

## بررسی اثرات توام صدا و تولوئن بر قدرت شنوایی کارگران دو کارخانه کفش سازی تهران، ۱۳۷۹

دکتر پروین نصیری<sup>۱</sup>، دکتر فریده گل‌بابایی<sup>۱</sup>، اکبر احمدی آسور و دکتر کرامت الله نوری<sup>۲</sup>

### چکیده:

این پژوهش به منظور ارزیابی اثرات توام صدا و حلال آلی تولوئن بر روی قدرت شنوایی کارگران، در دو کارخانه کفش سازی در تهران انجام گرفته است. از این دو کارخانه ۶۴ کارگر انتخاب شدند که در سه گروه در معرض صدا (۳۳ نفر)، در معرض تولوئن (۵ نفر) و در معرض صدا و تولوئن (۲۶ نفر) قرار داشتند. تراکم تولوئن در منطقه تنفسی کارگران و تراز کلی و تراز معادل نیم ساعته صدا اندازه گیری گردید. دز صدای شنیده شده توسط کارگران در طول شیفت کار محاسبه و شنوایی کارگران در فرکانس های ۵۰۰ الی ۴۰۰۰ هرتز اندازه گیری شد و از روی نتایج شنوایی سنجی پس از تصحیح سن، میزان معلولیت توام دو گوش از راه هوایی و استخوانی محاسبه گردید.

نتایج بررسی نشان داد که ارتباط معنی داری بین افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا و همچنین ناشی از مواجهه با صدا و تولوئن وجود دارد ( $p < 0/05$ ). گروهی که در معرض صدا و تولوئن بودند نسبت به گروهی که در معرض صدا بودند، افت شنوایی و معلولیت شنوایی بیشتری را نشان دادند. این بررسی نشان می دهد تولوئن با تاثیر بر سیستم شنوایی سبب افت شنوایی بیشتری در فرکانس های میانی می شود.

**واژگان کلیدی:** صدا، تولوئن، اثرات توام، افت شنوایی، معلولیت شنوایی، فرکانس

<sup>۱</sup> گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵، تهران، ایران.

**مقدمه :**

استیل سالی سیلات (SAS) را روی حساسیت شنوایی موش و رت مورد بررسی قرار داد. نتیجه پژوهش نشان داد که تولون سبب آسیب به سیستم شنوایی جانوران در فرکانسهای میانی می شود، افت شنوایی بوجود آمده توسط تولون در مواجهه با SAS و صدا نیز افزایش می یابد (Johanson A.C., 1993).

Johnson در سال ۱۹۹۴ مطالعه دیگری در این زمینه انجام داد، وی در این مطالعه افت پیش رونده سلولهای مورا که تحت تاثیر بخارات تولون بودند در رتها (Rats) مورد پژوهش و تحقیق قرار داد. نتیجه پژوهش نشان داد که سلولهای مورا خارجی در ناحیه فرکانس میانی بیشتر تحت تاثیر تولون قرار گرفته اند و بعد از یک دوره مواجهه طولانی این آسیب گسترش یافته و سلولهای مورا داخلی را نیز آسیب رسانده است (Johnson A.C., Canlon B., 1994).

در کشور ما، تحقیقات متعددی در زمینه اثرات ترکیبات آلی از جمله حلال تولون و همچنین اثرات صدا هریک به تنهایی بر روی سلامت گروههای شغلی مختلف انجام گرفته است. ولی تحقیقی در مورد اثرات توام این دو عامل روی افرادی که به طور همزمان در معرض هر دو عامل هستند صورت نگرفته است، لذا صنعت کفش سازی به عنوان یکی از صنایعی که هر دو عامل صدای ناشی از کار کردن دستگاهها و حلال تولون (در مراحل ساخت کفش و تسمه استفاده می شود) در آن موجود می باشد، برای انجام تحقیق انتخاب شد.

هدف از این مطالعه بررسی اثرات توام دو عامل صدا و حلال تولون بر قدرت شنوایی کارگران در کارخانه کفش سازی بوده است.

**روش کار :**

این بررسی از نوع مقطعی - تحلیلی بوده که در دو کارخانه کفش سازی در تهران انجام شده است. در این دو کارخانه در مرحلهی از ساخت کفش از حلال تولون استفاده می شد و تعدادی از کارگران در حین کار در مواجهه با این

با گسترش وسیع تکنولوژی و اختراع و ساخت دستگاهها و تجهیزات مختلف، استفاده از مواد شیمیایی نیز رشد چشمگیری یافته است. حلالهای شیمیایی از آن دسته از مواد و ترکیباتی هستند که با تنوع زیاد در صنایع مختلف استفاده می شوند، اثرات زیان آور حلالها بر سلامت انسان موضوعی است که همواره مورد توجه محققین بوده است. تولون از جمله حلالهای آلی است که یکی از اثرات زیان آور آن، مشابه با عوارض ناشی از مواجهه بیش از حد مجاز با صدای آزاردهنده است.

در صنایع باتوجه به نوع فرآیند، عوامل زیان آور گوناگونی وجود دارند که کارگران حین کار در مواجهه با تمامی آنها می باشند، در نتیجه مواجهه توام با این عوامل، احتمال دارد اثرات زیان آور آنها تشدید شوند. عامل صدا و حلال آلی تولون از جمله عواملی هستند که می توانند اثرات مخربی بر قدرت شنوایی افرادی که همزمان در معرض این دو عامل قرار می گیرند داشته باشند.

مطالعه ای توسط Moratu T.C. و همکاران در سال ۱۹۹۳ بر روی کارگران کارخانه چوب و رنگ انجام گرفت. در این پژوهش ۵۰ کارگر در معرض صدا، ۵۱ کارگر در معرض توام صدا و تولون و تعداد ۳۹ نفر که در معرض مخلوطی از حلالهای آلی قرار داشتند انتخاب گردیدند، نتیجه پژوهش نشان داد که خطر افت شنوایی برای گروه در معرض صدا ۴ برابر و برای گروه در معرض صدا و تولون ۱۱ برابر و برای گروهی که در معرض مخلوط حلالها بودند ۵ برابر بیشتر از گروه شاهد بود (Moratu T.C. et al. 1993).

در مطالعه دیگری که توسط Mortau و همکاران در سال ۱۹۹۵ روی عملکرد سیستم شنوایی و وستیبولار بعد از تماس با تولون انجام شد. نتیجه بررسی حاکی از آن بود که تولون می تواند به طور جدی روی قدرت شنوایی کارگران تاثیر بگذارد (Moratu T.C. et al. 1995).

Johanson در سال ۱۹۹۳ اثرات تولون به تنهایی، و همچنین در حضور عوامل دیگری مانند صدا و اسید

از پمپهای نمونه بردار SKC مدل ۳-۲۲۲ استفاده گردید. پس از کالیبره کردن پمپ، فلوی آن طبق توصیه NIOSH برابر ۱۰۰ ml/min تنظیم شد و پس از نصب به کارگر، نمونه های یک ساعته از منطقه تنفسی کارگر برداشته شد و با توجه به زمان سنجیهای به عمل آمده، و نتایج حاصل از پیش آزمون و خط مشی نمونه برداری، تعدادی نمونه در هر شیفت تهیه شد تا نهایتاً امکان دستیابی به میانگین زمانی تراکم در شیفت کار حاصل گردد. نمونه ها پس از حمل به آزمایشگاه توسط دی سولفید کربن به روش شیمیایی بازیافت و به وسیله دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Varian B 600 مورد آنالیز قرار گرفت از دستگاه گاز کروماتوگراف با مشخصات زیر استفاده شده است:

Column temp: 38 °C  
 Det : FiD 200 °C  
 Column : SE - 303m d = 3 mm  
 Flow N2: 30 ml/min  
 PN2 : 80 PSi  
 PH2 : 40 Psi

حساسیت ۸ با گستردگی ۱۰

جهت تصحیح حجم هوای نمونه برداری شده به شرایط استاندارد، دما، رطوبت نسبی و فشار هوا اندازه گیری شد. تصحیحات حجمی با توجه به فشار و دمای هوا انجام و با استفاده از رابطه زیر غلظت تولون بر حسب PPM بیان گردید.

$$C = \frac{24.45.m}{Mw.V}$$

در رابطه بالا:

C: تراکم حلال مورد نظر به PPM

m: وزن کل ماده مورد نظر به mg

Mw: وزن مولکولی حلال به gr/ml

۲۴/۴۵: حجم مولکولی ماده مورد نظر در دمای

۲۵ ° سانتی گراد و فشار mmHg، ۷۶

برای اندازه گیری صدا از دستگاه تراز سنج صوت

CEL همراه با آنالیز مربوطه استفاده شد. قبل از شروع

اندازه گیری، دستگاه توسط کالیبراتور، کالیبره گشت و

حلال قرار می گرفتند. علاوه بر این، صدای آزاردهنده نیز هنگام کار دستگاهها منتشر می شد.

از مجموع کارگران دو کارخانه، تعداد ۶۴ نفر انتخاب، و به سه گروه در معرض صدا (گروه صفر)، در معرض تولون (گروه ۱) و در معرض صدا و تولون (گروه ۲) تقسیم شدند. ۳۳ نفر در گروه صفر، ۵ نفر در گروه ۱ و ۲۶ نفر در گروه ۲ قرار داشته و به عنوان مورد و شاهد یکدیگر در نظر گرفته شدند.

این تحقیق از چندبخش تشکیل یافته که برای سهولت، روشها و وسایل بکار رفته در هر بخش جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است:

- اندازه گیری و تعیین مقدار تولون در منطقه تنفسی کارگران
- اندازه گیری صدا در بخشهای مختلف کارخانه
- اندازه گیری و محاسبه مواجهه فردی کارگران با صدا
- تعیین آستانه شنوایی کارگران از طریق اودیومتری
- جهت اندازه گیری و تعیین مقدار تراکم تولون لوازم و وسایل زیر به کار رفته اند:

۱- دتکتوریوب تولون ساخت شرکت GASTEC

۲- پمپ پیستونی همراه با دتکتوریوب جهت انجام پیش آزمون

۳- لوله های نمونه بردار ذغال فعال به همراه نگه دارنده و اوریفیس محدود کننده

۴- پمپ نمونه بردار فردی با دبی پایین

برای جمع آوری بخارات، از لوله های ذغال فعال، ساخت آزمایشگاه بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران که صحت کار آن تایید گردیده بود، استفاده شد. این لوله ها طبق استاندارد NIOS ساخته شده است.

ابتدا با استفاده از دتکتوریوب های تولون، پیش آزمون انجام شد و سپس براساس نتایج بدست آمده استراتژی نمونه برداری مشخص گردید. در این مرحله به نمونه برداری تولون توسط روش جذب سطحی و با استفاده از لوله های جاذب سطحی ذغال فعال اقدام گردید. جهت نمونه برداری

شد که می توان روی نمونه های مورد نظر، بررسیهای لازم را انجام داد. با استفاده از پمپهای نمونه بردار فردی و لوله های زغال فعال، نمونه برداری در طول شیفت کاری در منطقه تنفسی انجام و پس از آنالیز در آزمایشگاه، میانگین وزنی زمانی (TWA) برای هر فرد محاسبه گردید، تعداد نمونه ها برای ۳۱ نفر از کارگران می باشد، زیرا گروه صفر که فقط در مواجهه با صدا بودند هیچگونه مواجهه ای با تولون نداشتند.

در جدول ۳، میانگین وزنی زمانی (TWA) تولون را به PPM برای یک شیفت کاری برای گروههای در تماس نشان داده شده است.

**نتایج اندازه گیری صدا:** با استفاده از دستگاه صدا سنج CEL، تراز کلی فشار صوت  $L_p$  و تراز معادل صدا ( $30'$ )  $Loq$  به  $dBA$  اندازه گیری شد. بیشترین مقدار صدای اندازه گیری شده در محل کار کارگران گروه صفر به میزان  $95/8 A (30') Lwq$  دسی بل و کمترین آن به میزان  $77/6 A (30') Leq$  دسی بل مربوط به محل کار کارگران در معرض تولون بوده است. صدای اندازه گیری شده در این قسمت ناشی از صدای زمینه است.

علاوه براین با استفاده از دزیمر  $272$  CEL، میزان مواجهه فردی کارگران با صدا اندازه گیری و محاسبه گردید. نتایج این اندازه گیری در جدول ۳ آمده است.

میانگین و انحراف معیار دز صدای جذب شده در گروه صفر به میزان  $92/64 \pm 2/91$   $dBA$  بیش از دو گروه دیگر محاسبه شده و در گروه ۱ که کارگران فقط در معرض تولون هستند، دز محاسبه شده کمتر از دو گروه دیگر یعنی  $77/57 \pm 5/62$   $dBA$  بوده است. میانگین دز صدای شنیده شده در گروه ۲ یعنی کارگرانی که در معرض توام تولون و صدا بودند  $83/53 \pm 4/17$   $dBA$  محاسبه شد.

پس از انجام شنوایی سنجی و تصحیح سن، آفت شنوایی در هر گوش اندازه گیری و سرانجام درصد معلولیت شنوایی هر دو گوش محاسبه گردید که درصد معلولیت توام

ترازهای کلی صدا  $L_{pA}$  و تراز معادل نیم ساعت ( $30'$ )  $Leq$  اندازه گیری گردید. همچنین با استفاده از دوزیمر فردی  $272$  CEL پس از کالیبره کردن، میزان مواجهه فردی با صدا در یک شیفت کاری اندازه گیری و محاسبه گردید.

برای اندازه گیری آستانه شنوایی کارگران در معرض صدا و تولون از دستگاه شنوایی سنج پرتابل Madsen استفاده شد. در این مطالعه، ادیومتری به دو روش هوایی و استخوانی انجام گرفت و پس از تصحیح سن، درصد معلولیت برای هر گوش به تنهایی و درصد معلولیت توام محاسبه شد (Berer, et al. 1988) برای آنالیز آماری به درصد معلولیت توام هوایی و استخوانی به ترتیب کدهای  $RLA$  و  $RLB$  اختصاص داده شد.

## نتایج:

دو کارخانه کفش سازی برای بررسی اثرات توام صدا و تولون روی سیستم شنوایی کارگران انتخاب شد، در هر دو کارخانه آلودگی صوتی ناشی از کار کردن دستگاهها و همچنین حلال تولون در مراحل چسباندن لایه های لاستیکی به یکدیگر موجود بودند. در این مطالعه ۶۴ کارگر انتخاب و به سه گروه تقسیم شدند.

گروه ۰: در معرض صدا گروه ۱: در معرض تولون  
گروه ۲: در معرض توام صدا و تولون

در جدول ۱، مشخصات فردی گروههای در معرض تماس نشان داده شده است. بیشترین میانگین سن مربوط به گروه ۱، به میزان ۴۵ سال و بیشترین میانگین سابقه کار به میزان  $17/4$  سال نیز مربوط به گروه ۱ بوده است.

وضعیت تحصیلات در گروههای مختلف در جدول ۲ آمده است. در هر گروه فراوانی کارگران با تحصیلات ابتدایی بیش از فراوانی کارگران بی سواد و تحصیلات راهنمایی و دیپلم بوده است.

**نتایج اندازه گیری تراکم تولون:** برای تعیین مقدار تولون در مرحله پیش آزمون از دکتور تیوپ و پمپ پیستونی استفاده گردید. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص

آن گروهی که در معرض تولون و صدا بودند دارای معلولیت توام شنوایی به میزان  $RLA = 1/12 \pm 9/97$  و  $RLB = 14/62 \pm 4/25$  و بالاخره در گروهی که فقط در معرض صدا بودند کمترین معلولیت توام شنوایی به میزان  $RLA = 4/4 \pm 3/77$  و  $RLB = 14/33 \pm 1/45$  بوده اند. همچنین اختلاف شاخصهای معلولیت هر دو گوش از راه هوا و استخوان در سه گروه مقایسه شد که با توجه به آزمون T اختلاف معنی دار نبود ( $p < 0/05$ ) ولی با توجه به آنالیزهای غیر پارامترهای Wilcoxon و Kruskal-wallis اختلاف بین گروه در معرض صدا و گروه در معرض صدا و تولون معنی دار بود ( $p < 0/05$ ). دلیل آن شاید توزیع غیر نرمال داده ها بوده است. علاوه بر این براساس آنالیز آماری، بین سابقه کار و شاخصهای RLA و RLB در دو گروه در معرض صدا و در معرض صدا و تولون به طور توام اختلاف معنی داری وجود داشته است ( $p < 0/05$ ) کارگرانی که به طور توام در معرض تولون و صدا بوده اند همبستگی مثبتی بین دز صدای دریافتی و معلولیت توام دو گوش از راه هوایی را نشان دادند یعنی با افزایش دز صدای جذب شده میزان RLA نیز افزایش یافته است.

مقایسه نتایج شنوایی سنجی کارگران در فرکانسهای ۵۰۰ الی ۴۰۰۰ هرتز، حاکی از آن است که میزان افت شنوایی در فرکانسهای میانی نسبت به فرکانسهای بالاتر بیشتر است که با یافته های Johanson سالهای (۱۹۹۳ و ۱۹۹۴) که بر روی موش و رت انجام شده بود، مطابقت دارد.

دو گوش از راه هوایی (RLA) و درصد معلولیت توام دو گوش از راه استخوان (RLB) در جدول ۳ آمده است.

### نتیجه گیری :

به منظور بررسی ارتباط بین افت شنوایی و مواجهه با حلال آلی تولون و نحوه تاثیر مواجهه توام صدا و تولون، دو کارخانه کفش سازی که در آنها فرآیند کار مشابه بوده و آلودگی صدا در نتیجه کار کردن دستگاهها منتشر، و همچنین حلال تولون در هنگام چسباندن قطعات لاستیکی مورد استفاده قرار می گیرد، انتخاب شد. در این دو کارخانه ۶۴ کارگر انتخاب شدند که در ۳ خط تولیدی به ترتیب فقط در معرض صدا (۳۳ نفر) فقط در معرض تولون (۵ نفر) و بالاخره در معرض صدا و تولون به طور توام (۲۶ نفر) قرار داشتند.

در این مطالعه، جهت آنالیز آماری نتایج بدست آمده از نرم افزار آماری SAS و S-plus استفاده شده است.

برای تحلیل نتایج معلولیت توام گوش از راه هوا و استخوان (RLA و RLB)، سابقه کار، سن، دز صدا و میانگین وزنی زمانی تراکم تولون از آنالیز Nonparametric و Co-Variance استفاده شد.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که RLA و RLB در سه گروه اختلاف معنی داری داشتند، ( $p < 0/05$ ) به این صورت که گروهی که در معرض تولون بودند دارای بیشترین معلولیت شنوایی در دو گوش به میزان  $RLA = 10/03 \pm 1/02$  و  $RLB = 7/12 \pm 9/89$  و پس از

جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار سن و سابقه کار کارگران در معرض صدا و تولون در کارخانه کفش سازی تهران

۲ (صدا و تولون)			۱ (تولون)			۰ (صدا)			گروه در معرض شاخص
انحراف معیار	میانگین	تعداد	انحراف معیار	میانگین	تعداد	انحراف معیار	میانگین	تعداد	متغیر
۱۰/۸۶	۳۹/۵	۲۶	۸/۵	۴۵	۵	۷/۵۶	۴۱/۸	۲۳	سن به سال
۷/۱۵	۱۰/۶۵	۲۶	۷/۰۹	۱۷/۴	۵	۵/۳۵	۱۲/۷۳	۲۳	سابقه کار به سال

جدول ۲ - فراوانی مطلق و نسبی وضعیت تحصیلی گروههای در معرض صدا و تولون در کارخانه کفش سازی تهران

دپلم	راهنمایی	ابتدایی	بی سواد	تحصیلات	
				شاخص	گروه در معرض
۱	۶	۱۵	۱۱	فراوانی	۰ (صدا)
۳	۱۸/۲	۴۵/۴	۳۳/۳	درصد	
-	-	۳	۲	فراوانی	۱ (تولون)
-	-	۶۰	۴۰	درصد	
۳	۴	۱۶	۳	فراوانی	۲ (صدا و تولون)
۱۱/۵	۱۵/۳	۶۱/۵	۱۱/۵	درصد	

جدول ۳ - میانگین و انحراف معیار میانگین وزنی زمانی، TWA، تولون، دز صدای دریافتی و معلولیت‌های شنوایی هوایی و استخوانی در کارگران کارخانه کفش سازی تهران

۲ (صدا و تولون)			۱ (تولون)			۰ (صدا)			گروه در معرض
انحراف معیار	میانگین	تعداد	انحراف معیار	میانگین	تعداد	انحراف معیار	میانگین	تعداد	شاخص
۸/۸۷	۱۰/۳۷	۳۰	۶۳/۴۵	۹۶/۳	۷	۰	۰	۰	گروه تحت مطالعه
۴/۱۷	۸۳/۵۳	۳۰	۵/۶۲	۷۷/۵۷	۷	۲/۹۱	۹۲/۶۴	۳۳	تولون TWA به ppm
۹/۹۷	۱/۱۲	۳۰	۱۰/۲	۱۰/۰۳	۷	۲/۷۷	۴/۴	۳۳	دز صدای دریافتی به dBA
۱۴/۶۲	۴/۲۵	۳۰	۹/۸۹	۷/۱۲	۷	۱۴/۳۳	۱/۴۵	۳۳	معلولیت هر دو گوش از راه هوایی، (RLA)
									معلولیت هر دو گوش از راه استخوانی (RLB)

## منابع:

- Moratu T.C., Dunn D.E., Kretschmer L.W., Lemmasters G.K and Keith R.W. (1993) Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing, *Scand. J. Work. Environ. Health*, **19**(4): 245-54.
- Moratu T.C., Nylén P., Johnson A.C. and Dunn D.E. (1995) Auditory and vestibular functions after single or combined exposure to toluene. *Arch. Toxicol*, **68**(7): 431-43.
- Berger E.H., Ward W.Q., Morrill J.C. & Rojster L.H. (1986) Noise and hearing conservation manual, 4<sup>th</sup>, ed., AIHA, P. 192-194.
- Johanson A.C. & Canlon B. (1994) Progressive hair cell loss induced by toluene exposure. *Hear. Res.*, **75** (1-2): 201-8.
- Johanson A.C. (1993) The Ototoxic effect of toluene and the influence of noise, acetylsalicylic, or genotype, a study in Rats and Mice. *Scand-Audiol-Suppl*. **39**: 1-40.

## COMBINED EFFECTS OF NOISE AND TOLUENE ON HEARING OF WORKERS IN SHOE-MAKING INDUSTRY IN TEHRAN, 1999

Nassiri P.<sup>1</sup> Ph.D; Golbabaei F.<sup>1</sup>, Ph.D; Ahmadi-Assour A., MSPH; and Nouri K.<sup>2</sup>, Ph.D

This study has been carried out in two shoe-making factories in Tehran with the aim of evaluating the combined effects of noise and toluene on the workers' hearing.

Sixty four workers were assigned to three groups according to their exposure to noise and toluene. 33 were exposed to noise (group 0), 5 to toluene (group 1) and 26 to noise and toluene (group 2).

The concentration were measured in the workers' breathing zone as well as A-weighted sound Pressure level, LPA and equivalent continuous A-weighted sound pressure level over 30 minutes,  $leq(30')$  A in head position of workers. Then noise level was calculated and hearing thresholds measured in 500 – 400 Hz frequency range.

The amounts of air and bone hearing loss were calculated. Results indicate that the relationship between hearing loss caused by noise (group 0) and noise and toluene (group 2) was statistically significant,  $P < 0.05$ . Hearing loss due to toluene in mid frequency was higher than in higher frequencies.

**Key words:** *Noise, Toluene, Combined Effects, Hearing loss, Disability, Frequency.*

<sup>1</sup> Department of Occupational Health, School of Public Health Researches, Tehran University of Medical Sciences.

<sup>2</sup> Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health Researches, Tehran University of Medical Sciences.