Archive of SID

Journal of Military Medicine
April 2020, Volume 22, Issue 4
Pages: 341-352
10.30491/JMM.22.4.4

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]

Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

Effects of Co-Exposure to Noise and JP-4 Jet Fuel on Hearing Loss in Rats

Mohammad-Bagher Abdollahi [1], Ali Khavanin [2], Hamzeh Mohammadi [3], Somayeh Farhang Dehghan [4], Masomeh Kaydany [1*]

[1] Department of Occupational Health and Safety, Shouahtar Faculty of Medical Sciences, Shouahtar, Iran
[2] Department of Occupational Health, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3] Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Workplace Health Promotion Research Center, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 13 December 2019 **Accepted**: 5 July 2020

Abstract

Background and Aim: Autotoxic substances such as JP-4 jet fuel can have negative effects on the auditory system by the various means such as cochlear dysfunction. The purpose of this study was to investigate the combined effects of exposure to JP-4 jet fuel and noise on hearing loss in rats, to determine the possible interference effects of these two risk factors on rat auditory system.

Methods: For this purpose, 24 healthy adult male Wistar albino rats, weighing 230±25 g, were selected and randomly divided into four groups of six. One group was exposed only to noise with a bandwidth of 500-8000 Hz with a sound pressure level of 95± 2 dBA and the second group was exposed to JP-4 jet fuel with a concentration of 1100±10 mg / m^3 for 8 hours per 14 consecutive days. The third group also experienced both noise and jet fuel exposure to the same conditions and the fourth group was also considered control. The assessment of hearing system in male rats was used by Distortion Product Otoacoustic Emissions testing (DPOAE). Changes in the temporal and permanent distortion emissions (TTSdp and PTSdp) in the frequency range of 0 to 8.5 kHz were compared between groups.

Results: In the exposed group to noise, the level of temporary and permanent hearing loss was 6.24 and 5.35 dB, respectively. Temporary and permanent hearing loss in rats exposed to jet fuel (JP-4) was measured as 3.02 and 2.85 dB, respectively. In the group co-exposed to noise and jet fuel, permanent and temporary hearing loss were reported being 13.43 and 12.02 dB, respectively.

Conclusion: The results of the present study showed that independent exposure to noise and jet fuel (JP-4) can lead to temporary and permanent hearing loss; moreover, there was the stronger effects on auditory system in co-exposure condition. The exposure to Jet fuel may increase risk for noise adverse effect on hearing loss. However, more comprehensive research is required to reveal more aspects of the interference effect of co-exposure noise with different characteristics such as level and frequency and jet fuel with different types and concentrations.

Keywords: Noise, JP-4 Fuel, DPOAE, Autotoxicity

*Corresponding author: **Masomeh Kaydany**, Email: keydanym@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]

Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

مجله طب نظامی
دوره ۲۲، شماره ۴، تیر ۱۳۹۹
صفحات: ۳۵۲-۳۴۱
10.30491/JMM.22.4.4

بررسی اثر مواجهه توأم سوخت جت JP-4 و صدا بر افت شنوایی در رت

محمد باقر عبدالهی[۱]، علی خوانین [۲]، حمزه محمدی[۳]، سمیه فرهنگ دهقان [۴]، معصومه کایدانی[۱]*

[۱] گروه بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران
[۲] گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۳] گروه بهداشت حرفه‌ای ، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[۴] مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت محیط کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: مواد اتوتوکسیک مانند سوخت جت JP-4 از طریق تشدید اثرات صدا می‌توانند روی شنوایی تأثیر منفی بگذارند. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر مواجهه توام سوخت جت JP-4 و صدا بر افت شنوایی در رت است، تا از این طریق اثرات تداخلی احتمالی این دو ریسک فاکتور بر سیستم شنوایی رت مشخص گردد.

روش‌ها: بدین منظور ۲۴ رت نر سفید سالم بالغ آلبینو ویستار ۶-۴ ماهه با میانگین وزنی ۲۵±۲۳۰ گرم انتخاب و به صورت تصادفی در چهار گروه شش‌تایی تقسیم گردیدند. یک گروه از آنها صرفاً در معرض صدای مرکب با پهنای باند ۵۰۰-۸۰۰۰ هرتز با تراز شدت صوت ۲±۹۵ dB_A و گروه دیگر در معرض مواجهه با سوخت جت JP-4 با تراکم ۱۰±۱۱۰۰ mg/m^3 به مدت ۸ ساعت در روز طی ۱۴ روز متوالی قرار گرفتند. گروه سوم نیز مواجهه توام صدا و سوخت جت با همان شرایط را تجربه کردند و گروه چهارم نیز به عنوان کنترل در نظر گرفته شدند. در این مطالعه به منظور بررسی شنوایی رت‌های نر از آزمون گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش (DPOAE) استفاده شد. تغییرات تراز موقت و دائم گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش (TTSdp و PTSdp) در محدوده فرکانسی ۸/۵ kHz-۰ بین گروه‌ها مقایسه شد.

یافته‌ها: در گروه مواجهه‌یافته با صدا مقدار افت شنوایی موقت و دائم به ترتیب ۶/۲۴ و ۵/۳۵ دسی‌بل مشاهده شد. افت شنوایی موقت و دائم در رت‌هایی که در مواجهه با سوخت جت JP-4 قرار داشتند به ترتیب ۳/۰۲ و ۲/۸۵ دسی بل اندازه گیری شد. در گروه مواجهه همزمان با صدا و سوخت جت افت شنوایی دائم و موقت به ترتیب ۱۳/۴۳ و ۱۲/۰۲ دسی بل گزارش شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه مستقل و توام صدا و سوخت جت JP-4 باعث ایجاد افت شنوایی موقت و دائم می‌گردد که این اثرات در مواجهه توام شدت بیشتری دارد. سوخت جت توانست باعث تقویت اثر صدا در ایجاد افت شنوایی شود. با این حال تحقیقات وسیع‌تر برای آشکارسازی وجوه بیشتری از اثر تداخلی مواجهه توام "صدا" با مشخصه‌های متفاوت مانند تراز و فرکانس و "سوخت جت" با انواع و تراکم‌های مختلف پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: صدا، سوخت JP-4، DPOAE، اتوتوکسیسیتی

*نویسنده مسئول: **معصومه کایدانی**. پست الکترونیک: keydanym@yahoo.com
دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۲ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

مقدمه

هر ساله، تقریبا ۲۲ میلیون نفر در ایالات متحده در معرض مواجهه با تراز صدای مخاطره‌آمیز در محیط‌های کاری قرار دارند و بیش از ۳۰ میلیون کارگر نیز با مواد شیمیایی تهدید کننده سیستم شنوایی مانند مواد اتوتوکسیک (Ototoxic) مواجهه دارند (۱). مواد اتوتوکسیک، مواد شیمیایی خاصی هستند که از طرق مختلف نظیر اختلال در عملکرد کوکلئار (حلزون‌گوش)، یا بوسیله اثر روی سیستم عصبی مرکزی شنوایی و یا تشدید اثرات صدا می‌توانند روی شنوایی تأثیر بگذارند (۲).

سوخت جت JP-4 ترکیبی از چند هیدروکربن آروماتیک شامل بنزن، تولوئن و زایلن به همراه چهار ترکیب افزودنی دیگر شامل مواد ضد اکسید شدن و ضد تولید صمغ، مواد ضد خورندگی، ضد یخ در سیستم سوخت و بهتر کننده هدایت الکتریکی (ماده افزودنی ضد استاتیک) است (۳). مواجهه‌های مکرر با سوخت‌های جت در پرسنل صنایع نظامی و غیرنظامی بسته به مسئولیت‌های افراد می‌تواند از طریق تماس با سوخت‌های خام، بخارات، آئروسل‌ها، اگزوز احتراق سوخت یا بعضی از ترکیبات این مواد رخ دهد (۴). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد تاثیر مواجهه توام صدا و سوخت جت (JP-4) بر افت شنوایی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در Kaufman و همکاران نشان دادند که در گروه‌هایی با ۳ سال سابقه مواجهه با سوخت جت، احتمال افت شنوایی ۷۰٪ افزایش یافته است و اینطور نتیجه گرفتند که سوخت جت یک اثر سمی روی سیستم شنوایی دارد (۵). در مطالعه Kim و همکاران شیوع افت شنوایی در گروه در معرض مواجهه توام صدا و حلال‌های آلی به میزان ۵۴/۹٪ بالاتر از سایر گروه‌ها (شامل گروه بدون مواجهه، گروه مواجهه یافته با صدا به تنهایی و ۸ گروه مواجهه یافته با مخلوط حلال‌های آلی) مشاهده شد (۶).

از آنجائیکه امروزه شاغلین بسیار زیادی در صنایع مختلف از جمله صنایع پالایشگاهی (واحد آیزوماکس)، پرسنل شاغل در پایگاه‌های پروازی، کارگران بخش تعمیر و نگهداری نیروی هوایی، کارکنان باند فرودگاه، خدمه پاکسازی، عرضه‌کنندگان سوخت و متخصصین فنی و مکانیک‌های هواپیما، تدارکات پرواز، مهندس پرواز در محیط‌کاری‌شان در معرض مواجهه توام با سوخت جت JP-4 (به عنوان یک عامل زیان آور شیمیایی) و صدا (به عنوان یک عامل زیان آور فیزیکی) قرار دارند و نیز با درنظرگرفتن این موضوع که شواهد کافی دال بر اثر مستقل سوخت جت و نیز اثر توام این عامل زیان آور با صدا بر روی سیستم شنوایی وجود ندارد، نیاز به طرح‌ریزی و اجرای مطالعاتی با این مضمون کاملاً محسوس می‌باشد.

لذا با توجه به اهیمت موضوع و فراوانی پرسنل درگیر با این عوامل زیان‌آور محیط کار، جای خالی انجام مطالعاتی گسترده و هدفمند در خصوص بررسی اثر توام سوخت جت JP-4 و صدا بر تغییرات الکتروفیزیولوژی و الکتروبیوشیمی حلزون گوش و نیز مکانیسم تأثیر احتمالی آنها بر تغییرات الکتروفیزیولوژی حلزون گوش در مدل و در مراحل بعد انجام در مدل انسانی کاملاً محسوس می‌باشد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر مواجهه توام سوخت جت JP-4 و صدا بر افت شنوایی در رت انجام شد، تا از این طریق اثرات تداخلی احتمالی این دو ریسک فاکتور بر سیستم شنوایی رت مشخص گردد.

روش‌ها

جامعه پژوهش

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه مقدماتی و نیز انحراف معیار مطالعات مشابه قبلی، حجم نمونه با در نظر گرفتن حداقل اندازه اثر در هر گروه ۵–۷ سر بدست آمد که در این مطالعه برای هر گروه ۶ سر رت بصورت تصادفی ساده در نظر گرفته شد. در مجموع برای ۴ گروه (کنترل، گروه مواجهه با صدا، گروه مواجهه با JP-4 و مواجهه توام با صدا و JP-4) تعداد ۲۴ رت نر سفید سالم بالغ آلبینو ویستار ۶–۴ ماهه با میانگین وزنی ۲۳۰±۲۵ گرم به عنوان معیار ورود رت ها به مطالعه انتخاب شد. از آنجاییکه دامنه شنوایی رت (۲۰۰–۸۵۰۰۰ Hz) گستره بیشترین حساسیت شنوایی انسان (۷۰۰–۵۷۰۰Hz) را پوشش می‌دهد، بدین منظور انتخاب گردیدند. رت‌ها در حیوانخانه مطابق با شرایط استاندارد توصیه شده (از نظر دما، غذا، نور، تهویه و سایر شرایط فیزیکی و شیمیایی) نگهداری شده و نیز کلیه اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی مطابق با بیانیه هلسینکی در خصوص آنها رعایت گردید (۷). رت‌ها به صورت تصادفی در چهار گروه شش تایی تقسیم گردیدند: گروه۱– حیواناتی که هیچ‌گونه مواجهه‌ای با صدا و سوخت جت (JP-4) نداشتند. گروه ۲– حیواناتی که فقط در معرض صدا قرار داشتند. گروه ۳– حیواناتی که فقط در معرض سوخت جت قرار گرفتند و گروه ۴– حیواناتی که در معرض مواجهه همزمان با صدا و سوخت جت قرار گرفتند.

اتاقک مواجهه

حیوانات در محفظه با دمای ۲۶–۱۸درجه سلسیوس، تحت شرایط چرخه نوری ۱۲ساعت تاریکی و ۱۲ساعت روشنایی، رطوبت نسبی ۵۰٪–۳۰ و جابجایی هوای محیط کار برابر ۱۰ بار جابجایی در هر ساعت نگهداری می‌شدند. شدت روشنایی مورد نیاز ۳۲۵ لوکس در فاصله ۱ متری در بالای سر حیوان فراهم گردید، همچنین مساحت کف و ارتفاع قفسه برای هر حیوان با وزن ۲۳۰ گرم به ترتیب حدود ۱۵۰cm^2و ۱۷/۷۸ cmدر نظر گرفته شد. حیوانات دارای دسترسی کامل و آزادانه به غذا و آب بودند. همچنین تمام مواجهات در طی روز انجام پذیرفت.

اتاقک مواجهه ای از جنس پلکسی گلاس پلی کربناته شفاف، جهت پایش شرایط مراحل آزمایش هنگام مواجهه، با ابعاد۲۰ ×۲۰ ×۲۰ سانتی‌متر که دیواره‌ها و کف آن با ضخامت ۸ میلی‌متر استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]

Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

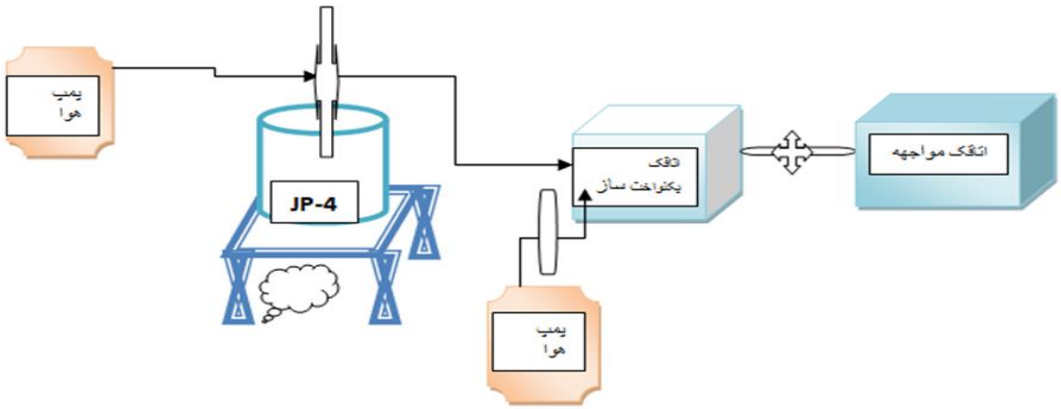
گردید. بر روی اتاقک مواجهه سوراخ‌هایی ایجاد شد تا در ضمن پایش منظم صدا و نیز سوخت جت، میزان جابجایی هوا و تهویه در داخل اتاقک میسر گردد. ایجاد شرایط بازآوا در داخل اتاقک جهت برقراری شرایط مواجهه یکسان با صدا و مستقل از فاصله دارای اهمیت خاصی می‌باشد. همچنین ضریب جذب صوتی (α) اتاقک مواجهه در فرکانس‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و۲۰۰۰ به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۲۹، ۰/۲۷، و ۰/۲۵ بوده که ضریب جذب متوسط آن ۰/۲۸ محاسبه گردید. بنابراین با محاسبه ثابت اتاق ، ملاحظه می‌شود که میزان جذب سطوح اتاقک اندک و ثابت اتاق کوچک بوده و در نتیجه با برقراری شرایط بازآوا و بازتابی در داخل اتاقک همخوانی دارد. در نتیجه منبع صوتی در سقف تعبیه شد تا انتشار صوت در داخل اتاقک به طور یکسان و همگن صورت گیرد.

مواجهه با صدا

صدای مرکب سفید بر روی کامپیوتر با استفاده از نرم افزار Cool edit (CoolEditPro نسخه ۱-۲ ساخت شرکت Syntrilium Software Corporation سال ۲۰۰۳-۱۹۹۹) با تراز فشار صوت ۱±۹۵ dB_A در پهنای باند فرکانسی ۸۰۰۰ Hz-۵۰۰ تولید شد. صدای تولید شده از طریق یک آمپلی فایر مدل ES-2000s ساخت ES Audio Industrial Co. تایوان که قبل از بلندگو قرار گرفته تقویت شده و سپس با استفاده از یک جفت بلندگوی نوع Micro lab مدل Subwoofer M-563 ساخت شرکت Probit ایران که با فواصل یکسان از چهار ضلع مربع سقف اتاقک قرار گرفته، در داخل اتاقک مواجهه پخش گردید. میکروفون دستگاه تراز سنج صوت نوع دقیق مجهز به آنالیزور مدل CEL-490 ساخت انگلستان در داخل اتاقک قرار گرفت و پایش میزان فشار و فرکانس صوت در طول مدت مواجهه به صورت مرتب انجام گردید. میزان صدای زمینه در حیوانخانه و آزمایشگاه کمتر از ۳۵dB بود.

مواجهه با سوخت جت JP-4

سوخت جت JP-4 به صورت مایع بسیار فرار می‌باشد. برای این منظور، ابتدا سوخت جت را اندکی به صورت غیرمستقیم حرارت داده درون ایمپینجر به صورت گاز تبدیل گردید (ایمپینجر که حاوی سوخت جت بود را درون یک بشر که در آن نیز مقداری آب قرار داشت گذاشته و بشر را روی هیتر برقی قرار داده تا ابتدا آب درون بشر گرم شود)، از آنجا به بخش رقیق کننده انتقال داده شد تا غلظت به میزان مورد نظر (۱۱۰۰ mg/m^3) نزدیک گردید، از یک پمپ دیگر هم برای مکش هوا استفاده شد تا هوای مورد نیاز برای رت‌ها تامین گردد (شکل-۱). قبل از ورود سوخت به درون اتاقک، هوای ورودی با بخارات سوخت مخلوط شد. سپس به اتاقک مواجهه که حیوانات در آن حضور دارند، فرستاده شد. غلظت سوخت جت (JP-4) درون اتاقک مواجهه به طور لحظه‌ای توسط دستگاه قرائت مستقیم Phocheck کنترل می‌شد. اعتبارسنجی دستگاه Phocheck توسط روش J105 سازمان OSHA انجام گرفت (۸).



شکل ۱- طرحواره‌ای از نحوه مواجهه حیوانات با سوخت جت

شنوایی سنجی

جهت انجام آزمون شنوایی سنجی و ممانعت از فعالیت حیوان در طول مدت آزمایش، نیاز به بیهوش کردن رت‌ها می‌باشد. از آنجائیکه مدت انجام آزمون در این مطالعه برای هر رت تقریبا ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد، مقدار داروی بیهوشی مورد استفاده باید به اندازه‌ای انتخاب می‌شد که حیوان را ۰/۵ ساعت بیهوش نگه دارد. در این مطالعه برای بیهوش کردن از مخلوط کتامین۱۰ ٪ و زایلازین۱۲٪ استفاده شد. برای این منظور ابتدا مخلوطی از ۶۰ ٪کتامین و ۴۰ ٪ زایلازین تهیه شد و ۲۵ میلی‌لیتر برای هرحیوان ازطریق داخل صفاقی تزریق می‌شد. پس از حدود ۵ دقیقه حیوان بیهوش گردید. با استفاده از پتوی برقی دمای بدن حیوان ثابت نگه داشته شود. این داروها تأثیری بر عملکرد حلزون گوش و پاسخ‌های آزمون شنوایی سنجی ندارند (۹).

در این مطالعه به منظور بررسی شنوایی رت‌های نر از آزمون گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش (DPOAE) استفاده شد. پروب دستگاه بر روی گوش کشیده و به صورت مستقیم در روبروی پرده تمپان قرار می‌گرفت. جرم گوش حیوانات قبل از آزمون شنوایی سنجی خارج گردید. برای هر رت ثبت اندازه‌گیری

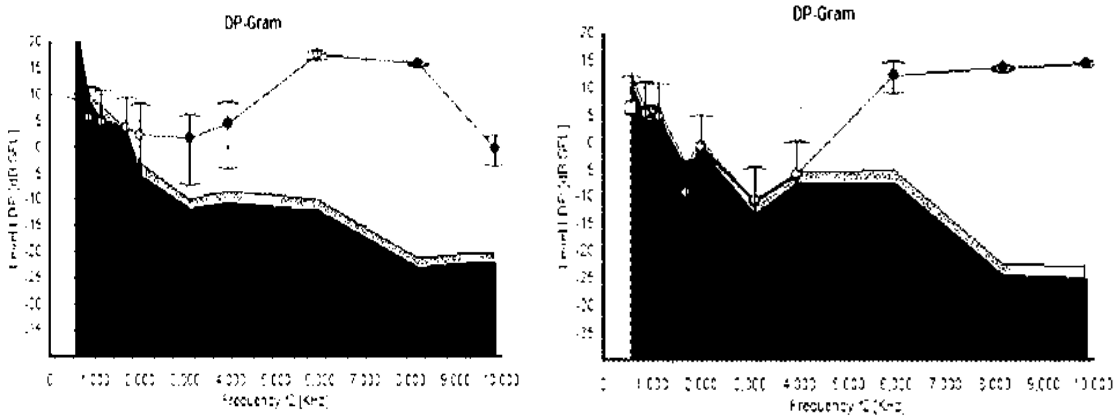
www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

ادیوگرام‌های گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش با استفاده از تجریه‌گر گسیل صوتی گوش مدل DPOAE 4000 I/O ساخت شرکت هوموث آلمان انجام گرفت. ادیوگرام‌های گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش با بهره‌گیری از دو محرک تن خالص شامل: f_1 و f_2 با نسبت f_2/f_1 = ۱/۲۵ و با ترازهای فشار نابرابر (dB SPL L_1 = ۶۵ و L_2= ۵۵ dB SPL) در ۱۰ فرکانس f_2 در محدوده ۱۰۰۰۰- ۱۰۰۰ هرتز اندازه گیری شدند (شکل ۲). دامنه‌های DPOAE و نسبت سیگنال به صدا (SNR) در $2f_1$ -f_2 اندازه‌گیری و نسبت به میانگین هندسی f_1 و f_2 نقطه‌گذاری شدند.

روند کار در آزمایش گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوشی در حیوانات در سه مقطع زمانی متفاوت بدین شرح بود: یک ثبت گسیل صوتی حاصل اعوجاج گوش در روز صفر (قبل از شروع آزمایش برای تعیین سطح پایه)، سه روز استراحت، مواجهه حیوانات به مدت ۱۴روز با آلاینده، ثبت گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش یک ساعت پس از آخرین مواجهه با آلاینده به عنوان افت شنوایی موقت، سه روز استراحت حیوان و سپس ثبت گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش نهایی به عنوان افت دائم شنوایی بود (۱۰) (۱۱). سپس تراز گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش در فرکانس‌های مختلف در دوره‌های زمانی مختلف تعیین و سپس تغییر تراز گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش موقت (اختلاف تراز گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش در روزهای صفر و هفدهم) در فرکانس‌های مختلف محاسبه و بین گروه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. در گروه کنترل تمام موارد مشابه گروه مواجهه بود به جز اینکه مواجهه با آلاینده وجود ندارد.



شکل ۲- نمونه‌هایی از نتایج ثبت گسیل‌های صوتی حاصل اعوجاج گوش

آزمون‌های آماری

پس از جمع آوری داده ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن داده ها و از آزمون تحلیل واریانس اندازه های تکرارشده یک عاملی برای مقایسه میانگین ها در سه دوره زمانی مختلف در هر گروه، از آزمون واریانس یک عاملی برای مقایسه میانگین ها در بسامد مورد بررسی در هر گروه و نیز از آزمون های تعقیبی مانند آزمون اختلاف معنی داری تایید تدکی برای یافتن میانگین دارای تفاوت معناداری کلیه آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS.21 و نیز ترسیم نمودارهای و رسم ها با بهره گیری از بسته نرم افزاری اکسل انجام شد.

نتایج

میانگین تراز DPOAE در مواجهه با فرکانس‌های مختلف صدا

شکل ۳ میانگین تراز DPOAE در فرکانس‌های مختلف صدا در گروه کنترل را در روزهای مختلف نشان می‌دهد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر یک عاملی، تفاوت معنی‌داری بین تراز DPOAE در روزهای مختلف در این گروه را نشان نداد ($p>$۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری بین میانگین دامنه DPOAE در روزهای صفر، هفدهم و بیستم در گروه کنترل مشاهده نشد ($p=$ ۰/۰۶۲).

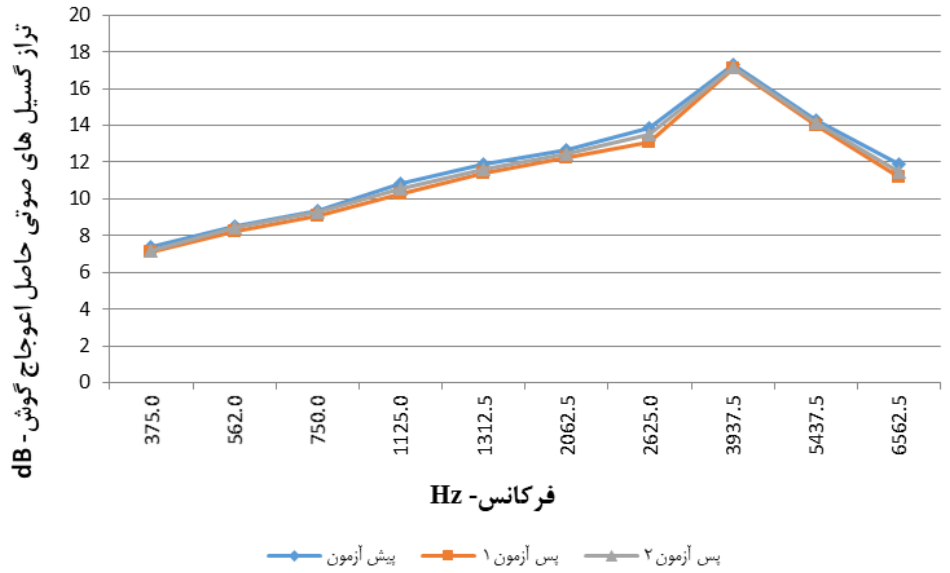
اشکال ۶-۴ میانگین تراز DPOAE در فرکانس‌های مختلف و در روزهای مختلف را به ترتیب در گروه های مواجهه یافته با صدا، سوخت جت و توام را نشان می‌دهد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر یک عاملی تفاوت معنی‌داری بین تراز DPOAE در روزهای مختلف را نشان داد ($p<$ ۰/۰۵). طبق، آزمون تعقیبی توکی، این اختلافات عمدتا بین روزهای هفدهم با روزهای صفر و بیستم وجود دارد. بیشترین و کمترین مقدار تراز DPOAE در گروه مواجهه یافته با صدا، سوخت و توام در روزهای صفر، هفدهم و بیستم به ترتیب در فرکانس‌های ۳۹۳۷/۵ هرتز و ۳۷۵ هرتز مشاهده شد.

مواجهه با صدا ، سوخت و توام سبب کاهش تراز DPOAE در مقایسه با گروه کنترل در روزهای هفدهم بترتیب (۷/۹۳، ۴/۱۲ و ۱۳/۴۳دسی‌بل) و بیستم (۵/۸۳، ۲/۴۸ و ۱۲/۰۲ دسی‌بل) در مقایسه با روز صفر گردید.

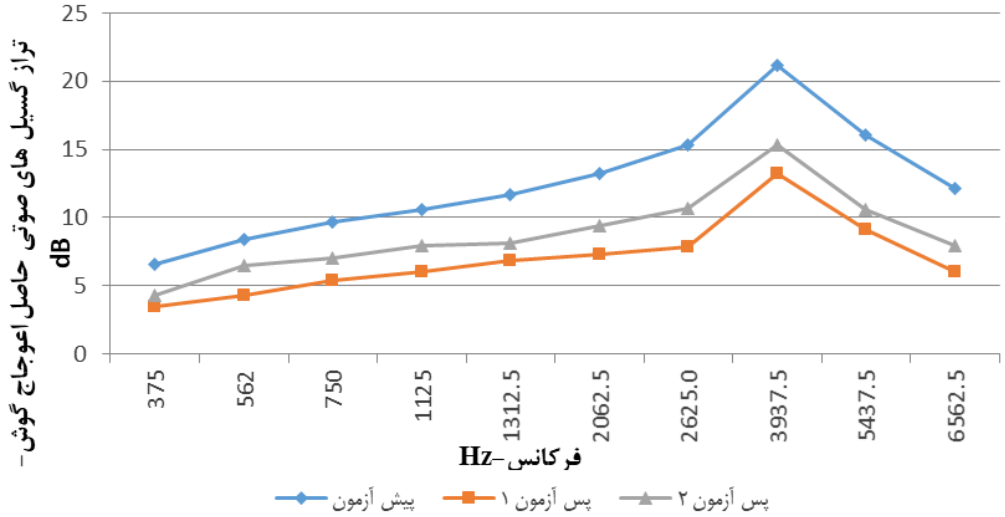
www.SID.ir

Archive of SID

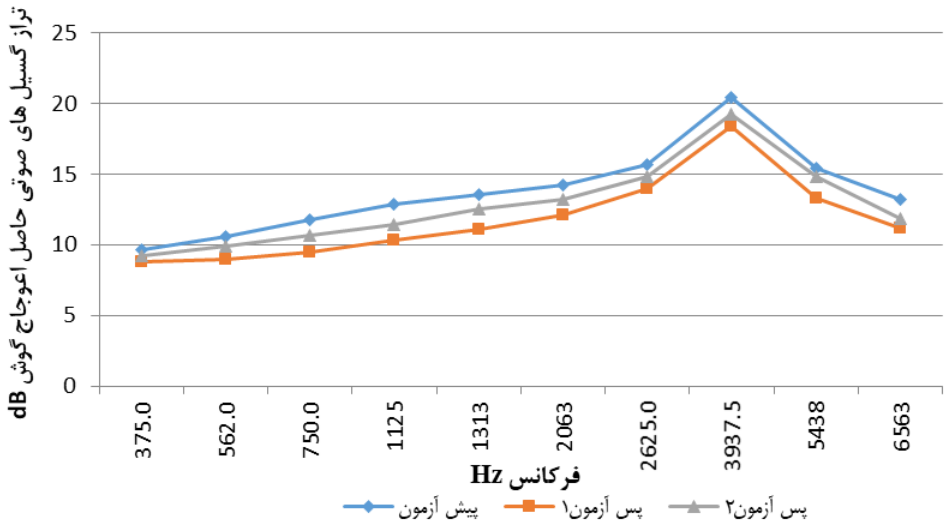
[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020



شکل ۳- میانگین تراز DPOAE برحسب فرکانس‌های مختلف در گروه کنترل در روزهای قبل از مواجهه، روز هفدهم و روز بیستم



شکل ۴- میانگین تراز DPOAE بر حسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه یافته با صدا در روزهای قبل از مواجهه، روز هفدهم و روز بیستم

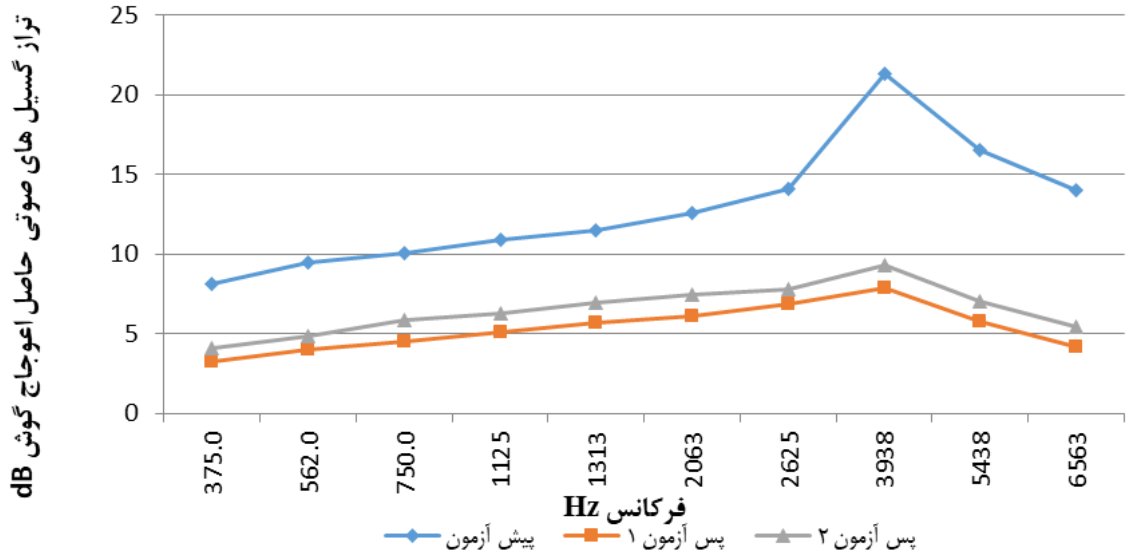


شکل ۵- میانگین تراز DPOAE برحسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه یافته با سوخت جت (JP-4) در روزهای قبل از مواجهه، روز هفدهم و روز بیستم

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

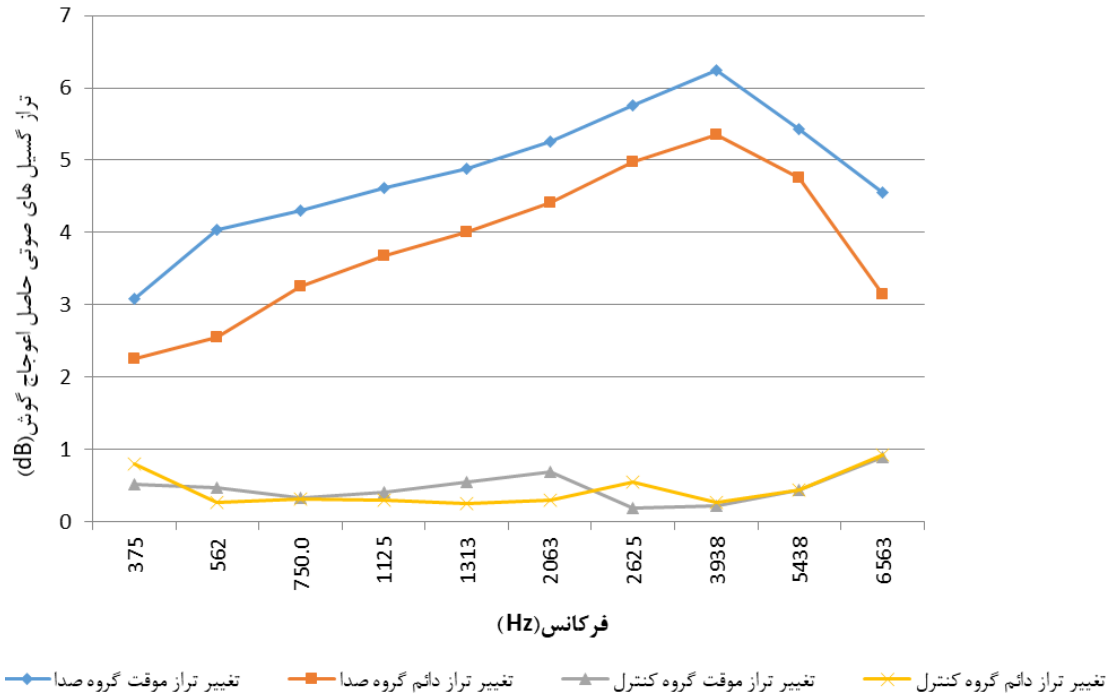


شکل ۶- میانگین تراز DPOAE بر حسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه توام صدا با سوخت جت (JP-4) در روزهای قبل از مواجهه، روز هفدهم و روز بیستم

تغییر تراز موقت و دائم DPOAE در فرکانس‌های مختلف در گروه های مختلف صدا، سوخت جت و مواجهه توام با صدا و سوخت جت

نمودار۹-۷ میانگین تغییر تراز موقت و دائم DPOAE در فرکانس‌های مختلف به ترتیب در گروه مواجهه با صدا، سوخت و توام را نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین مقادیر تغییر تراز موقت و دائم DPOAE در هر سه گروه مواجهه یافته به ترتیب در فرکانس‌های ۳۹۳۷/۵ هرتز و ۳۷۵ هرتز مشاهده شد.

مواجهه مستقل با صدا و سوخت و مواجهه توام سبب کاهش در تغییر تراز موقت DPOAE به ترتیب به اندازه ۶/۲۴، ۳/۰۲ و ۱۳/۴۳ دسی‌بل و تغییر تراز دائم DPOAE به اندازه ۵/۳۵، ۲/۸۵ و ۱۲/۰۲ دسی‌بل در مقایسه با گروه کنترل گردید. به نظر می‌رسد سوخت جت (JP-4) اثر تقویت‌کنندگی بر روی اثر صدا بر تغییر تراز موقت DPOAE در حدود ۴/۱۷ دسی‌بل و بر تغییر تراز دائم DPOAE در حدود ۳/۸۲ دسی‌بل داشته باشد.

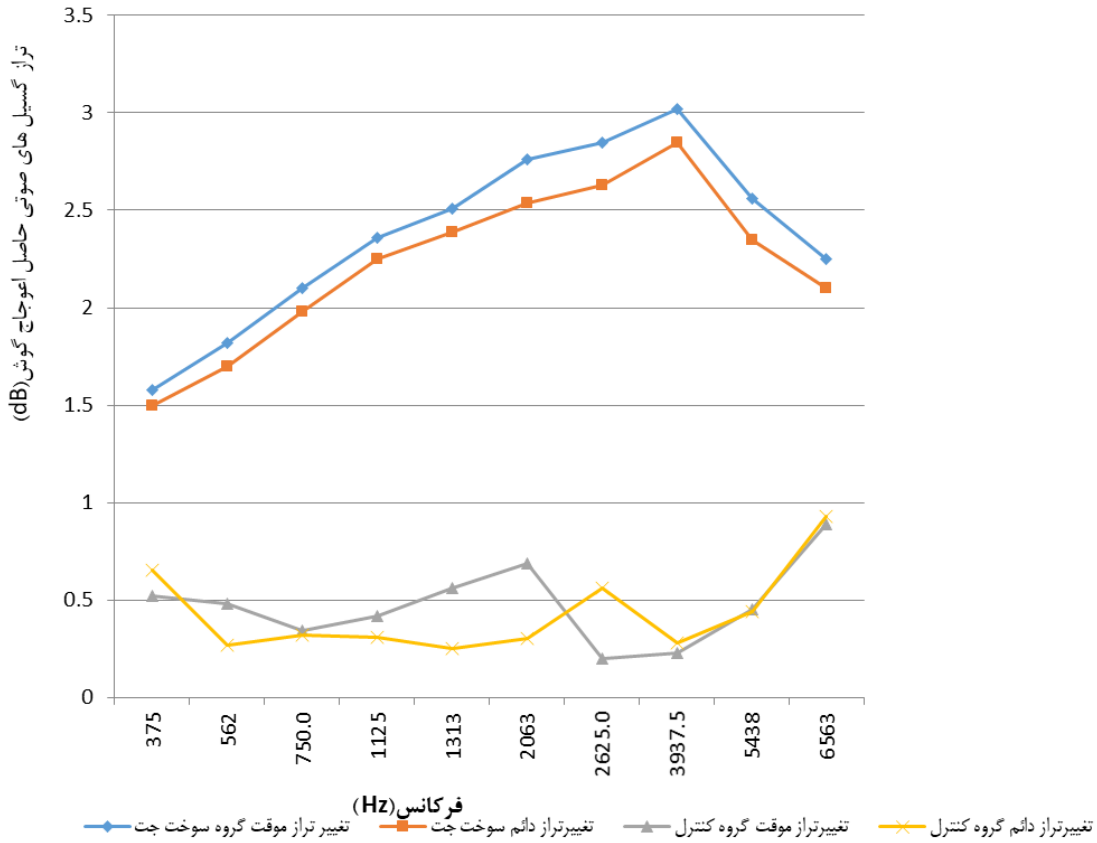


شکل ۷- میانگین تغییر تراز موقت و دائم DPOAE برحسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه یافته با صدا در مقایسه با تغییرات تراز موقت و دائم در گروه کنترل

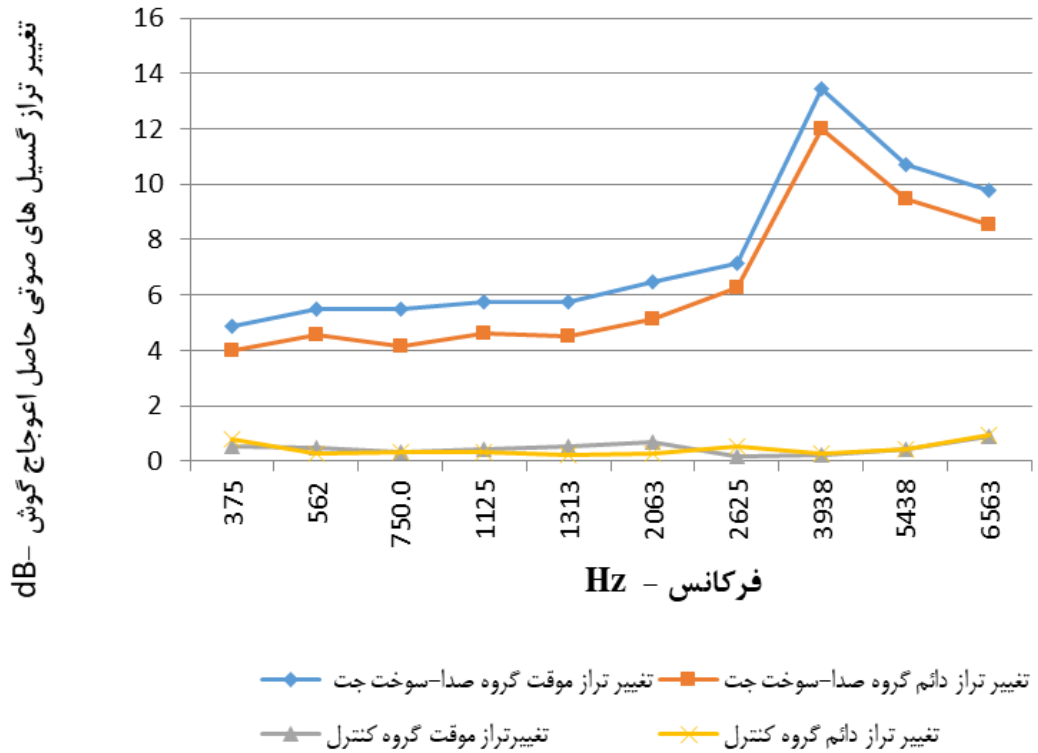
www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020



شکل ۸- میانگین تغییر تراز موقت و دائم DPOAE بر حسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه یافته با سوخت جت (JP-4) در مقایسه با تغییرات تراز موقت و دائم در گروه کنترل



شکل ۹- میانگین تغییر تراز موقت و دائم DPOAE بر حسب فرکانس‌های مختلف در گروه مواجهه توام صدا با سوخت جت (JP-4) در مقایسه با تغییرات تراز موقت و دائم در گروه کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که مواجهه با صدایی با تراز dB_A ۹۵ باعث کاهش تراز DPOAE در گروه مواجهه گردید، که این با نتیجه حاصل از پژوهش Emmerich و همکاران که در سال ۲۰۰۰ با عنوان تاثیر مواجهه با صدا بر روی DPOAE و کاهش سلول‌های مویی حلزون گوش انجام گردید، همخوانی دارد (۱۲). مطالعات متعددی نشان می‌دهد که افت شنوایی ناشی از صدا یک پدیده چند علتی است که در آن علاوه بر آسیب‌های مکانیکی به سلول‌های مویی خارجی در حلزون گوش، آسیب‌های متابولیکی شامل به هم خوردن تعادل یون کلسیم در سلول‌های مویی خارجی و استرس اکسیداتیو ناشی از تشکیل رادیکال‌های آزاد در این سلول‌ها نقش مهمی در ایجاد افت شنوایی ایفا می‌کند (۱۳, ۱۴).

در گروه مواجهه یافته با صدا بیشترین و کمترین تغییرات تراز DPOAE مربوط به فرکانس‌های ۳۹۳۷/۵ هرتز و ۳۷۵ هرتز بود، که بطور قابل توجهی این تفاوت مربوط به فرکانس ۳۹۳۷/۵ هرتز در مقایسه با سایر فرکانس‌هاست. این یافته نشان می‌دهد که افت شنوایی در مواجهه با صدا بیشتر در فرکانس‌های بالا رخ می‌دهد و بیانگر این است که هر دو نوع افت شنوایی دائم و موقت ابتدا در فرکانس‌های بالا و با ادامه مواجهه به سمت فرکانس‌های پایین‌تر گسترده می‌شود. این نتیجه با مطالعه موسوی و همکاران مبنی بر این که مواجهه با صدا ابتدا باعث افت شنوایی در فرکانس‌های بالا (۵۸۸۸/۵۰) و سپس به تدریج در فرکانس‌های پایین رخ می‌دهد، مطابقت دارد. البته در آن مطالعه مدت زمان مواجهه با صدا ۵ روز بود، در نتیجه کاهش تراز DPOAE کمتر بود (۱۵). در این مطالعه مواجهه با صدا سبب کاهش تراز DPOAE در مقایسه با گروه کنترل در روزهای هفدهم (حداکثر ۱۳/۲۵ دسی‌بل) و بیستم (حداکثر ۱۵/۳۶ دسی‌بل) در مقایسه با روز صفر (۲۱/۱۸ دسی‌بل) گردید که تقریبا با مطالعه Fechter و همکاران که مواجهه با صدا به مدت ۵ روز با ۹۷ دسی‌بل بود، مطابقت داشت (۱۶). در آن مطالعه افت شنوایی پس از یک هفته و نیز تا ۴ هفته بعد از مواجهه اندازه‌گیری شد که مقداری برابر۱۰dB را نشان داد (۱۶).

طبق مطالعات انجام شده توسط Rees و همکاران، ناحیه ۴۰۹۶ هرتز به دلیل کمبود جریان عروقی در این ناحیه از اندام کورتی ناحیه شکننده و آسیب‌پذیر در گوش انسان می‌باشد و نیز بیشترین کاهش دامنه پاسخ فرکانسی DPOAE در مطالعات انسانی به فرکانس ۴۰۰۰ هرتز مربوط می‌شود (۱۷, ۱۸). همانگونه که در این مطالعه ملاحظه گردید بیشترین افت شنوایی در فرکانس ۳۹۳۷/۵ هرتز در گوش رت مشاهده شد، که تقریبا مطابق با ناحیه حساس در گوش انسان می‌باشد که از این حیث، بین مطالعه حاضر و یافته‌های مطالعه Rees و همکاران مطابقت وجود دارد. Wagstaff و همکاران مطالعه‌ای بر روی پرسنل خطوط هوایی و خلبانان نروژ با هدف بررسی افت شنوایی به عنوان یکی از پیامد-های مواجهه با صدا انجام دادند. یافته‌های آن‌ها حاکی از وجود صدای بالاتر از استاندارد ISO– ۷۱۲۹ در این صنعت بود. آزمون ادیومتری نشان داد که در همه مشاغل مورد بررسی در صنعت هواپیمایی افت شنوایی ناشی از صدا در فرکانس KHz ۴ مشاهده شد که این یافته نیز با نتایج مطالعه حاضر سازگار بود (۱۹).

آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر یک عاملی تفاوت معنی‌داری بین تراز DPOAE در روزهای مختلف را نشان داد ($p< ۰/۰۵$). مواجهه با صدا سبب کاهش تراز DPOAE در مقایسه با گروه کنترل در روزهای هفدهم (حداکثر ۱۳/۲۵ دسی‌بل) و بیستم (حداکثر ۱۵/۳۶ دسی‌بل) در مقایسه با روز صفر (۲۱/۱۸ دسی‌بل) گردید. نتایج این مطالعه منطبق با یافته‌های موسوی و همکاران بود که در آن مطالعه کاهش تراز DPOAEs طی روزهای صفر(۳۶/۹۲)، هشتم (۱۸/۹۳) و یازدهم (۲۰/۶۵) پس از مواجهه با صدا در گوش خرگوش رخ داده بود (۱۵). با این تفاوت که در مطالعه حاضر تراز DPOAE کاهش کمتری نشان داده است که احتمالا به نوع حیوان مورد مطالعه بر می‌گردد.

مواجهه با صدا سبب کاهش در تغییر تراز موقت DPOAE به اندازه ۶/۲۴ دسی‌بل و تغییر تراز دائم DPOAE به اندازه ۵/۳۵ دسی‌بل در مقایسه با گروه کنترل گردید. این میزان افت شنوایی، مطالعه Fechter و همکاران را که صدا باعث افت شنوایی کم (dB ۱۰) اما دائمی می‌شود، را تائید می‌کند (۱۶). در مطالعه Fechter و همکارانرت‌ها به مدت ۱ ساعت در روز و ۵ روز متوالی با صدای بین dB ۱۰۲–۱۰۰ مواجهه داشتند. آزمون گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش افت شنوایی به میزانdB ۲۰ پس از قطع مواجهه (افت شنوایی موقت) و افتی معادل dB ۱۰ را ۴ هفته بعداز مواجهه (افت شنوایی دائم) نشان داد (۲۰).

حلال‌های آلی، که در گروه مواد مخاطره آمیز شناخته شده‌اند، می‌توانند ایجاد سمیت عصبی مرکزی (۲۱) و سمیت محیطی نمایند. دیده شده است که حلال‌های آلی می‌توانند باعث صدمه به سلول‌های حسی و انتهای اعصاب محیطی کوکلئار شوند و بر روی راه‌های شنوایی در مغز تاثیر بگذارند (۲۲–۲۴). نتایج مربوط به مواجهه در گروه سوخت جت (JP-4) به این صورت بود که بیشترین و کمترین مقادیر تغییر تراز موقت و دائم DPOAE به ترتیب در فرکانس‌های ۳۹۳۷/۵ هرتز و ۳۷۵ هرتز مشاهده شد. سوخت جت به تنهایی سبب کاهش در تغییر تراز موقت DPOAE به اندازه ۳/۰۲ دسی‌بل و تغییر تراز دائم DPOAE به اندازه ۲/۸۵ دسی‌بل در مقایسه با گروه کنترل گردید. در مطالعه Fechter و همکاران (۲۰۰۷) مواجهه با غلظت mg/m^3 ۱۰۰۰ سوخت جت JP-8، به مدت ۵ روز کاهش آشکاری در دامنه DPOAE در فرکانس ۸–۱۲KHz نشان داد. کاهش در دامنه DPOAE حداکثر به dB ۲۰ رسید. اگر چه شواهدی از برگشت نسبی عملکرد در ۴ هفته بعد از مواجهه خبر داد. با این وجود کاهش دامنه DPOAE هنوز پس از یک دوره ۴ هفته‌ای dB ۱۵ بود. این پژوهش یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر را تائید می‌کند با این تفاوت که افت ایجاد شده

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]

Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

توسط سوخت جت (JP-4) کمتر از مطالعه Fechter بود (۱۶) که از دلایل آن می توان به متفاوت بودن نوع سوخت و زمان مواجهه اشاره کرد.

مطالعه دیگری از Fechter و همکاران بر روی ۳ غلظت مختلف از ۲ نوع متفاوت سوخت جت (JP-8) و Fischer-Tropsch (FT) (با غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ mg/m^3) انجام شد که مواجهه با سوخت Fischer-Tropsch در هیچ غلظتی کاهش دامنه DPOAEs را سبب نشد (۲۰). اما سوخت جت (JP-8) در غلظت ۲۰۰۰ mg/m3 نقص موقتی در عملکرد سلولهای مویی خارجی ایجاد کرد اما در سایر غلظت‌ها (۱۰۰۰ mg/m^3 و ۵۰۰) هیچ افتی را نشان نداد. محققان پیشنهاد کردند که مواجهه باید در غلظت‌های بالاتر از ۲۰۰۰ mg/m^3 سوخت جت (JP-8) انجام و نتایج بررسی شود.

سوخت جت JP-4 حاوی درصد بالایی از مقادیر هیدروکربن‌های آروماتیک مانند بنزن، اتیل بنزن، تولوئن، زایلن، ان–هگزان، ۴،۲،۱–تری متیل بنزن، نفتالین، سیکلوهگزان می‌باشد. اتیل بنزن یکی از مواد موجود در سوخت جت می‌باشد. در مطالعه‌ای توسط Cappaert وهمکاران رت‌ها با غلظت‌های بالا(۸۰۰ ppm) به مدت ۸ ساعت در روز و ۵ روز در هفته مواجهه یافتند که مشخص شد اتیل بنزن افت شنوایی در حد ۲۰ dB در رنج فرکانسی ۲۴–۱ KHz ایجاد می‌کند (۲۵)، که با توجه به اینکه نتایج این پژوهش نشان می دهد سوخت جت (JP-4) بر روی افت شنوایی اثر گذاشته و با نتایج کاپارت و همکاران همخوانی دارد، که این ممکن است ناشی از وجود اتیل بنزن در ساختار سوخت باشد.

نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین مقادیر تغییر تراز موقت و دائم DPOAE در گروه مواجهه توام صدا و سوخت جت (JP-4) به ترتیب مربوط به فرکانس‌های۳۹۳۷/۵ هرتز و ۳۷۵ هرتز بود که باعث کاهش چشمگیری در تغییر تراز موقت DPOAE به اندازه ۱۳/۴۳ دسی‌بل و تغییر تراز دائم آن به اندازه ۱۲/۰۲ دسی‌بل در مقایسه با گروه کنترل گردید. به نظر می‌رسد سوخت جت (JP-4) اثر تقویت‌کنندگی بر روی اثر صدا بر تغییر تراز موقت DPOAE در حدود ۴/۱۷ دسی‌بل و بر تغییر تراز دائم DPOAE در حدود ۳/۸۲ دسی‌بل داشته باشد. در مطالعه Guest و همکاران، عملکرد وستیبولار (Vestibular) و ارتباط آن با آستانه‌های شنوایی در گروهی از کارگران که در مواجهه با صداهای با تراز بالا و حلال‌های آلی در بخش تعمیر و نگه‌داری هواپیمایی کار می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین افت شنوایی در فرکانس‌های کم و مواجهه با حلال جمعیت کارگری ارتباط وجود دارد (۲۶)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

Kaufman و همکاران اثر همزمان صدا و سوخت جت بر افت شنوایی در کارگران صنایع نظامی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در گروه‌های هدف با ۳ سال سابقه مواجهه با سوخت جت احتمال افت شنوایی۷۰٪ و برای مواجهه ۱۲ ساله با صدا و سوخت جت به میزان ۲/۴۱ افزایش یافت. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کند که سوخت جت اثری سمی روی سیستم شنوایی دارد (۳) که مطابق با نتایج مطالعه حاضر بود.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد مواجهه همزمان با صدا و سوخت جت بر سیستم شنوایی رت اثر سوء دارد که این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش Fuente و همکاران در خصوص مواجهه پرسنل نیروی هوایی استرالیا با سوخت جت و اثر آن روی سیستم شنوایی همخوانی دارد (۲۷).

در مطالعه Kim و همکاران اثر توام صدا و مواجهه با حلال‌های آلی بر عملکرد شنوایی در بین کارگران صنعت هواپیمایی بررسی شد. شیوع افت شنوایی در گروه در معرض توام صدا و حلال‌های آلی(۵۴/۹٪) بالاتر از افت شنوایی درسایر گروه‌ها (۰/۶٪ در گروه بدون مواجهه، ۱۷/۱٪ در گروه مواجهه یافته با صدا به تنهایی، و ۲۷/۸٪ در گروه مواجهه یافته با مخلوط حلال‌های آلی) تعیین شد. این نتایج پیشنهاد می‌کند مواجهه مزمن با مخلوط حلال‌های آلی اثری سمی روی سیستم شنوایی دارد(۶) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

مطالعات اخیر پیشنهاد می‌کند که چندین ماده در محیط‌های صنعتی می‌تواند همراه با صدا بر افت شنوایی ناشی از صدا اثر هم‌افزایی داشته باشد. اگر چه، به دلیل کمبود اطلاعات سم‌شناسی از واکنش موجود بین مواد موجود در محیط‌های صنعتی نمی‌توان به طور واضح در مورد اثرات تداخلی مواد تصمیمی گرفت. اکثر مطالعات روی رت انجام شده‌اند. محدوده فرکانس شنیداری برای این گونه بین ۵ و ۸۰ کیلوهرتز، و با بیشترین حساسیت در ۸ کیلوهرتز، است، در حالی که در گونه انسان این محدوده از ۰/۰۲ تا ۲۰ کیلوهرتز و اختصاصا بین۰/۲۵ تا ۸ کیلوهرتز می‌باشد (۲۸،۲۹). علی رغم تفاوت، در این دو گونه، اثرات شنوایی روی سلول‌های مویی خارجی در غشای پایه کوکلئار، ناحیه‌ای که مسئول درک صداهای با فرکانس بالاست، می‌باشد (۳۰). افت شنوایی شغلی به طور عمده مربوط به مواجهه کارگران با صدا در محیط کار می‌باشد. اگرچه، مواد شیمیایی خاصی می‌توانند روی شنوایی اثر داشته باشند، و نیز از طریق اختلال عملکرد کوکلئار و یا با اثر روی سیستم شنوایی مرکزی و یا حتی از طریق تقویت اثرات صدا باعث افت شنوایی شنوند. در مقالات علمی حدود ۱۰۰ ماده شیمیایی در محیط کار شناسایی شده‌اند که بالقوه اتوتوکسیک هستند (۳۱).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد هرچند مواجهه با سوخت جت تاثیر کمی بر سیستم شنوایی دارد با این وجود مواجهه توام با صدا و سوخت جت اثر همدیگر را تقویت کرده و باعث کاهش قابل توجهی در دامنه DPOAEs می گردد. همچنین با توجه به بیشترین افت دامنه DPOAE در فرکانس حدود ۴ کیلو هرتز (۳۹۳۷/۵ هرتز) در گوش رت رخ داد که از این نظر می‌توان گفت که با ناحیه مربوط به شروع افت شنوایی در انسان مطابقت

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

دارد. در نتیجه احتیاط لازم در زمانی که این عوامل زیان آور به صورت همزمان در محیط کار وجود دارد جهت پیشگیری از به وجود آمدن مشکلات شنوایی برای پرسنل شاغل در اینگونه محیط‌های کاری لازم به نظر می رسد. لازم به ذکر است با توجه به نتایج حاصل از این مطالعات حیوانی، تجدیدنظر در حدود آستانه مجاز مواجهه با صدا در محیط‌های کاری که مواجهه توام مواد شیمیایی و صدا وجود دارد، لازم می‌باشد. همچنین انجام مطالعات بیشتر در ارتباط با اثر توام صدا و سوخت جت، با توجه به این که مطالعات اندکی از اثر این ماده با صدا و نیز اثر تنهایی این ماده بر سیستم شنوایی وجود دارد محسوس می باشد. در نهایت، تحقیقات وسیع‌تر برای آشکارسازی وجوه بیشتری از اثر تداخلی مواجهه توام "صدا" با مشخصه‌های متفاوت مانند تراز و فرکانس و "سوخت جت" با انواع و تراکم‌های مختلف پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج این مطالعه، مواجهه با صدا باعث افت شنوایی خصوصاً در فرکانس‌های بالا (بالاتر از ۴ کیلوهرتز) در گوش رت شد. نتایج مقایسه دامنه DPOAE گروه مواجهه با صدا و جت در روزهای هفدهم (معیاری از افت شنوایی موقت) و بیستم (معیاری از افت شنوایی دائم) با صفر (مبنا)، نشان داد بیشترین کاهش دامنه در روز هفدهم وجود دارد. سوخت جت در مقایسه با صدا تاثیر کمتری بر روی سیستم شنوایی داشت. مطابق یافته‌های حاصل از این مطالعه، مواجهه توام صدا و سوخت جت سبب کاهش بیشتری در دامنه DPOAE در مقایسه با سه گروه دیگر شد. بیشترین افت دامنه DPOAE در فرکانس حدود ۴ کیلو هرتز (۳۹۳۷/۵ هرتز) در گوش رت رخ داد که از این نظر می‌توان گفت که با ناحیه مربوط به شروع افت شنوایی در انسان مطابقت دارد. کمترین افت مشاهده شده در فرکانس ۳۷۵ هرتز بود. به نظر می‌رسد که سوخت جت اثر تقویت‌کنندگی بر اثرات سوء صدا بر سیستم شنوایی داشته باشد. مواجهه مستقل با صدا و سوخت و مواجهه توام سبب کاهش در تغییر تراز موقت DPOAE به ترتیب به اندازه ۶/۲۴، ۳/۰۲ و ۱۳/۴۳ دسی‌بل و تغییر تراز دائم DPOAE به اندازه ۵/۳۵، ۲/۸۵ و ۱۲/۰۲ دسی‌بل در مقایسه با گروه کنترل گردید. به نظر می‌رسد سوخت جت (JP-4) اثر تقویت‌کنندگی بر روی اثر صدا بر تغییر تراز موقت DPOAE در حدود ۴/۱۷ دسی‌بل و بر تغییر تراز دائم DPOAE در حدود ۳/۸۲ دسی‌بل داشته باشد. بطور کلی مواجهه با صدا اثری کم ولی دائمی در دامنه گسیل‌های صوتی اعوجاجی گوش داشت. سوخت جت نیز به تنهایی تاثیر کمی بر دامنه DPOAE دارد اما زمانی که مواجهه توام این دو ماده وجود داشت، اثر همدیگر را تقویت کرده و باعث کاهش قابل توجهی در دامنه DPOAEs شدند.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- اتخاذ اقدامات پیشگیرانه و کنترلی مناسب جهت محدود نمودن میزان مواجهه نظامیان نیروی هوایی با تراز بالای صدای محیطی، مانند نصب موانع صوتی، انجام معاینات ادواری شنوایی سنجی، کاهش زمان کاری و استفاده از گوشی‌های محافظتی
- اتخاذ اقدامات پیشگیرانه و کنترلی مناسب جهت محدود نمودن میزان مواجهه نظامیان نیروی هوایی با بخارات سوخت جت، مانند ارتقاء کیفیت سوخت جت، پایش های ادواری هوای محیط، کاهش زمان کاری، استفاده از تجهیزات محافظت تنفسی

تشکر و قدردانی: این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی (کد ۱۵۸۰) با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شده است.

نقش نویسندگان: عبدالهی: همکاری در انجام پژوهش و تهیه فول تکیت، خوانین: راهنمایی در انجام پژوهش، محمدی: راهنمایی در انجام پژوهش و همکاری در تهیه فول تکست، فرهنگ دهقان: راهنمایی در انجام پژوهش و همکاری در تهیه فول تکست، کایدانی: ارائه ایده، انجام پژوهش و همکاری در تهیه فول تکست. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع:

1. Tak S, Davis RR, Calvert GM. Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers-NHANES, 1999-2004. American journal of industrial medicine. 2009;52(5):358-71. doi:10.1002/ajim.20690
2. Campo P, Morata TC, Hong O. Chemical exposure and hearing loss. Disease-a-month: DM. 2013;59(4):119. doi:10.1016/j.disamonth.2013.01.003
3. Kaufman LR, LeMasters GK, Olsen DM, Succop P. Effects of concurrent noise and jet fuel exposure on hearing loss. Journal of occupational and environmental medicine. 2005;47(3):212-8. doi:10.1097/01.jom.0000155710.28289.0e
4. Ritchie G, Still K, Rossi Iii J, Bekkedal M, Bobb A, Arfsten D. Biological and health effects of exposure to kerosene-based jet fuels and performance additives. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B. 2003;6(4):357-451. doi:10.1080/10937400306473
5. Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytke E, Szymczak W, Kotylo P, Fiszer M, Wesolowski W, et al. Exacerbation of noise-induced hearing loss by co-exposure to workplace chemicals. Environmental

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.30491/JMM.22.4.4]
Downloaded from militarymedj.ir at 8:46 +0430 on Monday August 3rd 2020

Toxicology and Pharmacology. 2005;19(3):547-53. doi:10.1016/j.etap.2004.12.018
6. Kim J, Park H, Ha E, Jung T, Paik N, Yang S. Combined effects of noise and mixed solvents exposure on the hearing function among workers in the aviation industry. Industrial health. 2005;43(3):567-73. doi:10.2486/indhealth.43.567
7. Mohammadi H, Dehghan S, Abdollahi M, Kalantar M, Kaydany M. Effect of High Light Level on Sperm parameters in Mice. Iran Occupational Health (in Press). 2020.
8. PhoCheck Tiger Portable PID VOC Detector. 2010 [Available from: http://www.ionscience.com
9. Jafarzadeh S. Comparison of Signal to Noise Ratio in Distortion Product Otoacoustic Emission between Human and Rat. Iran South Medical Journal. 2018;21(4): 297-303.
10. Doosti A, Lotfi Y, Moosavi A, Bakhshi E, Talasaz AH. Distortion product otoacoustic emission (DPOAE) as an appropriate tool in assessment of otoprotective effects of antioxidants in noise-induced hearing loss (NIHL). Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery. 2014;66(3):325-9. doi:10.1007/s12070-014-0721-7
11. Müller J, Janssen T. Impact of occupational noise on pure-tone threshold and distortion product otoacoustic emissions after one workday. Hearing research. 2008;246(1-2):9-22. doi:10.1016/j.heares.2008.09.005
12. Emmerich E, Richter F, Reinhold U, Linss V, Linss W. Effects of industrial noise exposure on distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) and hair cell loss of the cochlea-long term experiments in awake guinea pigs. Hearing research. 2000;148(1-2):9-17. doi:10.1016/S0378-5955(00)00101-5
13. Heinrich U-R, Feltens R. Mechanisms underlying noise-induced hearing loss. Drug Discovery today: disease mechanisms. 2006;3(1):131-5. doi:10.1016/j.ddmec.2006.02.003
14. Motalebi Kashani M, Khavanin A, Alameh A, Mirzaei R, Akbari M. Effect of simultaneous noise and carbon monoxide exposure on rabbits' auditory brain stem response. KAUMS Journal (FEYZ). 2010;13(4):261-70.
15. Moussavi-Najarkola S, Khavanin A, Mirzaei R, Salehnia M, Muhammadnejad A, Akbari M. Temporary and permanent level shifts in distortion product otoacoustic emissions following noise exposure in an animal model. Int J Occup Environ Med (The IJOEM). 2012;3(3 July).
16. Fechter LD, Gearhart C, Fulton S, Campbell J, Fisher J, Na K, et al. JP-8 jet fuel can promote auditory impairment resulting from subsequent noise exposure in rats. Toxicological Sciences. 2007;98(2):510-25. doi:10.1093/toxsci/kfm101
17. Sataloff RT, Sataloff J. Occupational hearing loss: CRC Press; 2006. doi:10.1201/9781420015478
18. Rees T, Duckert L. Hearing loss and other otic disorders. Textbook of clinical occupational and environmental medicine 1st ed Toronto: WB Saunders. 1994:117-23.
19. Wagstaff AS, Årva P. Hearing loss in civilian airline and helicopter pilots compared to air traffic control personnel. Aviation, space, and environmental medicine. 2009;80(10):857-61. doi:10.3357/ASEM.1991.2009
20. Fechter LD, Gearhart CA, Fulton S. Ototoxic potential of JP-8 and a Fischer-Tropsch synthetic jet fuel following subacute inhalation exposure in rats. Toxicological sciences. 2010;116(1):239-48. doi:10.1093/toxsci/kfq110
21. Juntunen J, Hupli V, Hernberg S, Luisto M. Neurological picture of organic solvent poisoning in industry. International archives of occupational and environmental health. 1980;46(3):219-31. doi:10.1007/BF00380012
22. Crofton K, Zhao X. Mid-frequency hearing loss in rats following inhalation exposure to trichloroethylene: evidence from reflex modification audiometry. Neurotoxicology and teratology. 1993;15(6):413-23. doi:10.1016/0892-0362(93)90059-W
23. Crofton K, Zhao X. The ototoxicity of trichloroethylene: extrapolation and relevance of high-concentration, short-duration animal exposure data. Toxicological Sciences. 1997;38(1):101-6. doi:10.1093/toxsci/38.1.101
24. Fechter LD, Liu Y, Herr DW, Crofton KM. Trichloroethylene ototoxicity: evidence for a cochlear origin. Toxicological sciences. 1998;42(1):28-35. doi:10.1006/toxs.1997.2413
25. Cappaert NL KS, Muijser H, de Groot JC, Kulig BM, Smoorenburg GF. The ototoxic effects of ethyl benzene in rats. Hearing research. 1999;137(1):91-102. doi:10.1016/S0378-5955(99)00141-0
26. Guest M, Boggess M, D'Este C, Attia J, Brown A. An observed relationship between vestibular function and auditory thresholds in aircraft-maintenance workers. Journal of occupational and environmental medicine. 2011;53(2):146-52. doi:10.1097/JOM.0b013e318204fa7f
27. Fuente A, Hickson L, Morata TC, Williams W, Khan A, Fuentes-Lopez E. Jet fuel exposure and auditory outcomes in Australian air force personnel. BMC public health. 2019;19(1):675. doi:10.1186/s12889-019-7038-0
28. Franks J, Morata TC. Ototoxic effects of chemicals alone or in concert with noise: a review of human studies. Scientific basis of noise-induced hearing loss. 1996:437-46.
29. Cary R, Clarke S, Delic J. Effects of combined exposure to noise and toxic substances-critical review of the literature. The Annals of occupational hygiene. 1997;41(4):455-65. doi:10.1016/S0003-4878(97)00006-9
30. Gagnaire F, Langlais C. Relative ototoxicity of 21 aromatic solvents. Archives of Toxicology. 2005;79(6):346-54. doi:10.1007/s00204-004-0636-2
31. Morata TC, Johnson A-C, Nylen P, Svensson EB, Cheng J, Krieg EF, et al. Audiometric findings in workers exposed to low levels of styrene and noise. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2002;44(9):806-14. doi:10.1097/00043764-200209000-00002

www.SID.ir