INSO
21965
1st.Edition
2017
Identical with
ISO 1999:
2013

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

استاندارد ملی ایران
۲۱۹۶۵
چاپ او ل
۱۳۹۵

آکوستیک –
برآورد افت شنوایی ناشی از نوفه

Acoustics -
Estimation of noise-induced hearing loss

ICS: 13.140

سازمان ملی استاندارد ایران

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)

رایانامه: standard@isiri.org.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.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی 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 پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد 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 بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«آکوستیک -برآورد افت شنوایی ناشی از نوفه»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
قیصری اردهایی، تقی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت خدمات مهندسی سرمد تبریز
دبیر:	
کاظمی، علیرضا (کارشناسی فیزیک کاربردی)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آقاپور، مجید (کارشناسی فیزیک کاربردی)	آزمایشگاه کالیبراسیون رساگستر آذر
اکبرزاده، داوود (کارشناسی ارشد فیزیک)	آزمایشگاه همکار تلاش برای صنعت والا
بهروزی‌وند، محمد حسن (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت پمپیران
بیانی‌رودی، شهرام (کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی)	دانشکده علوم پزشکی مشهد
جعفری، محمدرضا (کارشناسی مهندسی مکانیک)	آزمایشگاه نویز شرکت موتوژن تبریز
رادخرمی، یاسر (کارشناسی ارشد فیزیک)	پژوهشگاه دانشهای بنیادی
صانع‌زاده، نازلی (کارشناسی فیزیک کاربردی)	آزمایشگاه شرکت تراکتور سازی ایران
صفری انزابی، خلیل (کارشناسی ارشد مهندسی برق)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
عبداله پور، داریوش (دکتری فیزیک)	دانشگاه زنجان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
عبدی رحمانی، غلامرضا (کارشناسی مهندسی برق و کنترل)	شرکت موتوژن تبریز
نصیرزاده، رسول (کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
ویراستار:	
فرجی، رحیم (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	گروه پژوهشی مهندسی پزشکی پژوهشگاه سازمان ملی استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
پیش گفتار		خ
مقدمه		د
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۲
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	اصول	۵
۵	تشریح و اندازه‌گیری مواجهه با نوفه	۵
۶	پیش‌بینی اثرات نوفه برآستانهٔ شنوایی	۵
۷	ارزیابی افت شنوایی و معلولیت ناشی از نوفه	۱۱
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) محاسبهٔ پایگاه داده‌ای الف، توزیع آماری آستانه‌های شنوایی به عنوان تابعی از سن (HTLA) برای جمعیت سالم از نظر دستگاه شنوایی (به‌شدت غربال شده)		۱۳
پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از پایگاه داده‌ای ب		۱۷
پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مثالی از ارزیابی ریسک معلولیت و افت شنوایی ناشی از نوفه		۲۱
پیوست ت (آگاهی‌دهنده) جدول‌هایی با مثال‌هایی برای داده‌های NIPTS		۲۴
کتاب‌نامه		۲۶

پیش‌گفتار

استاندارد «آکوستیک- برآورد افت شنوایی ناشی از نوفه» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در ششصد و هفدهمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۹۵/۱۱/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش 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/منطقه‌ای مزبور است:

ISO 1999: 2013, Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss

مقدمه

این استاندارد، رابطهٔ میان مواجهه با نوفه و «تغییر دایم آستانهٔ ناشی از نوفه» (NIPTS)[1] در افرادی با سنین متفاوت را بر حسب روابط آماری بیان می‌کند. در این استاندارد، روش‌هایی برای برآورد افت شنوایی ناشی از قرار گرفتن جمعیت در معرض نوفه غیرمبتلا به کم‌شنوایی، غیر از کم‌شنوایی ناشی از نوفه، (با مجاز دانستن عوامل وابسته به سن) یا جمعیت‌های غربال نشده‌ای که توان شنوایی آنها اندازه‌گیری یا برآورد شده، ارائه شده است. NIPTS در این استاندارد به عنوان اصطلاحی مکمل مستقل از سایر اجزای ترازهای آستانهٔ شنوایی در نظر گرفته شده است. در هر مواجههٔ معینی با نوفه، گستره‌ای از مقادیر مثبت معرف تغییرات استعداد آسیب ناشی از نوفه در میان افراد یک جمعیت وجود دارد. در افرادی که به طور مستمر در معرض نوفه قرار دارند، کم‌شنوایی با درجات گوناگون می‌تواند بروز کند. به دلیل این کم‌شنوایی، درک این افراد از گفتار، درک سیگنال‌های روزمرهٔ آکوستیکی، یا بهره‌مندی از موسیقی می‌تواند مختل شده باشد. به استثنای قرار گرفتن در معرض موج انفجار، نوفه‌هایی پیوسته با تراز شدت بسیار بالا، اختلال شنوایی دایمی اندام‌های شنوایی طول می‌کشد و پس از ماه‌ها، سال‌ها، و دهه‌ها قرار گرفتن در معرض نوفه روی می‌دهد. پیش از بروز NIPTS معمولاً اثرات موقتی و بازگشت‌پذیری در شنوایی تحت عنوان «تغییر موقتی آستانه» (TTS)[2] روی می‌دهد. شدت TTS و بازگشت به وضعیت عادی به تراز شدت مواجهه با نوفه و مدت آن بستگی دارد. در تک‌تک افراد نمی‌توان به‌دقت تعیین کرد که چه تغییراتی در تراز آستانهٔ شنوایی توسط نوفه و چه تغییراتی توسط عوامل دیگر روی داده است، گرچه موارد مشکوک فردی، داده‌های استاندارد حاضر می‌تواند روشی مکمل برای برآورد محتمل‌ترین علت‌ها در تشخیص اودیولوژیک باشد. بااین‌حال، در جمعیت‌های بزرگ قرار گرفته در معرض نوع خاصی از نوفه، تغییرات توزیع‌های آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی را می‌توان تعیین کرد. پارامترهایی مانند NIPTS میانگین و NIPTS میانه را می‌توان برای توضیح تفاوت بین تراز آستانهٔ شنوایی بین دو جمعیت که در تمام جنبه‌ها به‌جز قرار گرفتن یکی در معرض نوفه (عموماً از نوع شغلی آن)، با هم یکسان‌اند به کار برد. در کل این استاندارد، اصطلاح NIPTS بر تغییرات جابه‌جایی آستانهٔ دائمی ناشی از نوفه توزیع‌های آماری گروه‌هایی از مردم اطلاق می‌شود؛ این اصطلاح نباید برای فرد به کار رود. این استاندارد را می‌توان برای محاسبهٔ ریسک کم‌شنوایی پایدار ناشی از مواجههٔ مستمر با نوفهٔ شغلی یا ناشی از هرگونه مواجههٔ مکرر روزمره با نوفه به کار برد.

در برخی از کشورها، کم‌شنوایی ناشی از مواجهه با نوفهٔ شغلی می‌تواند تبعاتی مانند مسؤولیت حقوقی و جبران خسارت در پی داشته باشد. تراز آستانه بسامدهای مختلف که انتظار می‌رود اختلال شنوایی در آن روی‌دهد (مرز[3])، نه‌تنها به کم‌شنوایی، بلکه به تعاریف حقوقی و تفسیرهای مبتنی بر ملاحظات اجتماعی و اقتصادی نیز بستگی دارد. به‌علاوه، تعریف اختلال شنوایی به کیفیت تشخیص گفتار مطلوب، میانگین تراز

1-Noise-induced permanent threshold shift
2-Temporary threshold shift
3- Fence

نوفهٔ زمینه، و اهمیت نسبی بسامدهای مختلف، و چه‌بسا حتی به زبان نیز بستگی دارد. درنتیجه، این استاندارد فرمول مشخصی را برای ارزیابی ریسک اختلال ارائه نمی‌کند بلکه روش‌های همسانی را برای پیش‌بینی کم‌شنوایی که می‌تواند برای ارزیابی افت مطابق با فرمول مورد نظر یا ارائه شده در هر کشور خاص به کار رو مشخص می‌کند. نتایج به دست آمده از این استاندارد می‌تواند برای برآورد اثرات دایمی نوفه بر روی ادراک سیگنال‌های روزمرهٔ آکوستیکی، بهره‌مندی از موسیقی، یا اثراتی که هر بسامد مشخص که الزاماً در فرمول افت شنوایی معینی نیز ارائه نشده است به کار رود. چون افت شنوایی ناشی از نوفه نتیجهٔ نه‌تنها مواجهه با نوفهٔ شغلی بلکه کل نوفهٔ مواجهه یافتهٔ جمعیت است، می‌تواند برای در نظر گرفتن مواجههٔ افراد با نوفهٔ غیرشغلی (طی ارتباط با) شغل‌شان، درخانه، و حین فعالیت‌های تفریحی) مهم باشد. تنها اگر این مواجهه‌های غیرشغلی در مقایسه با مواجهه‌های شغلی قابل چشم‌پوشی باشد، این استاندارد امکان پیش‌بینی وقوع افت شنوایی ناشی از مواجهه با نوفهٔ شغلی را فراهم می‌کند. درغیراین‌صورت، از این استاندارد باید برای محاسبهٔ افت شنوایی قابل انتظار از مواجههٔ با نویز روزمرهٔ کل (شغلی به‌علاوهٔ غیرشغلی) استفاده شود. سهم مواجههٔ شغلی به افت شنوایی کل را می‌تواند در صورت لزوم محاسبه کرد. انتخاب بیشینهٔ قابل تحمل یا بیشینهٔ مجاز مواجهه با نوفه و الزامات حفاظتی و نیز انتخاب فرمول مشخص برای ارزیابی ریسک افت شنوایی یا مقاصد جبرانی، مستلزم در نظر گرفتن عوامل اخلاقی، اجتماعی، اقتصادی، و سیاسی است که الزاماً قابل ردیابی تا استاندارد بین‌المللی نیست. تفسیر این عوامل، از کشوری به کشور دیگر متفاوت است و ازاین‌رو این عوامل خارج از دامنهٔ کاربرد این استاندارد است. به دلایلی که در بالا گفته شد، این استاندارد حاوی راهنمای کاملی برای الزامات حفاظتی و مدیریت ریسک نیست و ازاین‌رو لازم است برای کاربرد عملی، با استانداردها و ضوابط ملی که موضوعات مطرح نشده در این استاندارد را کامل می‌کند، تلفیق شود.

آکوستیک – برآورد افت شنوایی ناشی از نوفه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای محاسبهٔ تغییر آستانهٔ دایمی شنوایی جمعیت‌های بالغ ناشی از ترکیب‌های مختلفی از سطوح نوفه و مدت‌های مواجهه با آن می‌باشد. هرگاه آستانه‌های شنوایی در بسامدهای شنوایی‌سنجی رایج اندازه‌گیری شده، یا آمیزه‌هایی از این بسامدها، از مقدار معینی بیشتر شود، این روش مبنایی برای محاسبهٔ معلولیت شنوایی مطابق فرمول‌های مختلف فراهم می‌کند.

یادآوری ۱- در این استاندارد بسامدها، آمیزهٔ بسامدها، یا آمیزه‌های وزن‌دهی شده‌ای که قرار است در ارزیابی معلولیت شنوایی به کار گرفته شود مشخص نمی‌شود. هم‌چنین استاندارد حاضر، میزان افزایش تراز آستانهٔ شنوایی (یا مرزی) را که برای بروز معلولیت شنوایی لازم است مشخص نمی‌کند. گزینش کمّی این پارامترها به عهدهٔ کاربر گذاشته می‌شود. در هیچ‌یک از مقادیر فشار صوتی قید شده در این استاندارد اثر حفاظ‌های شنوایی که می‌تواند اثر مواجههٔ کامل را کاهش داده و طیف بسامدها را در گوش تغییر دهد، منظور نشده است.

میزان مواجهه با نوفه برای جمعیتِ در معرض ریسک برابر سطح مواجهه با نوفهٔ نرمالیزه شده نسبت به ۸ ساعت کار اسمی روزانه، $L_{EX,8h}$ به ازای تعداد معینی از سال‌های مواجهه است. این استاندارد در مورد نوفه تحت بسامدهایی کمتر از تقریباً ۱۰kHz که پایدار، منقطع، نوسان‌دار، یا نامنظم‌اند کاربرد دارد. به استفاده از این استاندارد در مورد فشارهای صوتی بیش از ۲۰۰Pa (۱۴۰dB متناسب با ۲۰mPa) برون‌یابی اطلاق می‌شود.

فرمول‌های ارائه شده برای محاسبهٔ کاهش شنوایی ناشی از مواجهه با نوفه به عنوان تابعی از میزان مواجهه با نوفه و مدت مواجهه (بر حسب سال) شامل توزیع آماری، در گستره‌ی بسامدهای شنوایی‌سنجی است.

یادآوری۲- گرچه فرض بر این است که الگوهای افت شنوایی مبتنی بر داده در درجهٔ اول از جمعیت‌های در معرض نوفهٔ محیط کار به دست می‌آید، با اندکی احتیاط می‌توان این الگوها را برای محاسبهٔ اثرات نوفه‌های غیر محیط کار و ترکیبی نیز به کار گرفت.

یادآوری۳- روش پیش‌بینی ارائه شده، در درجهٔ اول بر مبنای داده‌های گردآوری شده ذاتاً بر مبنای نوفهٔ غیرتونال[1]، پایدار و باند عریض قرار دارد.

برای محاسبهٔ ترازهای آستانهٔ شنوایی و ریسک افت شنوایی اکتسابی ناشی از قرار گرفتن در معرض نوفه، لازم است از جمعیت‌های قابل مقایسه استفاده شود. در این استاندارد، تعریف «جمعیت به‌شدت غربال‌شدهٔ به‌هنجار از نظر گوشی» (مطابق استاندارد ISO 7029 ا) و سه مثال از جمعیت‌های غربال‌نشدهٔ سه جامعهٔ صنعتی نوعی[2] داده شده است. کاربران این استاندارد می‌توانند جمعیت قابل مقایسه با الزامات جمعیت خود را انتخاب کنند.

1- Non-tonal noise
2 -Typical

یادآوری ۴- تمام داده‌ها و روش‌های ارائه شده در این استاندارد بر مبنای ساده‌سازی هوشمندانهٔ داده‌های آزمایشگاهی که در آنها مدت مواجهه با صدای روزانه بیش از ۱۲ ساعت نبوده است قرار دارد. این استاندارد بر مبنای داده‌های آماری تدوین شده و ازاین‌رو نمی‌توان آن را در مورد پیش‌بینی یا ارزیابی افت شنوایی افراد جز بر حسب احتمالات آماری به کار برد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این 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 کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 7029, Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age

2-2 ISO 9612, Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۱۳: سال ۱۳۸۸، آکوستیک - تعیین مواجهه با نوفه شغلی ـ روش مهندسی با استفاده از استاندارد ISO 9612:2009 تدوین شده است.

2-3 ISO/TR 25417, Acoustics — Definitions of basic quantities and terms

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استانداردهای ISO/TR 25417، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳

تراز مواجهه با نوفه از شبکه A[1] که به ۸ ساعت کار اسمی روزانه نرمالیزه شده است.

$L_{EX,8h}$
A-weighted noise exposure level normalized to a nominal 8 h working day

ترازی بر حسب دسی‌بل است که طبق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$L_{EX,8h} = L_{PAeq,Te} + 10\lg(T_e / T_0)\,dB$$

که در آن:

$L_{pAeq,Te}$ تراز فشار صوتی ممتد معادل در شبکه A به ازای T_e

1 -A-weighted

Te مدت مؤثر روز کاری بر حسب ساعت،

T_0 مدت مرجع ($T_0 = 8h$)

یادآوری ۱- کمیت «تراز مواجهه با نوفه نرمالیزه شده نسبت به ۸ ساعت روز کاری اسمی» را «تراز مواجهه روزانه با نوفه» نیز می‌توان نامید.

یادآوری۲- اگر تراز میانگین مواجههٔ n روز لازم است، مثلاً اگر مقادیر مواجهه با نوفهٔ نرمالیزه شده نسبت به روز کاری اسمی ۸ ساعتی خواسته شده است، تراز میانگین $L_{EX,8h}$ بر حسب دسی‌بل در مدت زمان کل مورد نظر را می‌توان با استفاده از مقادیر $(L_{EX,8h})_i$ به ازای هر روز با استفاده از فرمول زیر به دست آورد:

$$\overline{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{c} \sum_{i=1}^{n} 10^{0.1(L_{EX,8h})_i} \right] dB$$

مقدار c مطابق هدف فرآیند میانگین‌گیری انتخاب می‌شود: اگر تراز میانگین مورد نیاز باشد برابر n گرفته می‌شود؛ اگر قرار است تراز مواجهه به تعداد روزهای اسمی نرمالیزه شود (مثلاً وقتی $n = 7$ باشد، به ازای $c = 5$ تراز مواجهه با نوفهٔ روزانه که به تعداد روزهای کاری هفته یعنی ۵ روز به ۸ ساعت کاری نرمالیزه شده است). برای وارد کردن شرایط مواجههٔ نامنظم در مدت زمان طولانی به استاندارد ISO 9612 مراجعه کنید.

۲-۳

افت شنوایی، کم‌شنوایی

hearing loss

انحراف یا تغییر از حالت عادی است منجر به بدترین آستانهٔ شنوایی می‌شود.

یادآوری: به افت شنوایی صرفاً «تغییر» نیز اطلاق می‌شود.

۳-۳

معلولیت شنوایی، کم‌توانی شنوایی

hearing disability

اثر افت شنوایی بر روی فعالیت‌های روزانه می‌باشد.

یادآوری- معلولیت شنوایی «محدودیت فعالیتی» هم نامیده می‌شود (سازمان بهداشت جهانی)

۴-۳

مرز

fence

تراز آستانهٔ شنوایی که بالاتر از آن، گفته می‌شود درجاتی از معلولیت شنوایی وجود دارد.

۵-۳

ریسک معلولیت شنوایی

risk of hearing disability

درصد جمعیتی که دارای معلولیت شنوایی ماندگار است.

۶-۳

ریسک معلولیت شنوایی ناشی از نوفه

risk of hearing disability due to noise

ریسک معلولیت شنوایی در جمعیت مواجه با نوفه منهای ریسک معلولیت شنوایی در جمعیت نامواجه با نوفه که اگر در معرض نوفه بودند ریسک معلولیت‌شان با ریسک معلولیت جمعیت مواجه با نوفه برابر بود.

۷-۳

تراز آستانهٔ شنوایی وابسته به سن

hearing threshold level associated with age
HTLA
H

برای درصد معینی از جمعیت، تراز آستانهٔ شنوایی مشاهده شده به عنوان تابعی از سن بدون هرگونه مواجهه با نوفهٔ شغلی است.

یادآوری- HTLA می‌تواند صرفاً به طور مستقیم در غیاب سایر علت‌های کاهش شنوایی، مثلاً، شرایط بیماری‌زایی یا مواجهه با نوفه مشاهده شود.

۸-۳

تغییر آستانهٔ دایمی ناشی از نوفه

noise-induced permanent threshold shift

NIPTS
N

برای درصد معینی از جمعیت، تغییر دایمی، بالفعل یا بالقوه، بر حسب دسی‌بلِ، تراز آستانهٔشنوایی که بر اساس برآورد، تنها بر اثر مواجهه با نوفه، در غیاب سایر علت‌ها به وجود آمده است.

۹-۳

تراز آستانهٔ شنوایی وابسته به سن و نوفه

hearing threshold level associated with age and noise
HTLAN
H′

تراز آستانهٔ شنوایی دایمی برای درصد مشخصی از جمعیت است.

یادآوری ۱- ترازهای آستانهٔ شنوایی (HTL)، به صورتی که در ISO 389 تعریف شده است، بر حسب دسی‌بل می‌باشد.

یادآوری ۲- تراز HTLAN ترکیبی از مؤلفه‌های وابسته به نوفه (NIPTS، به بند ۳-۸ مراجعه شود) و سن (HTLA، به بند ۳- ۷مراجعه شود) به صورتی است که در بند ۶-۱ تعریف شده است.

۴ اصول

در پیوست الف، روش محاسبهٔ توزیع آماریِ ترازهای آستانهٔ شنوایی نسبت به ترازهای آستانهٔ شنوایی در ۱۸ سالگی به عنوان تابعی از سن برای جمعیتی با دستگاه شنوایی عادی (به‌شدت غربال‌شده) مطابق با ISO 7029 ارائه شده است.

در پیوست ب، سه مثال از دومین پایگاه داده‌ای معرف توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی به عنوان تابعی از سن برای جمعیت‌های غربال نشدهٔ سه جامعهٔ صنعتی نوعی ارائه شده است. این پایگاه‌های داده‌ای از سه مطالعهٔ جدید در سه کشور مختلف استخراج شده و داده‌ها به طور معنی‌داری با داده‌های پایگاه داده‌ای ب در ویراست پیشین این استاندارد متفاوت است. در دو تا از مثال‌ها، سوژه‌های آزمون در معرض نوفهٔ مخاطره‌آمیز شغلی قرار نگرفته بودند اما به نحوی دیگر، تمام عواملی مانند سن، اختلالات ژنتیکی، نوفهٔ غیرشغلی، و بیماری‌های گوش را که می‌تواند به شنوایی لطمه بزند در نظر گرفته شده بود. مطابق توضیحات ارائه شده در بند ب-۳ پایگاه داده‌ای سوم حاوی جمعیت کاملاً غربال‌نشده است.

در پیوست پ مثالی در مورد ارزیابی ریسک شنوایی با استفاده از این استاندارد ارائه شده است.

در پیوست ت جدول‌هایی حاوی مثال‌های NIPTS به عنوان تابعی از مدت زمان مواجهه (۱۰ سال، ۲۰ سال، ۳۰ سال، و۴۰سال) و مواجههٔ روزانه با صدا از شبکهٔ وزنی A ($۳٫۶۴ \times ۱۰^{۳}$ Pa^2s، $۱٫۱۵ \times ۱۰^{۴}$ Pa^2s، $۳٫۶۴ \times ۱۰^{۴}$ Pa^2s، و $۱٫۱۵ \times ۱۰^{۵}$ Pa^2s یا تراز فشار صوتی ممتد معادل از شبکهٔ وزنی A برای ۸ ساعت اسمی روز کاری به تراز ۸۵ dB، ۹۰ dB، و ۱۰۰dB) برای شش بسامد (۰٫۵ kHz، ۱ kHz، ۲ kHz، ۳ kHz، ۴ kHz، و ۶ kHz) و سه درصد (۱۰٪، ۵۰٪، و ۹۰٪) ارائه شده است.

۵ تشریح و اندازه‌گیری مواجهه با نوفه

روش‌های تعیین مواجهه با نوفهٔ شغلی در ISO 9612 شرح داده شده است.

۶ پیش‌بینی اثرات نوفه بر آستانهٔ شنوایی

۶-۱ توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی جمعیت مواجه با نوفه

تراز آستانهٔ شنوایی، بر حسب دسی‌بل، وابسته به سن و نوفه (HTLAN)، H'، جمعیت مواجه با نوفه منطبق با اهداف این استاندارد، با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شده است:

$$H' = H + N - \frac{H \times N}{120} \qquad (۱)$$

که در آن:

H تراز آستانهٔ شنوایی، بر حسب دسی‌بل، وابسته به سن (HTLA)؛

N تغییر آستانهٔ دایمی ناشی از نوفهٔ بالفعل یا بالقوه

این فرمول تنها برای مقادیر متناظر ′H، H، و N قابل اعمال است.

یادآوری- رابطهٔ بیان شده در فرمول (۱) تقریبی از رویدادهای زیست‌شناختی است و صرفاً برای اهداف در نظر گرفته شده برای این استاندارد کفایت دارد. عبارت $(H \times N)/120$ در شرایطی که $H + N$ تقریباً از dB ۴۰ بیشتر باشد شروع به تغییر نتیجه به طور معنی‌دار می‌کند.

۶-۲ پایگاه داده‌ای برای ترازهای آستانهٔ شنوایی وابسته به سن (HTLA)

۶-۲-۱ کلیات

شنوایی جمعیت نامواجه با نوفه به عنوان تابعی از سن به درجهٔ تأثیر سایر عوامل ناخواسته در کنار سن مانند بیماری‌ها، سابقهٔ مصرف داروهای دارای سمیت برای دستگاه شنوایی و نوفهٔ ناشناخته با منشأ شغلی یا غیرشغلی بستگی دارد و می‌تواند بر HTLA تأثیر بگذارد. رویکردهای متفاوتی به غربال‌گری چنین داده‌هایی به کار گرفته شده است و گزینش مناسب‌ترین پایگاه داده‌ای به مقصود مورد نظر از کاربرد بستگی دارد (به بند۶-۲-۴ مراجعه شود). در این استاندارد به‌کارگیری دو پایگاه داده‌ای (پایگاه‌های داده‌ای الف و ب) در زیربند ۶-۱ برای HTLA مجاز است. پایگاه داده‌ای الف به طور کامل و از قبل مشخص است در حالی که تکمیل پایگاه داده‌ای به عهدهٔ کاربر می‌باشد. سه مثال از پایگاه داده‌ای ب ارائه شده است[۱].

۶-۲-۲ پایگاه داده‌ای الف

پایگاه داده‌ای الف از افراد سالم از نظر گوشی مانند افرادی که وضعیت سلامتی‌شان عادی است و هیچ‌گونه نشانه یا عوارض بیماری‌های گوشی و موم مسدود کنندهٔ داخل مجراهای گوش ندارند و نیز هیچ‌گونه سابقه‌ای از مواجههٔ نامطلوب با نوفه ندارند، جمع‌آوری شده است. توزیع‌های آماری آستانهٔ شنوایی چنین جمعیت‌های به‌شدت غربال شده‌ای در ISO 7029 برای جمعیت‌های مرد و زن به طور جداگانه استاندارد شده است. فرمول‌های محاسبهٔ پایگاه داده‌ای الف در پیوست الف-۱ قید شده است. مقادیر منتخب توزیع آماری آستانهٔ شنوایی (بر حسب دسی‌بل) از پایگاه داده‌ای الف در جدول الف ۳ ارائه شده است.

[۱] - پایگاه‌های داده‌ای ارائه شده در پیوست‌های الف و ب از جمعیت کشورهای اروپایی و امریکای شمالی جمع‌آوری شده‌اند. این جمعیت‌ها می‌توانند معرف جمعیت‌های سایر نواحی جغرافیایی باشند یا نباشند. حتی اگر تفاوت‌هایی در گذران عمر طبیعی میان جمعیت‌های اقوام مختلف وجود نداشته باشد، تفاوت‌های سبک زندگی، مواجهه با نوفهٔ غیرشغلی، بروز بیماری، و داروهای سمی برای گوش، هنوز محتمل است.

۶-۲-۳ پایگاه داده‌ای ب

برای پایگاه داده‌ای ب، مجموعه‌ی داده‌هایی از جمعیت شاهدی که به لحاظ شغلی در کشور مورد نظر در معرض نوفه قرار نداشته ولی در معرض سایر عوامل ریسک به درجه‌ای مشابه با جمعیت‌های در معرض نوفهٔ شغلی قرار داشته‌اند، توصیه شده است. هرگاه چنین جمعیت شاهد ایده‌آلی موجود نباشد و در کشورهایی که عوامل ریسکی نظیر نوفهٔ غیرشغلی در جمعیت‌های مواجه با نوفهٔ شغلی شایع‌تر از جمعیت عادی باشد، جمعیت شاهد کاملاً غربال نشده‌ای می‌تواند ترجیح داده شود.

برای مردان و زنان، پایگاه‌های داده‌ای HTLA جداگانه الزامی است مگر آن که بتوان ثابت کرد هیچ تفاوت جنسیتی اساسی وجود ندارد. مهم این است که اندازهٔ نمونه به اندازهٔ کافی بزرگ باشد تا بتوان محاسبات برای توزیع آماری معتبری را انجام داد. بنابراین، کاربر باید معیارهای انتخاب مناسبی را برای تدوین یک پایگاه داده‌ای برای ترازهای آستانهٔ شنوایی به منظور مقایسه با مقادیر تعیین شده در پیوست ب این استاندارد اِعمال کند. برای مثال، می‌توان میانگین HTLA هر دو گوش یا گوشی را که بیشترین افت شنوایی را نشان می‌دهد، به عنوان مبنا برای پایگاه داده‌ای ب انتخاب کرد. سه مثال از پایگاه داده‌ای ب در پیوست ب برای جمعیتی غربال نشده (مرد و زن) داده شده است. تأکید می‌شود که در وضعیت‌هایی که عملی باشد، درستی پیش‌بینی ترازهای آستانهٔ شنوایی جمعیت قرار گرفته در معرض نوفه به میزان زیادی تابع درستی پایگاه داده‌ای انتخاب شده برای HTLA خواهد بود. چون روش اندازه‌گیری شنوایی بر اندازه‌گیری آستانهٔ شنوایی تأثیر می‌گذارد، در برای تدوین هر پایگاه داده‌ای مشخصی از HTLA باید از روش یکسانی برای به دست آوردن یا تصدیق آستانهٔ شنوایی جمعیتِ در معرض نوفه استفاده شود.

۶-۲-۴ انتخاب پایگاه داده

مناسب‌تر بودن پایگاه داده‌ای الف یا ب (یا این که آیا مثال‌های عددی برای پایگاه داده‌ای پیوست ب مناسب‌تر است) بستگی به سؤالی دارد که قرارا است پاسخ داده می‌شود. مثلاً، اگر قرار است مقدار جبرانی که می‌تواند ناشی از جمعیت کارگران قرار گرفته در معرض نوفه باشد محاسبه شود، و ناهنجاری‌های دستگاه شنوایی و قرار داشتن در معرض نوفهٔ غیرشغلی در محاسبهٔ مقدار جبرانی نظر گرفته نشود، و در اغلب موارد وقتی جمعیت قرار گرفته در معرض نوفهٔ شغلی به‌شدت غربال نشده باشند، جمعیت‌های غربال نشده مناسب‌ترین پایگاه داده‌ای را تشکیل خواهند داد.

۶-۳ محاسبهٔ جابه‌جایی آستانهٔ دائمی ناشی از نوفه، N

۶-۳-۱ محاسبه‌ی N_{50}

مقادیر میانهٔ[1] جابه‌جایی بالقوهٔ آستانهٔ شنوایی دایمی ناشی از نوفه که قرار است در بند ۶-۱ به کار گرفته شود تابعی از بسامد شنوایی‌سنجی است، مدت مواجهه، نسبت t/t_0، و سطح مواجهه با نوفه به روز کاری

1- Median

اسمی ۸ ساعتی $L_{EX,8h}$ (به بند۳-۱ مراجعه شود) نرمالیزه شده است، و ۵ روز در هفته، در طول مدت مواجههٔ t میانگین‌گیری شده است.

به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ بین ۱۰ سال و ۴۰ سال، مقادیر بالقوهٔ میانهٔ مقادیر NIPTS، N_{50}، بر حسب دسی‌بل، برای هر دو جنس با فرمول (۲) تعیین می‌شود

$$N_{50} = [u + v \lg(t / t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2 \qquad (۲)$$

که در آن:

$L_{EX, 8h}$ تراز مواجهه با نوفه است که به روز کاری اسمی ۸ ساعتی (به بند ۳-۱ مراجعه شود) نرمالیزه شده و بر حسب دسی‌بل بیان می‌شود

L_0 تراز فشار صوتی است که به صورت تابعی از بسامد در جدول ۱ بر حسب دسی‌بل تعیین می‌شود، که پایین‌تر از آن، اثر آن بر شنوایی ناچیز است؛

t مدت زمان مواجهه، بر حسب سال؛

t_0 برابر ۱ سال است؛

u و v به صورت تابعی از بسامد در جدول ۱ تعیین می‌شود.

این فرمول در شرایطی که $L_{EX,8h}$ بزرگتر از L_0 باشد به کار می‌رود. در مواردی که $L_{EX,8h}$ کوچکتر از L_0 باشد باید برابر L_0 تلقی شود به طوری که N_{50} برابر صفر شود.

به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ کمتر از ۱۰ سال، N باید از مقادیر N_{50} برای ۱۰ سال با استفاده از فرمول (۳) برون‌یابی شود:

$$N_{50,t<10} = \frac{\lg(t+1)}{\lg(11)} N_{50,t=10} \qquad (۳)$$

فرمول (۳) به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ بین ۱ سال و ۱۰ سال معتبر است. به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ کمتر از ۱ سال، از فرمول (۳) یک برون‌یابی به دست می‌آید.

جدول ۱ – مقادیر u، v، و L_0 به کار برده شده برای تعیین NIPTS برای مقادیر میانهٔ جمعیت، N_{50}

بسامد Hz	u	v	L_0 dB
500	−0,033	0,110	93
1 000	−0,020	0,070	89
2 000	−0,045	0,066	80
3 000	0,012	0,037	77
4 000	0,025	0,025	75
6 000	0,019	0,024	77

۶-۳-۲ توزیع آماری تغییر دایمی آستانهٔ شنوایی ناشی از نوفه، N

در این استاندارد، توزیع آماری N تقریباً با دو نیمهٔ دو توزیع نرمال (گوسی) متفاوت تقریب می‌شود. نیمهٔ بالایی، برای درصدی با شنوایی بدتر از میانه، با پارامتر d_u مشخص می‌شود؛ نیمهٔ پایینی که پراکندگی کمتری دارد با درصد پارامتر d_1 مشخص می‌شود. به ازای درصد جمعیت (Q) که در آن $5\% \leq Q \leq 50\%$ است، NIPTS طبق فرمول (۴) تعیین می‌شود:

$$N_Q = N_{50} + kd_u \quad (۴)$$

به ازای درصد جمعیت (Q) که در آن $50\% < Q \leq 95\%$ است، NIPTS طبق فرمول (۵) تعیین می‌شود:

$$N_Q = N_{50} - kd_l \quad (۵)$$

مقادیر ضریب k متناظر با توزیع نرمال (گوسی) در جدول ۲ بند ۶-۳-۲-۱ داده شده است؛ d_u و و d_l باید مطابق بند ۶-۳-۲-۲ محاسبه شود.

دنباله‌های توزیع آماری به ازای $0\% < Q < 5\%$ و $95\% < Q < 100\%$ قابل اعتماد نیستند و نباید تا زمانی که چند داده‌ی تجربی برای صحه‌گذاری این گستره وجود ندارد محاسبه شوند.

N_Q گستره‌ای از مقادیر مثبت معرف تغییرپذیری آسیب‌پذیری صدمهٔ ناشی از نوفه در میان افراد یک جمعیت دارد. با توجه به محاسبات، معمولاً در گسترهٔ درصدهای ٪۵۵ تا ٪۹۵ به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ کمتر از ۱۲ سال و در گسترهٔ ٪۵ تا ٪۴۵ به ازای مدت زمان‌های مواجههٔ کمتر از ۱ سال N_Q منفی می‌تواند وجود داشته باشد. در چنین مواردی، N_Q باید برابر صفر قرار داده شود.

۶-۳-۲-۱ مقادیر k

مقادیر ضریب k در جدول ۲ در بازه‌های ۵ درصدی برای Q داده شده است.

جدول ۲ – مقادیر ضریب k

Q %		k
5	95	1,645
10	90	1,282
15	85	1,036
20	80	0,842
25	75	0,675
30	70	0,524
35	65	0,385
40	60	0,253
45	55	0,126
50		0
یادآوری–درون‌یابی میان مقادیر ارائه شده را می‌توان از ISO 7029 به دست آورد.		

۶-۳-۲-۲ پارامترهای d_u و d_l

پارامترهای d_u و d_l بر حسب دسی‌بل که به‌ترتیب در فرمول‌های (۴) و (۵) به کار رفته‌اند، به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$d_u = [X_u + Y_u \lg(t/t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2 \quad (۶)$$

$$d_l = [X_l + Y_l \lg(t/t_0)](L_{EX,8h} - L_0)^2 \quad (۷)$$

که در آن:

X_u، Y_u، و X_l، Y_l به عنوان تابعی از بسامد شنوایی در جدول ۳ تعیین شده است

$L_{EX,8h}$ تراز مواجهه با نوفه است که به روزِ کاری ۸ ساعتی (به بند ۳-۱مراجعه شود) نرمالیزه شده است، و بر حسب دسی‌بل بیان می‌شود؛

t برابر است با مدت مواجهه، بر حسب سال، بزرگتر یا مساوی ۱ سال؛

t_0 برابر ۱ سال است؛

$L0$ مقدار بُره (به بند ۶-۳-۱مراجعه شود) جدول ۱ به ازای $L_{EX,8h}$ بزرگتر از L_0 است که بر حسب دسی‌بل بیان می‌شود. اگر $L_{EX,8h}$ کوچکتر از L_0 باشد باید برابر L_0 در نظر گرفته شود.

جدول ۳ – مقادیر Xu، Yu و Xl، Yl که به‌ترتیب برای تعیین پارامترهای du و dl به کار برده می‌شوند، بخش‌های پایین و بالای توزیع آماری NIPTS را مشخص می‌کنند ($N_{50} < Q < N_{95}$)

بسامد Hz	X_u	Y_u	X_l	Y_l
500	0,044	0,016	0,033	0,002
1 000	0,022	0,016	0,020	0,000
2 000	0,031	−0,002	0,016	0,000
3 000	0,007	0,016	0,029	−0,010
4 000	0,005	0,009	0,016	−0,002
6 000	0,013	0,008	0,028	−0,007

۷ ارزیابی افت شنوایی و معلولیت ناشی از نوفه

۷-۱ افت شنوایی

افت شنوایی بالقوهٔ ناشی از قرار گرفتن در معرض نوفهٔ شغلی، به طور مستقیم با تغییر دایمی آستانهٔ شنوایی بر اساس محاسبه مطابق بند ۶-۳ برای شرایط مواجهه و جمعیت‌های مورد بررسی ارزیابی می‌شود. NIPTS می‌تواند:

الف- به طور جداگانه برای هر فرکانس مد نظر در نظر گرفته شود،

ب- به تعداد معینی از بسامدها برای به دست آوردن تغییر آستانهٔ «کل»، افزوده شود، و میانگین بسامدهای انتخاب شده که معمولاً معرف گسترهٔ بسامد گفتار قابل ادراک است (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود)

۷-۲ معلولیت شنوایی

برای محاسبهٔ معلولیت شنوایی، باید تلفیقی از ترازهای آستانهٔ شنوایی در بسامدهای مشخص به کار گرفته شود. ترازهای آستانهٔ شنوایی برای جمعیت‌های مورد نظر، درصدهای آنها، و شرایط مواجههٔ مورد نظر باید مطابق بند ۶ محاسبه شود.

کاربران بهتر است به «راهنماهای اجرایی تعیین معلولیت» سازمان ذیصلاح یا هرگونه معیارهای رسمی تعیین نحوهٔ ارزیابی معلولیت شنوایی مراجعه کنند.

۷-۳ ریسک معلولیت شنوایی

ریسک معلولیت شنوایی ناشی از قرار گرفتن در معرض نوفه و افزایش سن، یا تنها ناشی از مواجهه با نوفه، معیاری است که معمولاً برای اثرات خطرآفرین قرار گرفتن در معرض نوفه برای جمعیت معینی به کار می‌رود. می‌توان مرزی برای تراز آستانهٔ شنوایی انتخاب کرد که گفته می‌شود بالاتر از آن معلولیت شنوایی وجود دارد. به این ترتیب، می‌توان درصد جمعیتی را که دارای تراز آستانهٔ شنوایی برابر یا بیش از تراز انتخاب شده برای مقدار مرزی هستند، محاسبه کرد. از اینجا، ریسک‌های معلولیت شنوایی ناشی از اثرات

تلفیقی قرار گرفتن در معرض نوفه و افزایش سن و ریسک معلولیت شنوایی صرفاً ناشی از نوفه مطابق تعریف‌های آنها به دست می‌آید.

یادآوری۱- انتخاب فرمول و حدود مرز که در گام نخست بر حسب ملاحظات پزشکی-قانونی تعیین شده است، می‌تواند تحت تأثیر ملاحظات اقتصادی و اخلاقی قرار گیرد.

یادآوری۲- مثالی از ارزیابی ریسک معلولیت شنوایی ناشی از قرار گرفتن در معرض نوفه در پیوست پ نشان ارائه شده است.

ریسک معلولیت شنوایی ناشی از نوفه نباید به عنوان توصیف‌گری تک‌عددی تلقی شود. این ریسک با انتخاب ترکیب بسامد، انتخاب حد مرز، و انتخاب HTLA تغییر می‌کند. هنگام اشاره به ریسک معلولیت ناشی از نوفه، جزئیات این پارامترها نیز باید ارائه شود.

یادآوری۳- از ریسک معلولیت شنوایی ناشی از نوفه، درصد جمعیتی که HTLAN آنها از حد مرز بیشتر است به دست می‌آید. مقدار این ریسک، شدت معلولیت شنوایی را نشان نمی‌دهد.

یادآوری۴- در درصد جمعیت مبتلا به معلولیت ناشی از نوفه، HTLAN تلفیقی از مؤلفه‌های وابسته به سن و نوفه است، که اهمیت نسبی بر اساس آن تغییر می‌کند.

ریسک معلولیت شنوایی ناشی از سر و صدا ممکن است پس از سال ها مواجهه با آن کاهش یابد. این حقیقت از روی برخی پایگاه‌های داده‌ای دربارهٔ HTLA و هم چنین براساس گزینه‌هایی از ترکیب فرکانس‌ها و مرز به دست آمده است. از لحاظ دیدگاه مفهومی"ریسک معلولیت شنوایی" نقطهٔ ضعفی ذاتی تلقی می-شود. این گونه نباید تصور شود که توقفی در اثرات زیان بار سر و صدا حاصل شده است. بلکه افرادی که از مرز گذشته‌اند، به این تغییرات آستانه‌ای مرتبط، دیگر مستعد ریسک معلولیت شنوایی ناشی از سر و صدا نیستند. برای آگاهی‌های بیشتر به یادآوری‌های ۳ و ۴ مراجعه شود.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

محاسبهٔ پایگاه داده‌ای الف، توزیع آماری آستانه‌های شنوایی به عنوان تابعی از سن (HTLA) برای جمعیت سالم از نظر دستگاه شنوایی (به‌شدت غربال شده)

الف-۱ مشخصهٔ پایگاه داده‌ای الف

مقادیر پایگاه داده‌ای الف با توزیع آماری آستانهٔ عادی شنوایی از طریق هدایت هوایی به عنوان تابعی از سن و جنس در استاندارد ISO 7029 مشخص شده است. فرمول‌های قابل اعمال بر تراز آستانهٔ شنوایی H به عنوان تابعی از سن، Y (سال)، برای گستره‌های متفاوتی از درصد، Q، با ترازهای آستانهٔ شنوایی بیش از مقدار H_Q عبارت‌اند از:

به ازای $Q = 50\%$

$$for\ Q = 50\ \%: \qquad H_{md,Y} = a(Y - 18)^2 + H_{md;18} \qquad \text{(الف-۱)}$$

$$for\ 5\% \le Q < 50\ \%: \qquad H_Q = H_{md,Y} + ks_u \qquad \text{(الف-۲)}$$

$$for\ 50\ \% < Q \le 95\ \%: \qquad H_Q = H_{md,Y} - ks_l \qquad \text{(الف-۳)}$$

که در آن:

s_u انحراف از استاندارد نیمهٔ بالایی توزیع است؛

s_l انحراف از استاندارد نیمهٔ پایینی توزیع است؛

$H_{md,18}$ مقدار میانهٔ آستانهٔ شنوایی افراد سالم از نظر دستگاه شنوایی همگی ۱۸ ساله و از یک جنس که برای مقاصد عملی، به طوری که در سری استانداردهای ISO 389 مشخص شده است، برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. ازاین‌رو، در این استاندارد، H_Q به عنوان عبارت مربوط به تراز آستانهٔ شنوایی وابسته به سن در نظر گرفته شده است؛

مقادیر ضریب a در جدول الف-۱ نشان داده شده است. مقادیر ضریب k همان‌هایی هستند که در بند ۶-۳-۲-۱ و در جدول ۲ داده شده است. پارامترهای su و sl با فرمول‌های (A4) و (A5) تعیین می‌شود:

$$S_u = b_u + 0.445\ H_{md,Y} \qquad \text{(الف-۴)}$$

$$S_l = b_l + 0.356\ H_{md.Y} \qquad \text{(الف-۵)}$$

مقادیر bu و bl در جدول الف-۲ قید شده است.

جدول الف-۱- مقادیر ضریب a

بسامد Hz	a dB/year^2	
	مردان	زنان
125	0,003 0	0,003 0
250	0,003 0	0,003 0
500	0,003 5	0,003 5
1 000	0,004 0	0,004 0
1 500	0,005 5	0,005 0
2 000	0,007 0	0,006 0
3 000	0,011 5	0,007 5
4 000	0,016 0	0,009 0
6 000	0,018 0	0,012 0
8 000	0,022 0	0,015 0

جدول الف-۲- مقادیر b_u و b_l که به ترتیب برای تعیین بخش‌های بالایی و پایینی توزیع آماری H_Q به کار می‌رود

بسامد Hz	تراز آستانهٔ شنوایی (dB)														
	سن (سال)														
	30			40			50			60			70		
	درصد														
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
مردان															
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18	-1	9	23
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19	0	11	25
2 000	-7	1	11	-6	3	15	-3	7	21	-1	12	29	3	19	39
3 000	-7	2	13	-5	6	19	-2	12	29	3	20	42	9	31	59
4 000	-7	2	14	-4	8	23	0	16	36	7	28	55	15	43	79
6 000	-8	3	16	-5	9	26	0	18	41	8	32	62	17	49	>80
8 000	-9	3	19	-5	11	30	1	23	49	10	39	75	22	60	>80
زنان															
500	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-3	6	18	-1	9	23
1 000	-6	1	9	-5	2	11	-4	4	14	-2	7	19	0	11	25
2 000	-6	1	10	-5	3	13	-3	6	18	-1	11	25	2	16	34
3 000	-7	1	11	-5	4	15	-3	8	21	0	13	30	4	20	41
4 000	-7	1	12	-6	4	17	-3	9	24	1	16	35	5	24	48
6 000	-8	2	14	-6	6	21	-2	12	31	2	21	45	9	32	62
8 000	-10	2	17	-7	7	25	3	15	38	4	27	55	11	41	77

الف-۲ مقادیر برگزیدهٔ پایگاه داده‌ای الف

مقادیر انتخاب شده از جدول الف-۳

جدول الف-۳- مقادیر برگزیده از توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی بر حسب دسی‌بل از پایگاه داده‌ای الف

بسامد Hz	b_u dB		b_l dB	
	مردان	زنان	مردان	زنان
125	7,23	6,67	5,78	5,34
250	6,67	6,12	5,34	4,89
500	6,12	6,12	4,89	4,89
1 000	6,12	6,12	4,89	4,89
1 500	6,67	6,67	5,34	5,34
2 000	7,23	6,67	5,78	5,34
3 000	7,78	7,23	6,23	5,78
4 000	8,34	7,78	6,67	6,23
6 000	9,45	8,90	7,56	7,12
8 000	10,56	10,56	8,45	8,45

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

مثال‌هایی از پایگاه داده‌ای ب

ب-۱ کلیات

در این پیوست سه مثال از پایگاه داده‌ای ب برای جمعیت غربال نشده‌ای ارائه شده است. این مثال‌ها از داده‌های سه کشور صنعتی: سوئد (ب۲)، نروژ (ب۳)، و ایالات متحده (ب۴) گردآوری شده است. ب۲ و ب۳ معرف جمعیت‌هایی هستند که در معرض نوفهٔ شغلی قرار نگرفته‌اند، داده‌های مربوط به افرادی که در معرض نوفه قرار گرفته‌اند در ب-۴ داده شده است.

ب-۲ مقادیر برگزیده از پایگاه داده‌ای ب۲

این مثال برای پایگاه داده‌ای B شامل ترازهای آستانهٔ شنوایی وابسته، به عنوان تابعی از سنِ جمعیتی نوعی (مردان و زنان) از یک کشور صنعتی که افراد با مواجههٔ نوفهٔ شغلی کنار گذاشته شده‌اند. همهٔ داده‌ها برای گوش‌های افراد آزمون شده حین مطالعه است.

یادآوری- داده‌ها از نتایج حاصل از مطالعه‌ای معین (به بند [۱۷] کتاب‌نامه مراجعه شود) گردآوری شده‌اند. مقادیر آستانهٔ شنوایی با استفاده از گوشی‌های توگوشی مطابق استاندارد ISO 389-2 و اندازه‌گیری‌های مبتنی بر روش نزولی با پله‌های $5dB$ مطابق استاندارد ISO 8253-1 تعیین شده‌اند.

جدول ب-۱ - مقادیر برگزیده از توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی بر حسب دسی‌بل از جمعیت غربال نشدهٔ اهل سوئد [۱۷]

بسامد Hz	آستانهٔ شنوایی (dB)														
	سن (سال)														
	30			40			50			60			70		
	درصد														
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
مردان															
500	−1	5	12	0	7	15	2	9	20	5	13	27	8	17	37
1 000	0	5	14	1	7	18	3	11	24	5	15	33	8	20	43
2 000	0	5	16	1	8	24	4	13	35	7	20	49	11	30	63
3 000	−2	5	21	0	9	31	4	16	44	10	28	57	19	43	69
4 000	−2	5	23	1	11	34	5	21	48	13	36	62	25	51	73
6 000	−2	5	21	−1	9	33	2	19	48	10	36	64	22	53	76
8 000	−2	4	16	−1	9	31	4	23	55	16	46	76	35	65	87
زنان															
500	−1	5	13	0	6	15	1	8	21	4	13	30	8	20	42
1 000	−1	5	12	0	6	14	2	9	20	5	14	32	9	23	48
2 000	−1	5	13	0	7	17	3	10	26	6	18	39	11	30	53
3 000	−2	4	13	−1	6	18	1	11	27	6	19	41	12	32	55
4 000	−4	4	13	−3	5	17	0	9	27	5	20	43	14	36	59
6 000	−5	3	12	−4	5	17	1	10	28	5	22	48	14	41	66
8 000	−5	2	12	−3	5	19	1	13	37	9	31	61	21	55	77

ب-۳ مقادیر برگزیده از پایگاه داده‌ای ب۳

این مثال برای پایگاه داده‌ای ب، مقادیر آستانهٔ شنوایی را به عنوان تابعی از سن جمعیت نمایای غربال نشدهٔ (مردان و زنان) کشوری صنعتی که در آن افراد با مواجههٔ نوفهٔ شغلی کنار گذاشته شده‌اند (داده‌ها از گوش‌های حساس‌تری که برای هر بسامد آزمون و فرد مورد آزمون تعیین شده برداشته شده‌اند) در بر می‌گیرد.

یادآوری- داده‌ها از نتایج مطالعهٔ معینی (به بند [۱۸] کتاب‌نامه مراجعه شود) برداشته شده‌اند. مقادیر آستانهٔ شنوایی با استفاده از گوشی‌های روگوشی کالیبره شده مطابق ISO 389-1 و اندازه‌گیری‌های مبتنی بر روش نزولی با پله‌های $5dB$ مطابق استاندارد ISO 8253-1 تعیین شده است.

جدول ب -۲- مقادیر برگزیده از توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی بر حسب دسی‌بل از جمعیت غربال نشدهٔ اهل نروژ [۱۸]

بسامد Hz	آستانهٔ شنوایی (dB)														
	سن (سال)														
	30			40			50			60			70		
	درصد														
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
مردان															
500	−5	3	13	−3	5	14	−2	6	16	−1	8	19	2	12	25
1 000	−5	2	11	−4	3	13	−3	5	15	−2	7	19	1	12	30
2 000	−7	1	13	−6	3	16	−4	6	19	−1	10	28	5	20	46
3 000	−8	1	13	−5	4	19	−3	8	26	1	15	45	9	31	60
4 000	−9	2	15	−4	7	25	1	13	35	6	24	56	17	45	68
6 000	−4	9	23	2	13	29	5	19	41	12	31	61	23	53	76
8 000	−6	4	19	−2	10	28	2	16	42	10	31	63	24	58	81
زنان															
500	−3	5	14	−2	6	16	0	8	20	2	11	24	5	16	31
1 000	−5	2	11	−4	4	14	−2	6	18	0	9	23	3	15	33
2 000	−7	2	12	−5	4	15	−3	7	20	0	11	28	5	20	41
3 000	−8	0	10	−6	2	14	−4	6	20	0	12	29	6	21	45
4 000	−8	1	12	−6	4	16	−3	8	23	2	14	34	8	26	52
6 000	−3	8	21	0	12	25	3	16	32	9	22	46	15	36	65
8 000	−5	7	17	1	10	25	4	16	39	10	26	58	16	48	74

ب-۴ مقادیر برگزیده از پایگاه داده‌ای ب۴

این مثال برای پایگاه داده‌ای ب، ترازهای آستانهٔ شنوایی را به عنوان تابعی از سن جمعیت نوعی غربال نشده (مرد و زن) یک کشور صنعتی است (داده‌ها برای گوش‌های حساس‌تر که برای هر بسامد و فرد مورد آزمون تعیین شده‌اند) در بر می‌گیرد. این داده‌ها معرف گروهی کاملاً غربال نشده است و نیز افرادی را با مواجههٔ نوفهٔ شغلی شامل می‌شود. دلیل به‌کارگیری چنین گروه شاهدی این است که قرار گرفتن در معرض نوفهٔ شغلی می‌تواند به طور معنی‌داری با تعداد عوامل، شامل سطح تحصیلات، مواجهه با نوفهٔ غیرشغلی، و مصرف دخانیات وابسته باشد (به بند [۲۰] کتاب‌نامه مراجعه شود). در چنین مواردی، در جمعیت شاهدی که فقط در آن افرادی با مواجههٔ نوفهٔ شغلی از آن کنار گذاشته شده‌اند شیوع کمتری از این عامل و سایر عوامل افت شنوایی نسبت به جمعیت عادی و به‌ویژه معمولاً جمعیت‌هایی که در معرض نوفهٔ شغلی بوده‌اند وجود خواهد داشت.

یادآوری- داده‌ها از نتایج مطالعهٔ معینی (به بند [۱۹] کتاب‌نامه مراجعه شود) برداشته شده‌اند. مقادیر آستانهٔ شنوایی با استفاده از گوشی‌های روگوشی کالیبره شده مطابق ISO 389-1 با کنار گذاشتن افرادی که ضمن معاینه با اتوسکوپ، استعداد تنگ شدگی مجرای گوش در آنها وجود داشت، تعیین می شود. در چنین مواردی، از گوشی‌های توگوشی که مطابق ISO

389-2 کالیبره شده بود استفاده می شود. در اندازه‌گیری روش نزولی با پله‌های 5dB مطابق ISO 8353-1 به کار گرفته می‌شود.

جدول ب-۳- مقادیر برگزیده از توزیع آماری ترازهای آستانهٔ شنوایی بر حسب دسی‌بل از جمعیت غربال نشدهٔ اهل ایالات متحده [۱۹][۲۲]

بسامد Hz	آستانهٔ شنوایی (dB)														
	سن (سال)														
	30			40			50			60			70		
	درصد														
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
مردان															
500	−1	7	16	−1	8	19	1	10	20	2	11	23	4	15	28
1 000	−2	4	14	−1	6	17	1	9	18	1	11	23	4	14	31
2 000	−5	4	14	−3	6	20	0	10	24	3	14	38	6	21	54
3 000	−5	4	17	−1	9	29	3	15	45	7	25	57	13	37	66
4 000	−2	7	23	2	13	39	6	22	57	13	35	65	20	49	73
6 000	0	11	27	4	17	41	9	25	64	16	40	74	26	56	84
8 000	−2	8	21	2	14	41	7	23	61	13	42	78	30	60	86
زنان															
500	0	7	17	−1	7	19	1	9	21	4	13	27	5	17	32
1 000	−3	4	12	−2	5	15	−1	7	19	1	10	26	3	13	33
2 000	−4	4	12	−2	5	16	−1	7	21	1	11	28	4	17	35
3 000	−6	2	11	−2	4	15	−2	7	21	2	12	33	8	20	42
4 000	−5	4	14	−2	7	19	0	10	26	4	16	40	10	27	48
6 000	0	10	22	3	12	27	4	17	34	9	24	49	17	37	61
8 000	−2	7	17	1	10	25	4	16	39	10	26	58	16	48	74

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از ارزیابی ریسک معلولیت و افت شنوایی ناشی از نوفه

ریسک افت شنوایی ناشی از نوفه را برای یک جمعیت مذکر به‌شدت غربال شدهٔ ۵۰ ساله که در عرض ۳۰ سال ($L_{EX,8h}$ = 90 dB ,8 h/day, 5 days/week) به طور میانگین روزانه در معرض نوفه با تراز $E_{A,8h}$ = 11.5 × 10^3 Pa^2s) قرار دارند را محاسبه کنید. مشخصات جمعیت چنین است: بیماری گوش ندارند، در معرض نوفهٔ غیرشغلی قرار نداشته‌اند؛ و هیچ عامل ریسک کاهش شنوایی دیگر نداشته‌اند.

برای ارزیابی معلولیت، از ترکیب فرضی بسامد ۱ kHz، ۲ kHz، و ۴ kHz استفاده می‌شود. تراز آستانهٔ شنوایی وابسته به سن، H_Q، برای جمعیت قرار نگرفته در معرض نوفه به صورت میانگین حسابی ترازهای آستانهٔ شنوایی در ۱ kHz، ۲ kHz، و ۴ kHz با استفاده از مقادیر جدول الف-۳ محاسبه شده است. برای اغلب جمعیت‌های غربال نشدهٔ صنعتی، محاسبهٔ ترازهای آستانهٔ شنوایی وابسته به سن با استفاده از داده‌های پیوست ب مناسب خواهد بود.

$$H_{90,50} = [(-4) + (-3) + 0]/3\,dB = -2.3\,dB \quad (پ-۱)$$

$$H_{50,50} = (4 + 7 + 16)/3\,dB = -2.3\,dB \quad (پ-۲)$$

$$H_{10,50} = (14 + 21 + 36)/3\,dB = 23.7\,dB \quad (پ-۳)$$

جابه‌جایی دایمی آستانهٔ شنوایی ناشی از نوفه، N، طبق فرمول زیر تعیین می‌شود:

$$N - \frac{HN}{120} \approx N \quad (پ-۴)$$

(به بند ۶-۱مراجعه شود).

جملهٔ $HN/120$ تنها زمانی تأثیر معنی‌داری روی نتیجه خواهد داشت که $(H + N)$ بزرگتر از تقریباً ۴۰ dB باشد. بنابراین وقتی (H + N) < ۴۰ dB باشد، NIPTS می‌تواند مستقیماً از جدول ت-۲ برداشته شود. این مورد با شرایط ٪۹۰، ٪۵۰، و ٪۱۰ به ازای ۱ kHz و ۲ kHz، و ٪۹۰ و ٪۵۰ به ازای ۴ kHz منطبق است.

به ازای ٪۱۰ در ۴ kHz و (H + N) > 40 dB)، مقدار NIPTS از ۱۹ dB طبق جدول ت-۲ به این صورت خلاصه می‌شود:

$$19\,dB - \frac{(36 \times 19)}{120}\,dB = 13.3\,dB \quad (پ-۵)$$

فرض می‌شود NIPTS برابر میانگین حسابی NIPTS مقادیر دسی‌بل در ۱ kHz، ۲ kHz، و ۴ kHz است که مستقیماً از داده‌های جدول ت-۲ به همان صورت یا اصلاح شده برداشته می‌شود:

$$N_{90;30} = (0 + 3 + 10)/3\,dB = 4.3\,dB \quad \text{(پ-۶)}$$

$$N_{50;30} = (0 + 5 + 14)/3\,dB = 6.3\,dB \quad \text{(پ-۷)}$$

$$N_{10;30} = (0 + 9 + 13.3)/3\,dB = 7.4\,dB \quad \text{(پ-۸)}$$

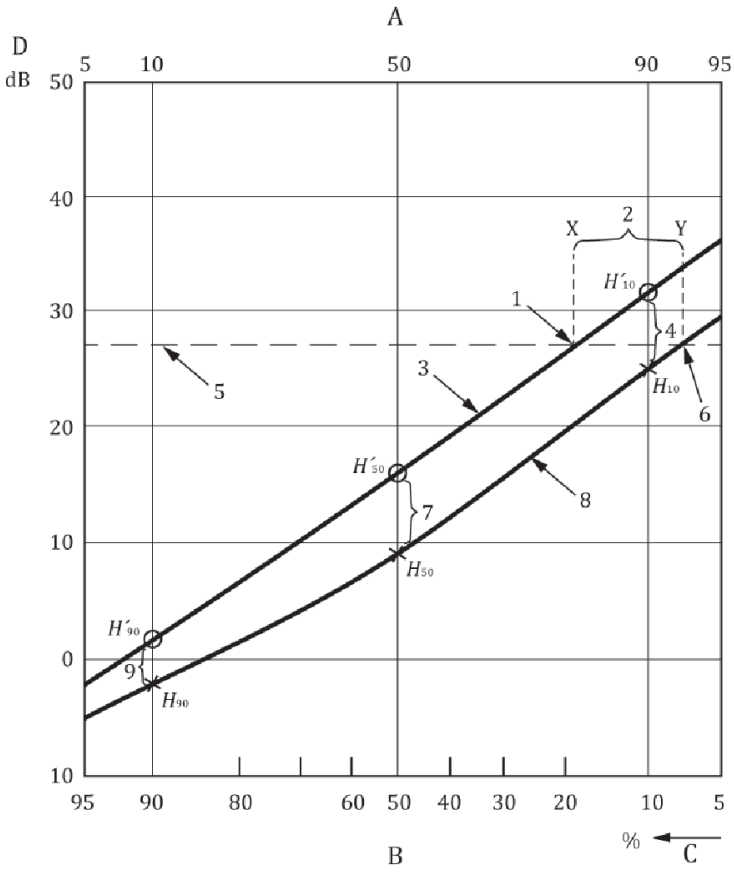
ترازهای آستانهٔ شنوایی وابسته با سن و نوفه، H'، برای جمعیت قرار گرفته در معرض نوفه به صورت مجموع ترازهای آستانهٔ شنوایی وابسته به سن (H) و مقادیر NIPTS (N) به صورت زیر محاسبه شده است (به فرمول (۱) بند ۶-۱ مراجعه شود):

$$H'_{90} = (-2,3)dB + 4,3dB = 2,0\,dB \quad \text{(پ-۹)}$$

$$H'_{50} = (9,0)dB + 6,3dB = 5,3dB \quad \text{(پ-۱۰)}$$

$$H'_{10} = 23,7\,dB + 7,4\,dB = 31,1dB \quad \text{(پ-۱۱)}$$

رابطهٔ حاصل به صورت نمودار شکل پ-۱ بر روی مختصات گوسی با ریسک‌های مختلف معلولیت به ازای هر مقدار مرز دلخواه ۲۷dB ترسیم شده است. وابستگی مقادیر ریسک بر مقدار ارتفاع مرز را می‌توان به‌سادگی با استفاده از چنین شکلی مطالعه کرد.



راهنما:

A	درصد شنوایی بهتر
B	درصد شنوایی بدتر
C	٪ ریسک
D	تراز آستانهٔ شنوایی، dB
1	ریسک معلولیت ناشی از سن و قرار گرفتن در معرض نوفه، ٪ ۱۸ (نقطهٔ X)
2	ریسک معلولیت ناشی از قرار گرفتن در معرض نوفه، ٪ ۱۱/۵ (تفاضل میان نقطهٔ X و Y)
3	HTLA جمعیتِ در معرض نوفه
4	NIPTS، ٪۱۰
5	مقدار مرز مفروض، dB ۲۷
6	ریسک جمعیت از نظر معلولیت
7	NIPTS، ٪۵۰
8	HTLA مربوط به جمعیت غیرمواجه با نوفه
9	NIPTS، ٪۹۰

شکل پ-۱- مثالی از ارزیابی ریسک شنوایی تراز مواجهه با نوفهٔ $L_{EX,8h}$ = 90 dB برای ۳۰ سال مواجهه که داده‌های HTLA آن از پایگاه داده‌ای الف برداشته شده است

پیوست ت

(آگاهی‌دهنده)

جدول‌هایی با مثال‌هایی برای داده‌های NIPTS

در جدول‌های ت-۱ تا ت-۴ مثال‌هایی برای NIPTS به عنوان تابعی از مدت زمان مواجهه بر حسب سال، تراز مواجهه با نوفه، LEX,8h (۸۰ dB، ۹۰ dB، ۹۵ dB، و ۱۰۰ dB)، و مواجهه‌های صوتی از شبکهٔ وزنی A به ازای شش بسامد (۰٫۵ kHz، ۱ kHz، ۲ kHz، ۳ kHz، ۴ kHz، و ۶ kHz) و سه درصد (۱۰٪، ۵۰٪، و ۹۰٪) داده شده که مطابق بند ۶-۳ این استاندارد محاسبه شده است.

جدول ت-۱- $L_{EX,8h}$ = 85 dB ($E_{A,8h}$ = 3.64 × 10^3 Pa^2s)

بسامد Hz	NIPTS dB											
	مدت مواجهه (سال)											
	10			20			30			40		
	درصد											
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 000	0	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2
3 000	2	3	5	3	4	6	3	4	7	3	5	7
4 000	3	5	7	4	6	8	5	6	9	5	7	9
6 000	1	3	4	2	3	5	2	3	6	2	4	6

جدول ت-۲- $L_{EX,8h}$ = 90 dB ($E_{A,8h}$ = 11.5 × 10^3 Pa^2s)

بسامد Hz	NIPTS dB											
	مدت مواجهه (سال)											
	10			20			30			40		
	درصد											
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 000	0	2	6	2	4	8	3	5	9	4	6	10
3 000	4	8	13	7	10	16	8	11	18	9	12	19
4 000	7	11	15	9	13	18	10	14	19	11	15	20
6 000	3	7	12	4	8	14	5	9	15	6	10	15

جدول ت-۳- $L_{EX,8h}$ = 95 dB ($E_{A,8h}$ = 36.4 × 10^3 Pa^2s)

بسامد Hz	NIPTS dB											
	مدت مواجهه (سال)											
	10			20			30			40		
	درصد											
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
500	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
1 000	1	2	4	2	3	5	2	3	5	2	3	6
2 000	0	5	13	5	9	17	7	12	20	9	14	22
3 000	8	16	25	13	19	31	16	22	34	18	23	37
4 000	13	20	27	16	23	32	18	25	34	19	26	36
6 000	5	14	23	8	16	26	10	18	28	12	19	29

جدول ت-۴- $L_{EX,8h}$ = 100 dB ($E_{A,8h}$ = 115 × 10^3 Pa^2s)

بسامد Hz	NIPTS dB											
	مدت مواجهه (سال)											
	10			20			30			40		
	درصد											
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
500	2	4	8	3	5	9	4	6	11	5	7	11
1 000	3	6	12	6	9	15	7	10	17	8	11	19
2 000	0	8	23	8	16	31	13	21	35	16	24	39
3 000	13	26	41	21	32	51	26	35	56	29	38	60
4 000	20	31	42	25	36	49	28	39	53	30	41	56
6 000	9	23	37	14	27	42	17	29	46	19	30	48

کتاب‌نامه

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

[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

[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

یاد آوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۵۳۵: سال ۱۳۸۹، آکوستیک - صفر مرجع برای کالیبراسیون تجهیـزات شـنوایی سنجش قسمت دوم : ترازهای فشار صدای استانه معادل مرجع با استفاده از استاندارد ISO389-2:1994 تدوین شده است.

[4] Johnson D.L. Prediction of NIPTS Due to Continuous Noise Exposure, EPA-550/9-73-001-B,

Washington DC, USA or AMRL-TR-73-91 (AD 767205), Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA, July 1973

[5] Passchier-VermeerW.Hearing loss due to exposure to steady-state broadband noise, Report no. 35. Institute for Public Health Eng, The Netherlands, 1968

[6] Passchier-VermeerW.Hearing Levels of Non-Noise Exposed Subjects and of Subjects Exposed to Constant Noise During Working Hours, Report B367. Research Institute for Environmental Hygiene, The Netherlands, June 1977

[7] BurnsW., & RobinsonD.W. Hearing and Noise in Industry. Appendix 10. HMSO, London, 1970

[8] RobinsonD.W., & ShiptonM.S.Tables for Estimation of Noise-Induced Hearing Loss, Report AC 61. National Physical Laboratory, England, June 1977

[9] RobinsonD.W., & Sutton G.J. Age Effect in Hearing -A Comparative Analysis of Published Threshold Data. Int. Audiolp.1979, 18pp. 320–334

[10] SpoorA., & Passchier-VermeerW. Spread in Hearing Levels of Non-Noise Exposed People at Various Ages. Int. Audiol.1969, 8pp. 328–336

[11] ThiessenG.J. Hearing Distribution in a Population that has Suffered Hearing Loss. J. Acoust. Soc. Am.1977, 61pp. 887–888

[12] ThieryL., Pietri-VerdiM.F., DamongeotA., DerzkoG., GrosdemangeJ.P. Etude de I'audition d'une population urbaine non soumise à ses bruits d'origine professionnelle. Rev. Acoust. (Paris). 1979, 49pp. 107–116

[13] GierkeV.H.E., RobinsonD., KarmyS.J. Results of the workshop on impulse noise and auditory hazard, Institute of Sound and Vibration Research, Southampton, U.K., ISVR Memorandum 618 October 1981. J. Sound Vibrat.1982, 83pp. 579–584

[14] MacraeJ.H. A procedure for classifying degree of hearing loss. J. Otolaryngol. Soc. Aust.1975-1976, 4pp. 26–35

[15] CarterN.L., WaughR.L., MurrayN., BulteanV.G.Hearing levels of Australian youth aged 16-20, National Acoustics Laboratory Report No. 99. Canberra, Australian Government Publishing Service, 1983

[16] Passchier-VermeerW. The effects of age, otological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: Basic and Applied Aspects of Noise-induced Hearing Loss, SALVI, Richard J, (HendersonD., HamernikR.P., CollettiV.eds.). Plenum Press, New York, London, 1986

[17] JohanssonM.S.K., & ArlingerS.D. Hearing threshold levels for an otologically unscreened,

[18] EngdahlB., TambsK., Borchgrevink H.M., Hoffman H.J. Screened and unscreened hearing threshold levels for the adult population: Results from the Nord-Tröndelag Hearing Loss Study. Int. J. Audiol.2005, 44pp. 213–230

[19] HoffmanH., DobieR.A., KoC.-W., ThemannC.L., MurphyW.J. Americans hear as well or better today compared to 40 years ago: Hearing threshold levels in the unscreened adult population of the United States, 1959–62 and 1999–2004. Ear Hear.2010, 31pp. 725–734

[20] AgrawalY., NiparkoJ .K., DobieR.A. Estimating the effect of occupational noise exposure on hearing thresholds: The importance of adjusting for confounding variables. Ear Hear.2010, 31pp. 234–237

[21] WorldHealthOrganization. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). World Health Organization, Geneva, 2001

[22] HoffmanH.J., DobieR.A., KoC.-W., ThemannC.L., MurphyW.J. Hearing Threshold Levels at Age