۱ (۲۵ تا ۱۸)

^a کم‌تر از ۲۰۰ هرتز: ۱۲۵ آزمون شده
^b با توجه به بسامدها

الف-۲ در شرایط شنیدن در میدان پخشا

اختلاف میان داده‌های آستانه مرجع در شرایط شنیدن در میدان آزاد و میدان پخشا از نه واری تجربی مستقل به دست آمده است که بخشی از آن از مراجع گرفته شده است و بخش دیگر مقادیر به‌طور مستقیم به کمیته فنی ISO/TC 43 ابلاغ شده است (به مراجع [12] تا [19] در کتاب‌نامه مراجعه شود). خلاصه ویژگی‌های آزمون به شرح زیر است:

الف) مقایسه بلندی توسط پنج آزمون‌شونده، میدان پخشای مصنوعی برحسب میدان آزاد^[12]؛

ب) اندازه‌گیری‌های پروب آزمون در هردو نوع میدان صدا، شش آزمون‌شونده، میدان پخشا در اتاق واخشی^[13]؛

پ) اندازه‌گیری‌های عینی و ذهنی

۱) اندازه‌گیری‌های عینی: پاسخ‌های میدان آزاد و میدان پخشا در گوش انسان، ۲۰ آزمون‌شونده، میکروفون‌های آزمون، میدان پخشای تولیدشده در اتاق واخشی^[14]؛

۲) اندازه‌گیری‌های ذهنی: مقایسه بلندی توسط ۲۶ آزمون‌شونده، میدان پخشای مصنوعی برحسب میدان آزاد^[14]؛

ت) تعیین اختلاف میان منحنی‌های تراز بلندی برابر ۲۰ فون و ۴۰ فون در میدان‌های صدای پخشا و آزاد، ۱۲ آزمون‌شونده^[15]؛

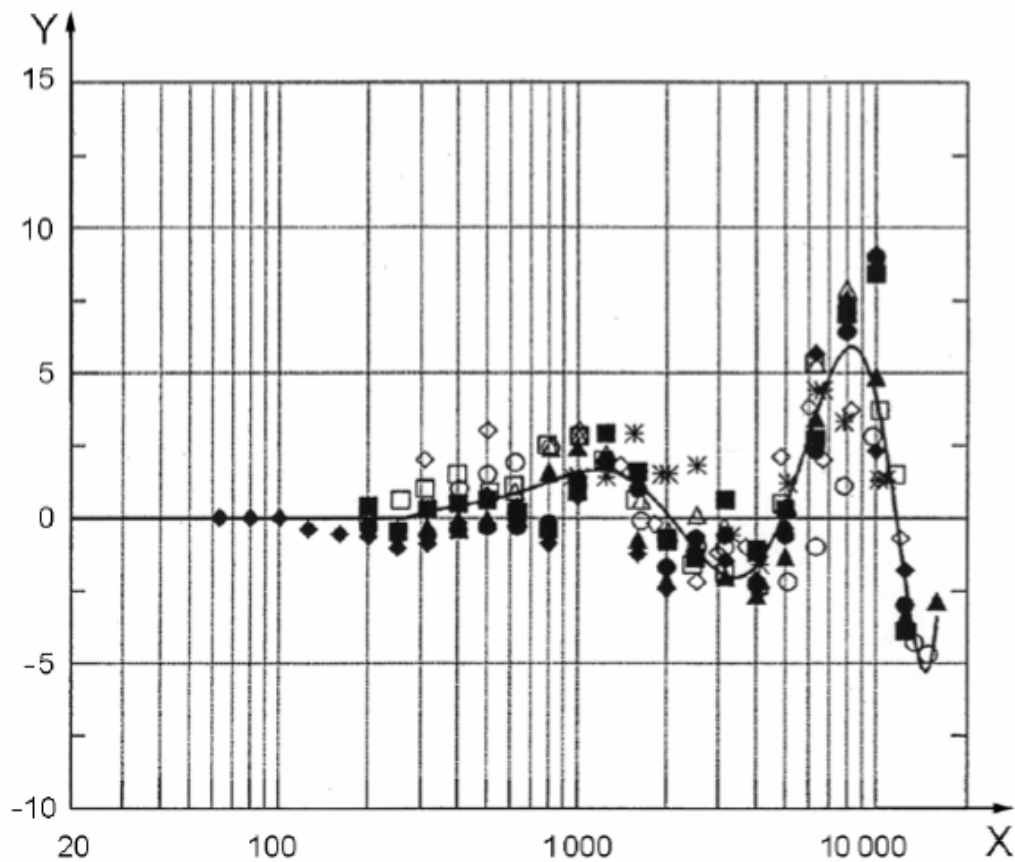
ث) اندازه‌گیری پاسخ‌های میدان آزاد و میدان پخشا در هفت مدل لاله گوش و مدل گوش هندسی^[16]؛
ج) اندازه‌گیری‌های لوله آزمون میدان پخشا برای تغییر شکل پرده سماخ، ۱۶ آزمون‌شونده، میدان صدای پخشا: این داده‌ها به‌همراه میدان آزاد برای داده‌های تغییر شکل پرده سماخ از مرجع [16] برای محاسبه مقادیر ΔL استفاده شده‌اند^[17]؛

چ) اندازه‌گیری‌های پاسخ ضربه گوش انسان توسط توالی طول بیشینه در میدان صدای آزاد، ۳۷ جهت برخورد صدا، میکروفون‌های آزمون، ۱۲ آزمون‌شونده، ویژگی‌های میدان پخشای محاسبه‌شده از ویژگی‌های جهتی^[18]؛

ح) اندازه‌گیری‌های پاسخ ضربه گوش انسان توسط توالی طول بیشینه در میدان صدای پخشا، ۹۷ جهت برخورد صدا، میکروفون‌های آزمون، ۴۰ آزمون‌شونده، ویژگی‌های میدان پخشای محاسبه‌شده از ویژگی‌های جهتی^[19]؛

مشخص شده‌است که رابطه چندجمله‌ای مرتبه یازده بهترین برازش را برای داده‌های تجربی به‌دست می‌دهد. طبق این رابطه، مقادیر ΔL در بسامدهای یک‌سوم هنگامی ترجیحی و در بسامدهای شنوایی‌سنجی میانی محاسبه شده‌است.

شکل الف-۲ داده‌های حاصل از واری‌های مراجع [12] تا [19] و منحنی برازش‌شده را نشان می‌دهد. آن‌گاه داده‌های آستانه مرجع برای شرایط شنیدن در میدان پخشا (T_f در جدول ۱) با کم کردن مقادیر ΔL از داده‌های میدان آزاد محاسبه شده‌است.



راهنما

بسامه، Hz

X

ΔL ، dB

Y

- از مرجع [12] □
- از مرجع [13] △
- از مرجع [14] ، اندازه‌گیری‌های عینی ○
- از مرجع [14] ، اندازه‌گیری‌های ذهنی *
- از مرجع [15] ◇
- از مرجع [16] ●
- از مرجع [17] ■
- از مرجع [18] ◆
- از مرجع [19] ▲

شکل الف-ب- داده‌های تجربی مورد استفاده برای انحراف ΔL طبق جدول ۱ و منحنی برازش محاسبه‌شده برای این داده‌ها

پیوست ب
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] Threshold of Hearing: Preferred test conditions for determining hearing thresholds for standardisation. *Scand. Audiol.* **25**, 1996, pp. 45-52
- [2] ISO 226, *Acoustics — Normal equal-loudness-level contours*
- [3] ISO 266, *Acoustics — Preferred frequencies*
- [4] 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*
- [5] 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*
- [6] ISO 389-5:—¹), *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*
- [7] 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*
- [8] ISO 8253-1, *Acoustics — Audiometric test methods — Part 1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry*
- [9] IEC 60645-1, *Electroacoustics — Audiological equipment — Part 1: Pure-tone audiometers*
- [10] IEC 60645-4, *Audiometers — Part 4: Equipment for extended high-frequency audiometry*
- [11] KÜHL, W., WESTPHAL, W. Unterschiede der Lautstärken in der ebenen Welle und im diffusen Schallfeld. *Acustica*, **9**, 1959, pp. 407-408
- [12] JAHN, G. Über den Unterschied zwischen Kurven gleicher Lautstärke in der ebenen Welle und im diffusen Schallfeld. *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, **69**, 1960, pp. 75-81.
- [13] ROBINSON, D.W., WHITTLE, L.S., BOWSER, J.M. The loudness of diffuse sound fields. *Acustica*, **11**, 1961, pp. 397-404
- [14] ZWICKER, E. Lautstärke und Lautheit. *Proceedings of 3rd International Congress on Acoustics 1959*, Elsevier, Amsterdam, 1961, pp. 63-78
- [15] SHAW, E.A.G. The acoustics of the external ear. In: *Acoustical factors affecting hearing aid performance*. (Studebaker, G.A. and Hochberg, I. eds.). University Park Press, Baltimore, 1980, pp. 109-124²)
- [16] KILLION, M.G., BERGER, E.H., NUSS, R.A. Diffuse field response of the ear. *J. Acoust. Soc. Am.* **81**, 1987, Suppl. 1, S 75.1
- [17] SCHMITZ, A., VORLÄNDER, M. Messung von Außenohr-Stoßantworten mit Maximalfolgen-Hadamard-Transformation und deren Anwendung bei Inversionsversuchen. *Acustica*, **71**, 1990, pp. 257-268

- [18] MØLLER, H., SØRENSEN, M. F., HAMMERSHØI, D. and JENSEN, C. B. Head-related Transfer Functions of Human Subjects. *J. Audio Eng. Soc.*, **43** (5), 1995, pp. 300-321
- [19] BRINKMANN, K., VORLÄNDER, M., FEDTKE, T. Re-determination of the threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions. *Acustica*, **80**, 1994, pp. 453–462
- [20] ROBINSON, D.W., DADSON, M.A. A re-determination of the equal-loudness relations for pure tones. *British J. Appl. Phy.*, **7**, 1956, pp. 166-181
- [21] TERANISHI, R. Study about measurement of loudness on the problems of minimum audible sound. *Researches of the Electrotechnical Laboratory*, No. 658, Tokyo, Japan, 1965
- [22] BRINKMANN, K. Audiometer-Bezugswelle und Freifeld-Hörschwelle. *Acustica*, **28**, 1973, pp. 147-154
- [23] VORLÄNDER, M. Freifeld-Hörschwelle von 8 kHz – 16 kHz. *Fortschritte der Akustik – DAGA '91*, Bad Honnef, DPG-GmbH, 1991, pp. 533-536
- [24] POULSEN, T., HAN, L.A. The binaural free field hearing threshold for pure tones from 125 Hz to 16 kHz. *Acustica – Acta Acustica*, **86**, 2000, pp. 333-337

ICS: 13.140

١٠ : ٤٥٢٥
