

افت شنوایی شغلی ناشی از مواجهه با صدا در یک صنعت تراکتورسازی

رستم گلمحمدی^{۱*}، حسین امجد سردودی^۲، علی درمحمدی^۲، سعید موسوی^۳

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۳. دانشجوی دکتری گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی همدان

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۱۳

چکیده

مقدمه: حدود ۱۶٪ از افت شنوایی، مربوط به مواجهه با صدای محیط‌های کاری می‌باشد با توجه به این مطلب هدف این مقاله، بررسی ارتباط مواجهه با صدا و میزان افت شنوایی و تدوین یک مدل رگرسیونی برای آن بوده است. **روش بررسی:** این مطالعه به صورت مقطعی در سال ۱۳۸۸ بر روی ۱۰۶۲ کارگر شرکت ساخت و تولید کا رخانه تراکتورسازی تبریز انجام گردید. مواجهه با صدای معادل بیش از ۸۵ دسی‌بل به عنوان عامل مواجهه و افت شنوایی به عنوان پیامد مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به سن، سابقه کار، مدت زمان کار روزانه در محیط‌های پر صدا و میزان افت شنوایی کارگران که در دوره مطالعه رخ داده بود از پرونده کارگران استخراج و در چک لیست جمع آوری داده‌ها ثبت گردید سپس برای ارتباط آنها یک مدل رگرسیونی ارائه گردید.

یافته‌ها: از مجموع ۱۰۶۲ نفر کارگر تحت مطالعه، ۳۹۲ نفر (۳۶/۹٪) با صدای معادل یا بیش از ۸۵ دسی‌بل در مقیاس (A) مواجهه داشتند (گروه مواجهه) و ۶۷۰ نفر (۶۳/۱٪) با صدای کمتر از ۸۵ دسی‌بل مواجهه داشتند (گروه غیر مواجهه) و میانگین افت شنوایی ناشی از صدا در همه کارگران ۱۲/۸۹ دسی‌بل بود. همچنین با افزایش سن، مواجهه با صدا و سابقه کار میزان افت شنوایی نیز افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه مبنی بر افزایش میزان افت شنوایی با افزایش مواجهه با تراز معادل صوت و افزایش سابقه کار، لزوم کنترل مواجهه و کنترل صدای محیط کار برای کاهش روند افت شنوایی کارگران مورد تاکید می‌باشد. برای صنعت مورد بررسی مدل رگرسیونی ارائه گردید که می‌تواند در پیش‌بینی کاهش شنوایی ناشی از صدا مورد استفاده قرار گیرد. کنترل صدا می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های صرف شده جهت درمان و پرداخت غرامت برای کارگران آسیب‌دیده و بالتبع افزایش بازده کاری در کارگاه‌های تولیدی گردد.

کلید واژه‌ها: صدا، مواجهه با صدا، افت شنوایی، افت شنوایی ناشی از صدا

* نویسنده مسئول: آدرس پستی: بلوار شهید فهمیده، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۸۱۱-۸۳۸۰۰۲۵

مقدمه

و سن با افت شنوایی رابطه معنی داری وجود دارد (۱۲) -
 ۱۰). بررسی انجام شده نشان می دهد تراز فشار صوت (A) ۹۵-۹۰ می تواند منجر به افت شنوایی بزرگتر از (A) ۲۵dB و تراز فشار صوت (A) ۹۰-۸۵ به افت شنوایی کمتر از (A) ۲dB شود، ولی در مقایسه تراز فشار صوت کمتر از (A) ۸۰dB افت شنوایی قابل توجهی ایجاد نمی کند (۴).

هر چند مطالعات قبلی بر تاثیر صدا بر افت شنوایی صحه گذاشته اند لیکن روند میزان تاثیر و تعیین چگونگی ارتباط بین تراز معادل مواجهه و سابقه کار با میزان افت شنوایی در صنایع مختلف مورد اختلاف و نامشخص می باشد. این موضوع بر برآورد پیش بینی زمان اثرگذاری صدا بر شنوایی و میزان افت ناشی از مواجهه مؤثر و تعیین آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

هدف از انجام این مطالعه ، بررسی الگوی آماری ارتباط بین عوامل مؤثر بر افت شنوایی شغلی بوده که منجر به ارائه یک مدل رگرسیون جهت بیان ارتباط میزان افت شنوایی با میزان مواجهه با صدا، سابقه کاری و سن گردیده است.

روش بررسی

در این مطالعه که به صورت توصیفی- تحلیلی و در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد، مواجهه شغلی با صدا در محیط کار به عنوان عامل اصلی و افت شنوایی به عنوان پیامد مورد بررسی قرار گرفت، همچنین برخی متغیرهای مهم مانند سن و سابقه کار نیز دخالت داده شد. جمعیت مورد مطالعه، کارگران شرکت ساخت و تولید کارخانه تراکتورسازی تبریز بودند . دلیل انتخاب کارگران این کارخانه، تعداد قابل توجه کارگران و مواجهه آنان با صدا بود. با در نظر گرفتن معیار ورود کارگران به مطالعه (داشتن حداقل ۴ سال سابقه کار و عدم وجود بیماری های زمینه ای) تعداد نمونه های مورد بررسی ۱۰۶۲ کارگر تعیین گردید. معیارهای خروج از مطالعه بیماری

صدا یکی از عوامل مهم زیان آور محیط کار می باشد که توسط دستگاه ها و فرآیندهای تولیدی در صنایع مختلف ایجاد می شود (۱). مواجهه کارگران با صدا به عنوان یک مشکل فراگیر در محیط های کاری در سراسر جهان مطرح می باشد (۲).

مواجهه با صدا می تواند چندین مشکل ایجاد کند که یکی از رایج ترین آنها افت شنوایی می باشد، حدود ۱۰ میلیون کارگر در آمریکا افت شنوایی بیش از ۲۵ دسی بل دارند و در کل جهان ۱۶٪ از افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدای محیط های کاری می باشد (۳-۵). برآوردی از اطلاعات موجود نشان می دهد که حدود ۲ میلیون کارگر در ایران با صدای زیان آور مواجهه دارند (۴).

مواجهه مداوم و طولانی مدت با تراز فشار صوت بیش از ۸۰ دسی بل A می تواند موجب افت شنوایی موقت و دائمی شود. این عارضه منجر به اختلال در ارتباط گفتاری افراد از لحاظ کمی و کیفی شده و در نتیجه عدم درک صحیح و مؤثر علائم هشدار دهنده را به دنبال خواهد داشت (۶،۷).

مواجهه طولانی مدت با صدا در محیط های کاری همچنین، باعث افزایش خستگی خواهد شد که این موضوع باعث کاهش تمرکز و افزایش خطاهای انسانی می شود (۷). مواجهه طولانی مدت با صدا ممکن است عوارض دیگری مانند اختلالات قلبی و عروقی، عصبی و گوارشی را ایجاد کند (۸،۹). عوامل درونی زیادی از قبیل جنس، نژاد، سابقه بیماری و ژنتیک افراد روی افت شنوایی بلثیر دارند ولی سن، سابقه کار و مدت زمان مواجهه عوامل مهمی هستند که همراه با صدا تأثیر قابل توجهی روی افت شنوایی دارند.

مطالعات محدودی درباره ارتباط تراز معادل مواجهه و افت شنوایی انجام شده است و اکثر محققین تراز فشار صوت مواجهه را در مطالعات خود در نظر گرفته اند . تحقیقات نشان می دهد که بین مواجهه با صدا، سابقه کار

و در فرمول محاسباتی میزان تراز معادل برای آنان تعیین گردیده است.

افت دائم شنوایی گوش چپ و راست هر کارگر با استفاده از نمودارهای ادیومتری که نشان دهنده آستانه شنوایی هر گوش در فرکانس های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ هرتز بود تعیین شد. داده‌های مربوطه از پرونده‌های پزشکی کارگران که در طی دوره مطالعه ثبت گردیده بود استخراج گردید. افت دائم شنوایی هر یک از گوش‌ها برای هر یک از کارگران بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید.

$$NIHL = \frac{(TL_{0..}) + (TL_{1...}) + (TL_{2...}) + (TL_{3...})}{4}$$

در این فرمول، TL نشان دهنده آستانه شنوایی در فرکانس مورد نظر در هر گوش بر حسب دسی بل و NIHL نشان دهنده افت شنوایی ناشی از صدا بر حسب دسی بل است. بعد از محاسبه افت دائم شنوایی برای هر گوش، افت کلی شنوایی هر دو گوش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

در این فرمول، NIHL_t نشان دهنده افت دائم کلی هر دو گوش بر حسب دسی بل، NIHL_b نشان دهنده افت دائم گوش بهتر بر حسب دسی بل، NIHL_p نشان دهنده افت دائم گوش ضعیف بر حسب دسی بل می‌باشد.

علاوه بر این، اطلاعات مربوط به سن، سابقه کار و مدت زمان کار روزانه در محیط‌های پر صدا که می‌تواند بر روی افت شنوایی تأثیرگذار باشد از پرونده کارگران استخراج گردید. پس از گردآوری و کدبندی داده‌های سن، سابقه کار و تراز معادل مواجهه توسط

نرم‌افزار SPSS ۱۳ آنالیز انجام گردید. روش آنالیز آماری مبتنی بر تعیین همبستگی و برازش داده‌ها و آزمون‌های آماری مرتبط بوده که نهایتاً مدل رگرسیونی افت شنوایی نیز برای این گروه کارگران ارائه گردید.

زمینه‌ای مرتبط با افت شنوایی و سابقه مواجهه نظامی بوده است.

به منظور تعیین میزان مواجهه صوتی کارگران واحدهای تولیدی کارخانه با صدا (فارغ از نوع شغل و با شرط مواجهه با صدا)، اطلاعات مربوط به تراز فشار معادل ۸ ساعته مواجهه با صدا بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط یک شرکت خدمات مهندسی بهداشت حرفه‌ای که مورد تایید وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بود، استخراج گردید. برای اطمینان از صحت اندازه‌گیری‌ها در تعداد اطمینان بخشی از اندازه‌گیری‌ها توسط محققین مجدداً اندازه‌گیری صدا انجام و نتایج اندازه‌گیری‌های قبلی مورد تایید قرار گرفت. مبنای محاسبه تراز معادل فشار صوت ۸ ساعته، (L_{eq}) نتایج اندازه‌گیری تراز صدای مواجهه کارگران و اثر مدت زمان‌های مواجهه هر گروه شغلی در روز بوده است که با استفاده از فرمول محاسباتی معتبر زیر تعیین گردیده است:

$$NIHL_t = \frac{(NIHL_b \times \rho) + (NIHL_p)}{2}$$

$$L_{eq}(dBA) = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right]$$

در این فرمول، L_{eq} نشان دهنده تراز معادل مواجهه روزانه بر حسب dB(A)، t_i نشان دهنده طول زمان مواجهه‌ها به ساعت، T نشان دهنده زمان مرجع (۸ ساعت)، و LP_i نشان دهنده تراز فشار صوت مواجهه‌ها بر حسب dB(A) می‌باشد. کارگرانی که با تراز فشار معادل ۸۵ دسی بل و کمتر مواجهه داشتند به عنوان گروه شاهد و کارگرانی که با تراز فشار معادل بیشتر از ۸۵ دسی بل مواجهه داشتند به عنوان گروه مواجهه در نظر گرفته شدند. معیار تعیین تراز معادل برای هر کارگر قرارگیری آن در گروهی است که برای آنها ترازهای مواجهه (SPL_i) و مدت‌های زمان هر مواجهه (t_i) تعیین

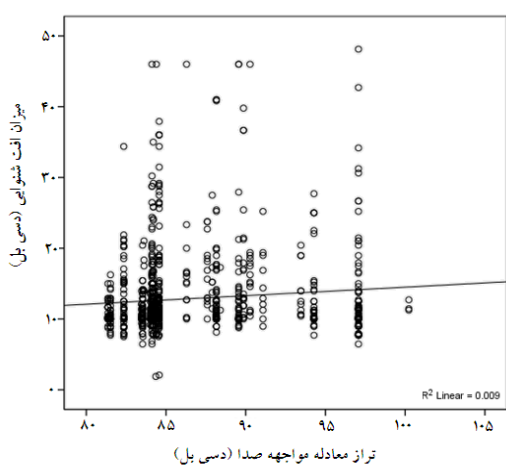
یافته‌ها

دسی‌بل مواجهه داشتند (گروه غیرمواجهه) و میانگین افت شنوایی هر دو گوش کارگران مورد مطالعه $12/89 \pm 5/9$ دسی‌بل بوده است. به منظور تعیین اثر متغیرهای تراز معادل مواجهه، سابقه کار و سن روی افت شنوایی مدل‌های رگرسیونی تک متغیره و چند متغیره استفاده شد که نتایج آن در جداول ۱ قابل مشاهده است.

میانگین سنی کارگران تحت مطالعه $35/08 \pm 7/1$ با حداقل سن ۲۴ و حداکثر سن ۶۲ سال بود. میانگین سابقه کار کارگران $10/42 \pm 6/1$ با حداقل ۴ و حداکثر ۳۳ سال بود. از مجموع ۱۰۶۲ نفر کارگر تحت مطالعه، ۳۹۲ نفر ($36/9\%$) با صدای معادل یا بیش از ۸۵ دسی‌بل (گروه مواجهه) و ۶۷۰ نفر ($63/1\%$) با صدای کمتر از ۸۵

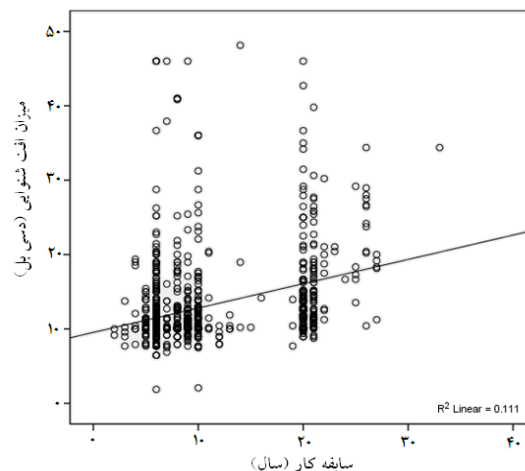
جدول ۱: اثر تراز معادل مواجهه با صدا، سن و سابقه کار بر روی افت شنوایی با استفاده از رگرسیون خطی

β	تک متغیره			β	چند متغیره			
	خطای معیار	P-value	فاصله اطمینان ۹۵٪ حد بالا حد پایین		خطای معیار	P-value	فاصله اطمینان ۹۵٪ حد بالا حد پایین	
۰/۳۰۳	۰/۰۲۴	<۰/۰۰۱	۰/۲۵۵ ۰/۳۵۰	۰/۲۳۳	۰/۰۳۷	<۰/۰۰۱	۰/۱۶۲ ۰/۳۰۵	سن
۰/۳۲۷	۰/۰۲۹	<۰/۰۰۱	۰/۲۷۰ ۰/۳۸۴	۰/۰۳۲	۰/۰۴۳	<۰/۰۰۱	-۰/۰۵۳ ۰/۱۱۸	سابقه کار
۰/۱۲۰	۰/۰۴۰	<۰/۰۰۳	۰/۰۴۲ ۰/۱۹۹	۰/۰۸۴	۰/۰۲۷	<۰/۰۰۲	۰/۰۳۲ ۰/۱۳۷	تراز معادل مواجهه (L _{eq})



نمودار ۳: پراکنش داده‌های تراز معادل مواجهه صدا و افت شنوایی دائمی هر دو گوش و بهترین خط همبستگی

مواجهه، سابقه کار و سن با افت شنوایی رابطه معنی‌دار داشته‌اند ($P < 0/003$) و به ازای یک واحد افزایش به متغیرهای تراز معادل مواجهه، سابقه کار و سن، میزان افت شنوایی به ترتیب ۰/۱۲۰، ۰/۳۲۷، ۰/۳۰۳ افزایش یافته است. نتایج مدل رگرسیونی چند متغیره نشان داد که اثر تعدیل شده متغیرهای تراز معادل مواجهه



نمودار ۲: پراکنش داده‌های سابقه کار و افت شنوایی هر دو گوش و بهترین خط همبستگی

نمودارهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب پراکنش داده‌ها و بهترین خط رگرسیون ارتباط بین سن، سابقه کار و مواجهه صدا با افت شنوایی دائم هر دو گوش را نشان می‌دهد. در این نمودارها روابط مستقیم، مثبت و خطی هستند. همانگونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود، نتایج مدل رگرسیونی تک متغیره نشان داد که تراز معادل

با این وجود نتایج نشان داد که به ازای یک واحد افزایش سابقه کار (در رگرسیون چند متغیره)، افت شنوایی ۰/۰۳۲ افزایش یافته است.

نتایج مطالعه حاضر در مورد ارتباط مستقیم افت شنوایی با افزایش تراز فشار صوت، توسط مطالعات پیشین مؤلف و دیگران تایید شده است. به عنوان مثال، نتایج مطالعات Dube و همکاران (۲) و Jafari و همکاران (۳) نشان داد که رابطه معنی داری بین تراز فشار صدا و افت شنوایی وجود دارد نتایج مطالعه Golmohammadi و همکاران (۱۰) در صنعت سنگبری نیز نشان داد که افت دائم شنوایی با تراز معادل مواجهه و سابقه کار ارتباط مستقیم دارد. همچنین

مطالعات Leensen و همکاران (۱۱) و Collee و همکاران (۴) نشان داد که با افزایش سن و مواجهه با صدای بیش از ۸۵ dB(A)، افت شنوایی افزایش می یابد. هر چند سایر مطالعات و تجربیات مؤلف این مقاله تاییدکننده افزایش افت شنوایی با افزایش مواجهه با صدا بوده است لیکن نتایج این مطالعه روند ایجاد افت شنوایی و افزایش آن با افزایش سن، سابقه کار و تراز معادل مواجهه را به صورت یک رابطه کمی آماری نشان داده است.

این مطالعه دارای محدودیت هایی بود که ممکن است نتایج را تحت تاثیر قرار داده باشد که مهم ترین آنها آلودگی شیمیایی موجود در هوای محیط کار، استفاده نامنظم و غیرقابل تعیین استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و مصرف سیگار توسط بعضی از کارگران بوده که در شرایط ورود به مطالعه در نظر گرفته نشده بود. به نظر می رسد که تعیین و کنترل منابع اصلی تولید صدا و طراحی و نصب جاذب های صوتی مناسب، آموزش کارگران برای بالا بردن سطح آگاهی در مورد آسیب های ناشی از مواجهه با صدای بیش از حد مجاز و استفاده مناسب از وسایل حفاظت شنوایی ممکن است بتواند به کاهش افت شنوایی کمک نماید.

و سن با افت شنوایی رابطه معنی داری دارند (به ترتیب $(P < 0/001)$ و $(P < 0/002)$) و به ازای یک واحد افزایش به متغیرهای تراز معادل مواجهه و سن، میزان افت شنوایی به ترتیب ۰/۰۸۴ و ۰/۲۳۳ افزایش می یابد اما در این نوع پردازش بین سابقه کار و افت شنوایی رابطه معنی دار برقرار نبود $(P < 0/084)$ لیکن به دلیل نتایج رگرسیون تک متغیره و توجیه علمی در برازش مدل آورده شده است. پس از برازش داده ها بر اساس بهترین خط همبستگی مدل رگرسیونی چند متغیره زیر بین متغیرها برقرار گردید $r^2 = 0/193$ و $r = 0/439$ ، $(P < 0/001)$

$$NIHL_t(dB) = (0/233 \cdot Ag) + (0/084 \cdot JH) + (0/084 \cdot Leq)$$

NIHL_t: افت شنوایی دائم هر دو گوش (dB)

Ag: سن (سال)

JH: سابقه کاری (سال)

Leq: تراز معادل مواجهه صدا (dB)

بحث

نتایج مدل رگرسیونی نشان داد که به ازای یک واحد افزایش منفرد در هر یک از متغیرهای سن، سابقه کار و تراز معادل مواجهه با صدا، میزان افت شنوایی بین ۰/۱۲۰ تا ۰/۳۲۷ افزایش می یابد و اثر ترکیبی هم زمان آنها نیز نشان داد که به ازای یک واحد افزایش در متغیرهای سن و تراز معادل مواجهه، میزان افت شنوایی به ترتیب ۰/۰۸۴ و ۰/۲۳۳ افزایش می یابد که هر دو از نظر آماری معنی دار بوده اند.

در این بررسی در آنالیز رگرسیون چند متغیره، هر چند همبستگی سابقه کار با افت شنوایی دارای ضریبی بالغ بر ۰/۳۳۳ بود اما از نظر آماری سابقه کار نقش خود را به خوبی نشان نداد زیرا بین دو متغیر سن و سابقه کار هم خطی شدیدی وجود داشت به طوری که عامل تورم واریانس (VIF) برای هر دو متغیر بیشتر از ۲ بود.

نتیجه‌گیری

آسیب‌دیده، همچنین افزایش بازده کاری در کارگاه های تولیدی گردد. در این راستا به منظور کاهش افت شنوایی، آموزش کارگران برای بالا بردن سطح آگاهی در مورد آسیب‌های ناشی از مواجهه با صدای بیش از حد مجاز به منظور استفاده مناسب از وسایل حفاظت شنوایی و تعمیر و نگهداری دقیق ماشین آلات جهت کنترل صدا نیز توصیه می‌شود.

بر اساس نتایج این مطالعه لزوم کنترل صدای محیط کار برای کاهش میزان افت شنوایی کارگران مورد تاکید می‌باشد و بر اساس نتایج، برای صنعت مورد بررسی مدل رگرسیونی ارائه گردید که می‌تواند در پیش بینی و پیشگیری کاهش شنوایی ناشی از صدا مورد استفاده قرار گیرد. کنترل صدا می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های صرف شده جهت درمان و پرداخت غرامت برای کارگران

منابع

1. Maltby M. Occupational Audiometry. Tehran: Takderakht; ۲۰۰۹. [Persian]
2. Dube KJ, Ingale LT, Ingale ST. Hearing impairment among workers exposed to excessive levels of noise in ginning industries. Noise Health. ۲۰۱۱; ۱۳(۵۴):۳۴۸-۵۵.
3. Collee A, Legrand C, Govaerts B, et al. Occupational exposure to noise and the prevalence of hearing loss in a Belgian military population: A cross-sectional study. Noise Health. ۲۰۱۱; ۱۳(۵۰):۶۴-۷۰.
4. Jafari M, Karimi A, Haghshenas M. Extrapolation of Experimental Field Study to a National Occupational Noise Exposure Standard. International Journal of Occupational Hygiene. ۲۰۱۰; ۲(۲):۶۹-۷۴.
5. Mihailovic A, Grujic SD, Kiurski J, et al. Occupational noise in printing companies. Environ Monit Assess. ۲۰۱۱; ۱۸۱(۱-۴):۱۱۱-۲۲.
6. Hinchcliffe R, Luxon LM, Williams R. Noise and hearing. London: Whurr Publishers; ۲۰۰۱.
7. Picarda M, Girardb SA, Simardb M, et al. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some ۲۴۰,۰۰۰ person-years of observation. Accid Anal Prev. ۲۰۰۸; ۴۰(۵): ۱۶۴۴-۵۲.
8. Jovanovi J, Popovi V, Milo Z, et al. Cumulative effects of communal and industrial noise on cardiovascular system. Medicine and Biology. ۱۹۹۷; ۴(۱): ۵۷-۶۱.
9. Melamed S, Fried Y, Fromm P. The joint effect of noise exposure and job complexity on distress and injury risk among men and women: the cardiovascular occupational risk factors determination in Israel study. J Occup Environ Med. ۲۰۰۴; ۴۶(۱۰):۱۰۲۳-۳۲.
10. Golmohamadi R, Ziyad M, Attari SG. Assessment of noise pollution and hearing loss in stone cutting's workers Malayer. Salamate Kare Iran. ۲۰۰۶; ۳(۱,۲):۷-۲۳.[Persian]
11. Leensen MC, van Duivenbooden JC, Dreschler WA. A retrospective analysis of noise-induced hearing loss in the Dutch construction industry. Int Arch Occup Environ Health. ۲۰۱۱; ۸۴(۵):۵۷۷-۹۰.
12. Daniell W, Swan S, McDaniel M, et al. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after ۲۰ years of regulations in the United States. Occup Environ Med. ۲۰۰۶; ۶۳(۵):۵۱-۳۴۳.