

تعیین اثر استرسی تراز فشار صدای مجاز در فرکانس‌های بم و زیر بر تغییرات آنتی‌اکسیدانی و لیپید پراکسیدانی بافت کبد خرگوش

دکتر رمضان میرزایی^۱، دکتر عبدالامیر علامه^۲، دکتر سید باقر مرتضوی^۳، دکتر علی خوانین^۴، دکتر نصراله کمالیان^۵

^۱ استادیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

^۲ استاد گروه بیوشیمی، دانشگاه تربیت مدرس

^۳ دانشیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس

^۴ استادیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس

^۵ استادیار گروه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران

نشانی نویسنده مسؤول: زاهدان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای، دکتر رمضان میرزایی

E-mail: rammir277@yahoo.com

وصول: ۸۷/۶/۲۷، اصلاح: ۸۷/۷/۲۲، پذیرش: ۸۷/۹/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: صدا در شدت‌های بالا به‌عنوان یک عامل استرس‌زای فیزیکی تلقی می‌شود. لذا هدف از این مطالعه تعیین اثر استرسی تراز فشار صدای مجاز بر تغییرات آنتی‌اکسیدانی و لیپید پراکسیدانی بافت کبد خرگوش می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در سال ۱۳۸۳ در دانشگاه تربیت مدرس به‌روش تجربی بر روی ۱۸ سر خرگوش سفید نر نیوزلندی انجام شد. خرگوش‌ها به‌صورت تصادفی در سه گروه تقسیم شدند: گروه کنترل، گروه در تماس با تراز فشار صدای ۸۵ dBA (۹۶ ساعت، ۱۲ روز و روزی ۸ ساعت) با فرکانس‌های ۳۵۴۰-۲۵۰ Hz و گروه در معرض صدای با فرکانس‌های ۳۵۴۰-۲۰۰۰ Hz. سپس داده‌ها با استفاده از نرم-افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه بین میانگین مقادیر پارامترها در بین گروه‌های مورد مواجهه صدا با گروه کنترل از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معناداری $\alpha=0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که سطح مالون دی‌آلدئید در گروه‌های کنترل، در معرض صدای بم (گروه دوم) و گروه سوم به‌ترتیب ۵/۵، ۵/۵۴ و ۵/۷۱ نانومول و سطح گلوتاتیون در هر سه گروه ۰/۱۳۱ میکرومول بر گرم بافت کبد به دست آمد ولی این اختلاف‌ها از نظر آماری معنادار نبود ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه، صدای با تراز فشار ۸۵ dBA با وجود افزایش محدود سطح مالون دی‌آلدئید، تغییر معناداری در سطح مالون دی‌آلدئید و گلوتاتیون بافت کبد خرگوش ایجاد نمی‌کند. (مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۵/شماره ۳/صص ۱۴۳-۱۳۸).

واژه‌های کلیدی: گلوتاتیون؛ مالون دی‌آلدئید؛ صدا؛ خرگوش.

مقدمه

سلیه در سال ۱۹۵۹ استرس را پاسخ غیر اختصاصی بدن در مقابل نیازهایی تعریف کرده است که در فرد به وجود می آید؛ همچنین به هر نوع محرک یا تغییر در محیط داخلی یا خارجی اطلاق می شود که قادر به ایجاد اختلال در تعادل حیاتی گردد و در شرایط خاص بیماری را شود (۱). وی مجموعه تمام پاسخ های فیزیولوژیک ناشی از استرس را در بدن "نشانه های تطابق عمومی" نام نهاد که طی سه مرحله واکنش هشدار، مقاومت و فرسودگی بروز می کند. طی مرحله اول، مجموعه ای از تغییرات در غدد ترشح به وجود می آید. در نتیجه اثر استرس بر دستگاه عصبی و هیپوتالاموس، غده هیپوفیز میزان بیشتری هورمون ترشح می کند و باعث افزایش ترشح بیشتر هورمون کورتیزول از غدد فوق کلیوی می شود. این واکنش باعث افزایش ترشح کاتکولامین ها نیز می گردد. اگر استرس به حد کافی شدید باشد و مدت زمان کافی ادامه یابد، واکنش بدن وارد مرحله فرسودگی می شود (۲).

صدا یکی از شایع ترین عوامل زیان آور فیزیکی در محیط های کار و محیط زیست محسوب می گردد، به طوری که برآورد می شود در جهان بیش از ۶۰۰ میلیون نفر در معرض صدای خطرناک در محیط کار خود قرار دارند که از این تعداد ۵۰ تا ۶۰ میلیون نفر در کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی زندگی می کنند (۳). از طرفی صدای تکراری و مداوم (حدود ۸۰ دسی بل) به عنوان عاملی که می تواند استرس ایجاد کند، معرفی شده است. در خصوص صدا، میزان استرس فرد علاوه بر میزان صدا به انتظار صدا نیز بستگی دارد. در موقعیت های پرسروصدا که فرد انتظار آن را دارد، میزان استرس کمتر از موقعیت هایی است که فرد انتظار ندارد (۱).

استرس اکسیداتیو اصطلاحی است که به عدم تعادل بین محصول اکسیدکننده و سیستم های دفاعی مربوطه در یک موجود زنده اطلاق می شود (۴). به عبارت

دیگر، استرس اکسیداتیو به فرآیندی گفته می شود که تعادل طبیعی بین پراکسیدها و آنتی اکسیدها را به گونه ای تغییر دهد که نتیجه فرآیندها در جهت تقویت اکسیدکننده ها بوده و صدمه بیولوژیکی را منجر گردد (۵،۶). باییش و همکاران در سال ۲۰۰۱، مطالعه ای بر روی دفع کاتکولامین ها در ادرار شبانه زنان ۳۰ تا ۳۵ ساله ای انجام دادند که اطاق خواب یا نشیمن آن ها در سمت خیابان های با حجم ترافیک متغیر بود (۷). در مطالعه آنان غلظت های آدرنالین و نورآدرنالین به عنوان شاخص های نهایی استرس فیزیولوژیکی ارزیابی شدند و ارتباط معنی داری بین حجم ترافیک و غلظت های نورآدرنالین ادرار به دست آمد. همچنین اندازه گیری های سوبجکتیو رابطه بین ناراحتی و مزاحمت ناشی از صدای ترافیک را با میزان نورآدرنالین مثبت نشان داد. بر اساس همین مطالعه، هورمون های استرس شاخص های مفیدی برای بررسی ارتباط مکانیزم ها و تداخل بین صدا، سلامتی و اثرات اصلاحی آن ها در تحقیقات اپیدمیولوژیکی صدا می باشد (۷). در مطالعه دیگری، ۸ خرگوش به مدت یک ساعت در معرض صدای با باند پهن ۱۰۰ دسی بل قرار گرفتند. TEOAE گلو تاتیون و MDA در قبل و بعد از مواجهه اندازه گیری شد. دامنه ها و مقدار پاسخ در خرگوش های در تماس با صدا نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری را نشان داد ($p < 0.01$). حدود گلو تاتیون کاهش و غلظت MDA افزایش نشان داد (۸). با توجه به مدت زمان های مواجهه کارگران در محیط های کار به نظر می رسد مدت زمان مواجهه در این مطالعه کوتاه بوده است.

همچنین در مطالعه کاپگوسوز و همکاران (۲۰۰۱) چهار گروه (هر گروه ۲۰ نفر) در کارخانه تولید برق مورد مطالعه قرار گرفتند (۹). از ۶۰ کارگر در معرض با صدا در مطالعه مذکور، ۲۰ کارگر در معرض ۹۵-۱۱۰ دسی بل، ۲۰ کارگر در معرض ۸۵-۷۵ دسی بل و ۲۰ کارگر در تماس با کمتر از ۷۵ دسی بل قرار داشتند. مالون دی

می‌شود، این مطالعه با هدف تعیین اثر استرسی تراز فشار صدای مجاز (۸۵ dBA) در فرکانس‌های بم (۳۵۴۰ Hz) - (۲۵۰۰ Hz) و زیر (۲۰۰۰۰ Hz - ۳۵۴۰ Hz) بر تغییرات گلوکوتائون (آنتی اکسیدان) و مالون دی آلدئید (لیپید پراکسیدان) بافت کبد خرگوش انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش تجربی بر روی ۱۸ خرگوش بالغ نر سفید، سه ماهه نیوزلندی در سه گروه (هر گروه ۶ خرگوش) با وزن ۲۵۰۰-۲۲۰۰ گرم انجام گرفت به شکل زیر طراحی شده بود:

(الف) گروه کنترل (بدون تماس با صدا).

(ب) گروه مواجهه با تراز فشار صدای ۸۵ dBA در فرکانس‌های ۳۵۴۰ - ۲۵۰۰ Hz (۸ ساعت در روز و ۱۲ روز متوالی)

(ج) گروه مواجهه با تراز فشار صدای ۸۵ dBA در فرکانس‌های ۳۵۴۰ - ۲۰۰۰۰ Hz (۸ ساعت در روز و ۱۲ روز متوالی).

در این مطالعه از دستگاه صداسنج Bruel & Kaejer 2231 & Analyzer ساخت دانمارک استفاده شد، محفظه مخصوص برای مواجهه قرار دادن گروه‌های خرگوش با تراز فشار صدای مورد مطالعه، اسپکتروفتومتر و مواد شیمیایی مورد لزوم جهت اندازه‌گیری گلوکوتائون و مالون دی آلدئید خون مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور تولید صدا در محدوده‌های فرکانسی مورد مطالعه و حصول اطمینان از ایجاد آن‌ها از برنامه‌های نرم‌افزاری، دستگاه تولیدکننده صدا، آمپلی‌فایر، اسپیلوسکوپ و بلندگو استفاده شد. همچنین در طول مواجهه و در ساعات مختلف اندازه‌گیری صدا در محدوده شنوایی خرگوش‌ها در داخل محفظه انجام شد.

از بافت کبد گروه‌های خرگوش، به‌منظور اندازه‌گیری گلوکوتائون و مالون دی آلدئید که بر اساس مواجهه تحت حد (۱۲) و نتایج حاصل از اثر تراز فشار بالای

آلدئید پلازما و فعالیت پروکسیداز اریتروسیت‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که حد مالون دی آلدئید در همه گروه‌های در معرض صدا افزایش داشته و فعالیت پروکسیداز اریتروسیت‌ها فقط در گروه‌های یک و دو نسبت به گروه کنترل افزایش یافته بود، هر چند در خصوص مالون دی آلدئید فقط گروه یک با کنترل و در خصوص پروکسیداز اریتروسیت‌ها گروه یک و دو با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$) (۹).

اکسیدکننده‌ها شامل گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species یا ROS) گونه‌های فعال نیتروژن (Reactive Nitrogen Species یا RNS) رادیکال‌های با مرکزیت سولفور و انواع مختلف دیگر هستند. همه گونه‌های فعال (یعنی مولکول‌هایی که یک یا چند الکترون جفت نشده داشته باشند) رادیکال نیستند. اما در بعضی موارد گونه‌های غیر رادیکالی در نهایت تبدیل به رادیکال شده و باعث صدمه بیومولکولی به‌وسیله اکسیداسیون می‌شوند (۴). خطر این نوع واکنش‌ها ایجاد محصولات رادیکالی است که قابلیت انتشار داشته و منجر به صدمه اضافی می‌شود.

آنتی‌اکسیدان‌ها مولکول‌هایی هستند که در مقایسه با بیومولکول‌ها در غلظت کم، تخریب اکسیداسیون بیومولکول‌ها را کاهش داده یا حفاظت نمایند (۱۰، ۱۱). لیپید پراکسیداسیون در حضور یا غیاب یون‌های فلزی کاتالیزوری باعث ایجاد انواع محصولات شامل آلدئیدهای زنجیری کوچک و بزرگ، مالون دی آلدئید، فسفولیپید و بسیاری ترکیبات دیگر (برای ارزیابی میزان LPO در سیستم‌های بیولوژیکی) می‌شود (۴). نظر به این‌که در مطالعه‌های حیوانی مربوط به صدا، زمان‌های مواجهه اکثراً در حد ساعت بوده و مواجهه روزانه به‌منظور تعیین متابولیت‌های ناشی از اثرات صدا بر روی بافت کبد و با شرایط این تحقیق مشاهده نشد؛ از طرفی بافت کبد مهم‌ترین بافت برای سم‌زدایی مواد خارجی وارد شده به بدن و متابولیت‌های ناشی از اثرات عوامل زیان‌آور محسوب

طول موج ۵۳۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (مدل Shimadzu - 3100) خوانده شد و غلظت مالون دی آلدئید با استفاده از ضریب خاموشی مولی آن 5,5-Dithio bis (2-nitrobenzoic Acid) Thiobarbituric Acid ($\epsilon = 1/56 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{mmol}$) محاسبه گردید (۱۶).

برای اندازه‌گیری گلووتاتیون از هموژنه بافت کبد با محلول EDTA با غلظت ۰/۰۲ مولار استفاده شد. ۵ میلی-لیتر از این هموژنه به لوله آزمایش انتقال یافت و به آن ۴ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر و یک میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید ۵۰ درصد اضافه شد. محلول حاصل ۱۵-۱۰ دقیقه به‌طور ناپیوسته تکان داده شد و پس از ۱۵ دقیقه سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ g، رسوبات پروتئین جدا شده و فاز آبی در بالا تشکیل گردید. دو میلی‌لیتر از محلول رویی را برداشته و به لوله تمیزی منتقل نموده و پس از اضافه نمودن ۴ میلی‌لیتر بافر تریس ۰/۰۲ درصد محتوی M EDTA ۰/۰۲ (pH = ۸/۹)، ۰.۲ میلی‌لیتر EDTA ۰/۰۲ M و ۰/۱ میلی لیتر DTNB ۰/۰۱ (تهیه شده در متانول) با ورتکس مخلوط گردید و پس از پنج دقیقه در طول موج ۴۱۲ نانومتر مقدار جذب در مقابل بلانک فاقد هموژنه خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت گلووتاتیون احیا محلول محاسبه شده و مقدار گلووتاتیون بر حسب میکرومول گلووتاتیون به ازای یک گرم بافت تعیین گردید.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری مالون دی آلدئید بافت کبد در گروه‌های خرگوش نشان داد که خرگوش‌های در معرض صدای با تراز فشار ایجاد شده در فرکانس‌های زیر (۲۰۰۰-۳۵۴۰ هرتز) کمی بیش از مقادیر آن در خرگوش‌های در تماس با تراز فشار صدای ایجاد شده در فرکانس‌های بم (۳۵۴۰-۲۵۰ هرتز) و گروه کنترل بود (به ترتیب ۵/۷۱، ۵/۵۴ و ۵/۵ نانو مول بر گرم بافت کبد). ولی در آنالیز واریانس انجام شده بین میانگین‌های آن‌ها از نظر

صدا بر پارامترهای خونی و پیش‌آزمایش بر روی گروهی خرگوش (۱۳، ۱۴)، ۱۲ روز (۹۶ ساعت) مواجهه با صدای ۸۵ dBA در ناحیه‌های فرکانسی مربوطه قرار گرفته بودند و ۲۴ ساعت بعد از قطع مواجهه (به‌منظور حذف اثرات کوتاه مدت) نمونه‌ها تهیه می‌شد و پس از انتقال نمونه‌ها در شرایط سرمای مناسب به آزمایشگاه، آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری گلووتاتیون و مالون دی آلدئید مطابق روش کار انجام می‌گرفت.

داده‌های به دست آمده پس از مواجهه خرگوش‌ها با صداهای مورد نظر و آزمایش‌های لازم، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS11 مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه بین میانگین مقادیر پارامترهای مورد اندازه‌گیری در بین گروه‌های مورد مواجهه صدا با گروه کنترل با آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی انجام شد.

روش اندازه‌گیری مالون دی آلدئید (MDA) و

گلووتاتیون بافت کبد: برای اندازه‌گیری آلدئیدها ترکیباتی که با معرف TBA واکنش می‌دهند، در مقایسه با سایر روش‌ها ساده‌تر و رایج‌تر است. در این روش، آلدئیدهای تشکیل شده به‌وسیله شکست هیدروپراکسید شامل مالون دی آلدئید (MDA) که محصول عمده و اصلی تخریب غشای سلولی در اثر پراکسیداسیون لیپید است، اندازه‌گیری می‌شود. اساس اندازه‌گیری بر این است که TBA به MDA متصل می‌شود و محصول نارنجی رنگی ایجاد می‌کند. با اندازه‌گیری میزان جذب توسط اسپکتروفتومتر، غلظت MDA محاسبه می‌شود (۱۵). برای این منظور در این مطالعه هموژنه بافت کبد برای مدت کوتاهی در دور پایین سانتریفوژ شد. یک میلی‌لیتر از این محلول به لوله درب‌دار که در یخ قرار داشت منتقل شد و به آن ۲ میلی-لیتر از معرف TBA اضافه شد و لوله به‌وسیله ورتکس تکان داده شد. سپس درب لوله بسته شد و ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد (درب لوله‌ها حتماً باید بسته باشد). پس از سرد کردن محتویات لوله، ده دقیقه در ۳۰۰۰ g سانتریفوژ شد؛ سپس جذب محلول رویی در

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مقادیر مالون دی آلدئید بافت کبد بر حسب نانو مول و مقادیر گلوکوتاتیون بر حسب میکرو مول بر گرم بافت در گروه

| کنترل | فرکانس‌های ۲۰۰۰-۳۵۴۰ HZ | فرکانس‌های ۲۵۰-۳۵۴۰ HZ | گروه مواجهه متغیرها |
|-------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ۵/۵±۰/۱۱ | ۵/۷۱±۰/۱۵ | ۵/۵۴±۰/۱۵ | مالون دی آلدئید (nM/gt) |
| ۰/۱۳۱±۰/۰۰۴ | ۰/۱۳۱±۰/۰۰۳ | ۰/۱۳۱±۰/۰۰۲ | گلوکوتاتیون (um/gt) |

بار اکسیداتیو بدن را از طریق به کار گرفتن بافت‌ها برای تولید انرژی بیشتر افزایش می‌دهد. بنابراین اثرات استرسی صدا جریان کاتکولامین‌ها و گلوکوکورتیکوئیدها را افزایش داده و با اثر بر روی میزان سوخت و ساز، مکانیسم‌های آنتی‌اکسیداتیو و حساسیت موجود زنده باعث افزایش اکسیداسیون چربی‌ها می‌شود (۱۷).

این مطالعه در شرایط مواجهه و اندازه‌گیری در خرگوش اگر چه تغییرات محدودی در مقادیر مالون دی-آلدئید به‌خصوص در صداها با فرکانس‌های زیر (فرکانس‌های ۲۰۰۰-۳۵۴۰ HZ) نشان می‌دهد ولی میزان تغییرات مطابق ترازهای بالای صدا در خون نبود. شاید افزایش طول زمان و مدت مواجهه روزانه اثر استرسی صدا در خرگوش را مشخص‌تر نشان دهد و یا ممکن است اثر استرسی صدا در خرگوش در ترازهای صدای بالاتر باشد و تغییرات مذکور ابتدا در خون و در مراحل بعدی مواجهه در بافت مشاهده گردد. در هر حال، ادامه مطالعه در خرگوش و قرار دادن خرگوش در ترازهای صدای بالاتر و با دوره‌های زمانی متفاوت می‌تواند در تعیین اثر استرسی صدا در خرگوش نتایج روشن‌تری را ارائه نماید.

تشکر و قدردانی

از گروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، به‌ویژه از کارشناس محترم آزمایشگاه آقای مهندس سلیمانان که در این تحقیق همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

آماري تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P < 0/05$) نتایج اندازه‌گیری مقادیر گلوکوتاتیون بافت کبد نشان می‌دهد که خرگوش‌های در مواجهه با تراز فشار صدا 85dBA و فرکانسی مورد مطالعه نسبت به گروه کنترل تفاوتی نداشت (جدول ۱).

(۰/۱۳۱) گلوکوتاتیون (um/gt) بر حسب میکرومول بر گرم بافت کبد. بین میانگین‌های آن‌ها نیز تفاوت آماری معناداری ملاحظه نشد (سطح معنی‌داری $\alpha = 0/05$ در نظر گرفته شد).

بحث

بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های این تحقیق، مواجهه خرگوش‌ها با تراز فشار صدای 85dBA در فرکانس‌ها مورد مطالعه پس از ۱۲ روز تماس مطابق روش کار متابولیت حاصل از لیپید پراکسیداسیون (مالون دی آلدئید) افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشته و کاهش در گلوکوتاتیون (آنتی اکسیدان) بافت کبد نیز مشاهده نشد. از آنجایی که مطالعه ما بر روی تغییرات آنتی‌اکسیدانی و لیپید پراکسیدانی خون در تراز فشار صدای ۱۱۰ dBA در شرایط مشابه، افزایش مالون دی آلدئید و کاهش گلوکوتاتیون را نشان می‌دهد (۱۳) و حدود استرسی تراز فشار صدا برای انسان ۸۰ دسی بل تکراری و مداوم ذکر شده است (۱) و عقیده بر این است که صدا به‌عنوان یک استرسور و عامل مؤثر در ترشح کاتکولامین‌ها، با انقباضات عضلانی در نواحی مختلف بدن، افزایش و نامنظمی ضربان قلب

منابع

- ۱- عطار حمید، بررسی رابطه شغل با خشنودی شغلی و سلامت روان کارکنان یک مجتمع صنعتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، انیستیتو روان پزشکی تهران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشت روانی ایران، ۱۳۷۴.
- ۲- اردوبادی م. ح. استرس عاطفی و بهداشت جسمانی. مترجم دنیس مراد خان، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۰.
3. Kopke RD, Weisskopf PA, Boone JL, Jackson RL, Wester DC, Hoffer ME, et al. Reduction of noise-induced hearing loss using L-NAC and salicylate in the chinchilla. *Hear Res.* 2000; 149: 138-46.
4. Abuja PM, Albertini R. Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clin Chim Acta.* 2001; 306: 1-17.
5. Elsayed NM. Antioxidant mobilization in response to oxidative stress: A dynamic environmental nutritional interaction, *Nutrition*, 2001; 17: 828-34.
6. Meyer SA, Kulkarni AP. Hepatotoxicity. In: Hodgson E, Smart RC, editors. *Introduction to biochemical toxicology*, 3rd ed. New York: A. John Wiley & Sons, Inc; 2001 pp. 487-90.
7. Babisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H. Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to then role of stress hormones in noise research. *Envir Int.* 2001; 26: 475-81.
8. Dereköy FS, Dündar Y, Aslan R, Cangal A. Influence of noise exposure on antioxidant system and TEOAEs in rabbits. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2001; 258: 518-22.
9. Kaygusuz I, Ozturk A, Ustundag B, and Yalcin S. Role of free oxygen radicals in noise-related hearing impairment. *Hear Res.* 2001; 162: 43-7.
10. Halliwell B, Aeschbach R, Loliger J, Aruoma OI. The characterization of antioxidants. *Food Chem Toxicol*, 1995; 33: 601-17.
11. Prior RL, Cao G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med.* 1999; 27: 1173-81.
12. Williams PL, James RC, Roberts SM, editors. *The principles of toxicology: environmental and industrial applications*. 2nd ed. New York: John Willey & Sons; 2000.
- ۱۳- میرزایی رمضان، علامه عبدلامیر، مرتضوی سید باقر، خوانین علی، کاظم نژاد انوشیروان، اکبری مهدی، و همکاران. اثرات صدای شدید با فرکانسهای زیر و بم در افت شنوایی و سیستم اکسیداتیو استرس خون و کبد خرگوش، مجله علمی پژوهشی دانشور، ۱۳۸۳، دوره ۱۲، شماره ۵۳، صفحات: ۳۷ تا ۴۲.
14. Mirzaii R, Allameh A, Mortazavi SB, Khavanin A, Kazemnejad A, Akbary M. Assessment of outer hair cell function and blood antioxidant status of rabbits exposed to noise and metal welding fumes. *Auris Nasus Larynx*, 2007; 34: 147-54.
15. Wills ED. Lipid peroxide formation in microsomes. General consideration. *Biochem J.* 1969; 113: 315-24.
16. Buege JA, Aust SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 1978; 52: 302-10.
17. Van Raaij MT, Oortgiesen M. Noise stress and airway toxicity: a prospect for experimental analysis. *Food Chem Toxicol.* 1996; 34:1159-61.