# بررسی اثر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی در حین انجام محاسبات ریاضی

مرضیهٔ کاظم پور [۱]، محمد جواد جعفری [۲]، یدالله محرابی [۳]، ایرج علیمحمدی [۴]، جواد حاتمی [۵]

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۶/۱۴ تاریخ ویرایش: ۸۹/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۸/۰۳


## چکیده

**زمینه و هدف:** اثرات صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی افراد، موضوع پژوهش‌های بسیاری از محققین بوده است. بعقیدهٔ بسیاری از محققین صدای کم فرکانس حتی در ترازهای پائین آزار دهنده بوده و عملکرد ذهنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در پژوهش حاضر اثر صدای کم فرکانس در دو تراز مختلف ۴۵ و ۶۵ دسی بل بر عملکرد ذهنی دانشجویان در حین انجام محاسبات ریاضی مورد بررسی قرار گرفت.

**روش بررسی:** ابتدا اصوات موردنیاز تهیه و مورد تأیید قرار گرفت. سپس با انجام یک مطالعهٔ پایلوت تعداد نمونه‌های موردنیاز تعیین گردید. جهت ورود افراد به مطالعه، میزان افت شنوایی، ناراحتی ناشی از صدا، حساسیت به صدای کم فرکانس و رفرانس در آنان مورد ارزیابی قرار گرفت. در مطالعه اصلی، ضمن کنترل و محدود کردن عوامل مداخله گر و با استفاده از روشهای استاندارد، بر روی آزمودنیها، ۴ سری آزمایش عملکرد ذهنی همزمان با مواجههٔ آن‌ها با صدای کم فرکانس و رفرانس در دو تراز مختلف بعمل آمد. در این مقاله تأثیر صدای کم فرکانس و رفرانس بر عملکرد ذهنی آزمودنیها در حین انجام محاسبات ریاضی ارائه شده است.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که همبستگی معناداری بین حساسیت به صدای کم فرکانس و فرآیند عمیق ذهنی ($r = /۰۳۳$ و $p = ۰/۰۰۱$) وجود دارد. صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل نیز نسبت به صدای رفرانس در همین تراز سبب کاهش دقت محاسباتی($p= ۰/۰۰۵$) و کیفیت کارایی ($p= ۰/۰۰۱$) در بخش عمیق حافظه می‌گردد.

**نتیجه‌گیری:** صدای کم فرکانس سبب کاهش دقت در محاسبات و کیفیت کاری می‌گردد.


**کلیدواژه:** صدای کم فرکانس، عملکرد ذهنی، حساسیت به صدا

## مقدمه

پژوهشگران بسیاری صدای کم فرکانس (Low Frequency Noise=LFN)را به صورت صدایی با باند پهن(Broad Band Noise=BBN) و در محدودهٔ فرکانسی ۲۰ الی۲۰۰ هرتز و برخی ۱۰ الی ۲۵۰ هرتز تعریف کرده‌اند[۱-۳]. تفاوت ویژهٔ این صدا با صداهای معمول در این است که صدای کم فرکانس علاوه بر محیطهای صنعتی در محیطهای عمومی نیز مشاهده می‌گردد. استفاده از فنون جدید بویژه فنون جدید دیجیتالی باعث کاهش تراز صدا در صنایع گردیده است اما استفادهٔ بیشتر از وسایل جدید در محیط‌های عمومی نظیر سیستم‌های تهویه، کمپرسورها، رایانه، پرینتر و غیره مشکلات دیگری را در ارتباط با صداهای با تراز نه‌چندان بلند اما آزاردهنده در فرکانس‌های کم ایجاد نموده است.

صدای کم فرکانس معمولاً توسط منابعی نظیر

۲- ( نویسنده مسئول)، عضو هیئت علمی (دانشیار)، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، اوین، بلوار دانشجو، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکدهٔ بهداشت.
تلفن:۱-۲۲۴۳۲۰۴۰، دورنما: ۲۲۴۳۲۰۳۶، jafari1952@yahoo.com
۳- عضو هیئت علمی (استاد) گروه اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۴- دانشجوی دکتری مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه،کرمانشاه، ایران
۵- عضو هیئت علمی (استادیار) گروه روانشناسی، دانشگاه تهران
* این طرح مصوب، طی شماره ۶/۱۱/۲۵۶۷پ مورخ ۱۳۸۶/۸/۶در شواری پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ثبت شده و با حمایت مالی آن دانشگاه به انجام رسیده است.

www.SID.ir

سیستم‌های تهویه، پمپ‌ها، کمپرسورها، موتورهای دیزلی، توربین‌های گازی و وسایل ترابری تولید می‌شود. به همین دلیل این صدا علاوه بر محیط‌های صنعتی نظیر اتاق‌های کنترل، در مناطق مسکونی، اداری و غیره نیز موجود می‌باشد[۲, ۴].

در میان علائم متعددی که در هنگام مواجهه با صدای کم فرکانس گزارش شده‌اند تحریک پذیری و سردرد بیشترین همبستگی را با کاهش ظرفیت کاری دارد [۵]. مهمترین تأثیرات صدای کم فرکانس بر انسان عبارتند از خستگی، مشکل در تمرکز و احساس فشار در سر و پلکها. در بسیاری از مشاغل جدید فرد ضمن پردازش بالای اطلاعات نیاز به دقت ویژه‌ای داشته و ممکن است با شرایط پیش بینی ناپذیر مواجهه باشد. در چنین مشاغلی عملکرد صحیح ذهنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و صدای کم فرکانس می‌تواند بیشترین تأثیر را بر آن داشته باشد.

علیرغم مطالعات فراوانی که در ارتباط با تأثیر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی انجام گردیده است، نتایج ضد و نقیض بوده و هنوز نتایج قطعی و ثابتی مشاهده نگردیده است[۲, ۶, ۷]. این تفاوتها را می‌توان در نتیجهٔ حساسیت متفاوت افراد به صدا به صورت عام و حساسیت متفاوت افراد به صدای کم فرکانس به صورت خاص توجیه نمود[۸].

در مطالعهٔ حاضر، تأثیر صدای کم فرکانس با شدتهای متداول در صنعت بر عملکرد ذهنی گروهی از دانشجویان یک دانشکده و همچنین ارتباط آن با حساسیت فردی مورد بررسی قرار گرفت. در مقالهٔ حاضر تأثیر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی این دانشجویان در حین انجام محاسبات ریاضی ارائه شده است.

## روش بررسی

**جمعیت مورد مطالعه:** این مطالعهٔ توصیفی در سال ۱۳۸۶ در ۲ مرکز دانشگاهی در شهر تهران بر روی دانشجویان دختر و پسر انجام شد. نمونه‌ها بصورت تصادفی از میان دانشجویان مقاطع مختلف تحصیلی دانشکدهٔ بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و دانشکدهٔ بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران و داوطلب شرکت در مطالعه انتخاب گردید.

**جمع آوری نمونه:** شرط ورود افراد به آزمون، برخورداری آنان از سلامت شنوایی (داشتن افت شنوایی کمتر از ۲۵ دسی بل)، نداشتن حساسیت و ناراحتی نسبت به صدای کم فرکانس در نظر گرفته شد. به همین منظور قبل از انتخاب نمونه‌ها، از آنان تست ادیومتری بعمل آمده، حساسیت و ناراحتی آنان نسبت به صدای کم فرکانس توسط تکمیل پرسشنامه‌های استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت.

**حجم نمونه ها:** با استفاده از نتایج مطالعات مشابه[۹, ۱۰] و با فرض خطای $\alpha$=٪۵، ($Z_{1-\alpha/2}$=1.96) و $\beta$=٪۱۰، ($Z_{1-\beta}$ =1.28) ، s=۰/۲ و $\Delta$=۰/۱ ($\Delta$=Effect Size) ، ضمن استفاده از رابطهٔ ۱ حجم نمونهٔ لازم مساوی ۴۲ بدست آمد[۲]. با توجه به احتمال خارج شدن تعدادی از آزمودنی‌ها از مطالعه، تعداد اولیهٔ نمونه‌ها ۳۰٪ بیش از تعداد فوق در نظر گرفته شد. بدین ترتیب ۵۴ دانشجوی دختر و پسر با شنوایی طبیعی (افت شنوایی کمتر از ۲۰ دسی بل) در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۵ سال به صورت داوطلبانه در این طرح شرکت نمودند.

$$n=\frac{S^2\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}+Z_{1-\beta}\right)^2}{\Delta^2} \quad (1)$$

**آزمونهای انجام شده:** کلیهٔ نمونه‌های واجد شرایط، در آزمون ذهنی ریاضی (Mental Arithmetic) شرکت داده شدند. این آزمون ذهنی در حالی انجام گردید که همزمان فرد در معرض صداهای کم فرکانس و رفرانس در دو تراز ۴۵ و ۶۵ دسی بل (صدای متداول در محیط های کار) قرار داشت. علاوه بر آزمون فوق، قبل و بعد از هر آزمون عملکرد ذهنی، حساسیت به صدای کم فرکانس نیز توسط پرسشنامه تعیین گردید. علاوه بر آزمون‌های فوق علائم و



Archive of SID
www.SID.ir

مشکلات ناشی از مواجهه با صدای کم فرکانس ، قبل و پس از مواجهه با این صدا توسط پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت. این علائم عبارت بودند از وزوز و زنگ در گوش، فشار در گوش‌ها، فشار در سر و پلک‌ها، لرزش بدن و ناراحتی. مشکلات مورد بررسی عبارت بودند از سردرد، اشکال در تمرکز، گیجی و منگی، خواب آلودگی و کسالت، و خستگی و عدم تمایل به صحبت.

آزمون حافظه ریاضی به صورت تقسیم نوشتاری ۱۵ عدد دورقمی به یکی از اعداد ۶، ۷، ۸ یا ۹ تا دو رقم اعشار می‌باشد. عمق فرآیند ذهنی بر حسب تعداد ارقام محاسبه شده صحیح بیان می‌گردد. زمان پاسخ دهی و تعداد پاسخهای صحیح معیار سنجش کارایی ذهنی است[۱۱-۱۳]. زمان انجام شده در این بخش نماینده زمان عکس العمل افراد، رقم صحیح نشان دهنده عملیات ذهنی در حد سطحی (Shallow)، اولین رقم پس از اعشار نشان دهنده عملیات ذهنی در حد میانی (Intermediate)، و دومین رقم پس از اعشار نماینده عملیات ذهنی در حد عمیق(Deep) می‌باشد. تعداد خطاها نیز بیانگر دقت فرد در انجام آزمون می‌باشد[۱۳-۱۵].

حساسیت به صدای کم فرکانس نیز توسط پرسشنامه تعیین گردید. این پرسشنامه براساس استاندارد ISO15666 تهیه شد[۱۶]. طی این پرسشنامه افراد به دو گروه با حساسیت بالا و حساسیت پایین نسبت به صدای کم فرکانس تقسیم بندی گردیدند. این پرسشنامه مشتمل بر سه پرسش و هر پرسش دارای پنج مقیاس درجه بندی پاسخ دهی از کاملاً موافقم تا کاملاً مخالفم از یک تا پنج می‌باشند. پرسش اول و سوم به صورت عکس از پنج به یک نمره دهی شدند.

به این ترتیب افرادی که نمره آنها بیشتر یا مساوی ۹ بود در گروه با حساسیت بالا به صدای کم فرکانس یا +LFN و بقیه در گروه با حساسیت پایین یا -LFN تقسیم می‌شدند[۱۷]. ناراحتی ناشی از صدا بر مبنای یک پرسش قبل و پس از آزمون، مطابق با استانداردهای ISO15666 سنجیده شد [۱۶]. این پرسش در شکل ۱ آورده شده است.

اصوات مورد استفاده با نرم افزار Cool edit program و با همکاری دانشکده صدا و سیما تولید شدند. این برنامه یک نرم افزار قوی جهت تولید و ویرایش صدا در فرکانسهای متفاوت و بخصوص صدای کم فرکانس می‌باشد. صدای رفرانس تقریباً از الگوی فرکانسی یکنواختی تبعیت می‌کند. این صدا با تراز صوتی نسبتا یکسان( حداکثر ۵ دسی‌بل تفاوت با باند قبل) در مراکز اکتاوی بود. در حالیکه صدای کم فرکانس در محدوده فرکانسی ۲۰ تا ۲۰۰ هرتز تقویت شد. به نحوی که در محدوده فرکانسی اشاره شده نسبت به مراکز اکتاوی دیگر حداقل ۱۰ دسی‌بل بیشتر بود[۲, ۱۸]. تراز معادل فشار صوت در کنار گوش افراد مورد آزمایش و در جایگاه نشستن آنها اندازه‌گیری شد. صداسنج مورد استفاده در تحقیق از نوع B&K مدل ۲۲۳۸ بود که بر اساس استاندارد IEC 60561 کار می‌کند. این صدا سنج از نوع آی (TypeI) مطابق با استاندارد ANSI S1.43 می‌باشد. ویژگیهای این دستگاه علاوه بر دقیق بودن کارایی آن است. از دیگر خصوصیات ترازسنج ۲۲۳۸ مشخصات سمتی کاملا یکنواخت آن می‌باشد. به عبارت دیگر در فرکانسهای ۴ کیلوهرتز و پایینتر، نحوه قرارگیری جهت دستگاه صداسنج نسبت به منبع صوت تقریبا اثری در میزان قرائت شده نخواهد داشت. بلندگوهای مورد استفاده در این پژوهش از نوع Micro-Plus به همراه یک دستگاه Subwoofer Micro-Plus-super مجهز به Trebleو Bass جهت تقویت فرکانسهای پایین بودند. اتاقک آکوستیک با ابعاد داخلی ۲×۱/۵ متر بود و در هنگام بسته بودن درب اتاقک، تراز معادل صدای محیط داخل آن ۲۰ دسی‌بل (سکوت) بود.

گروه‌بندی افراد مورد مطالعه: چهار مرحله صوتی ذکر شده که افراد با آن تماس داشتند. پس از انجام هر مرحله جای گروهها عوض می‌شد تا اینکه هر فرد هر یک از چهار سطح صدا را تجربه نماید و اثر ترتیب مواجهه با صدا حذف شود. مراحل آزمون بصورت ذیل بود:



Archive of SID

www.SID.ir

گروه اول: صدای کم فرکانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای کم فرکانس و تراز ۶۵ دسی‌بل، صدای رفرانس و تراز ۴۵ دسی بل و صدای رفرانس و تراز ۶۵ دسی‌بل(ABCD).

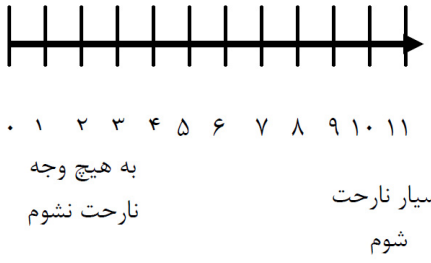
گروه دوم: صدای رفرانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای رفرانس و تراز ۶۵ دسی‌بل، صدای کم فرکانس و تراز ۴۵ دسی بل و صدای کم فرکانس و تراز ۶۵ دسی‌بل (CDAB).

گروه سوم: صدای کم فرکانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای رفرانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای کم فرکانس و تراز ۶۵ دسی‌بل و صدای رفرانس و تراز ۶۵ دسی‌بل(ACBD).

گروه چهارم: صدای رفرانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای کم فرکانس و تراز ۴۵ دسی بل، صدای رفرانس و تراز ۶۵ دسی‌بل و صدای کم فرکانس و تراز ۶۵ دسی‌بل (CADB).

قبل از هر آزمایش، تراز صدای مورد نظر توسط صداسنج برای تراز معادل ۵ دقیقه ای تنظیم گردید. پس از ورود فرد به آزمایشگاه، ۱۰ الی ۱۵ دقیقه به فرد استراحت داده شد تا بدن وی به سیکل طبیعی خویش بازگردد. به منظور تسریع در بازگشت به سیکل طبیعی از افراد با شکلات پذیرایی بعمل آمد. سپس پرسشنامه‌های مربوط به حساسیت به صدای کم فرکانس و ناراحتی ناشی از صدا در اختیار فرد قرار گرفت. پس از تکمیل پرسشنامه، از فرد خواسته شد تا به اتاقک آکوستیک رفته و آزمون شنوایی سنجی از وی به عمل آید. پس از انجام آزمون اودیومتری، فرد در اتاقک آکوستیک، در هریک از چهار مرحله صوتی ذکر شده، تحت آزمون عملکرد ذهنی قرار گرفت. در بین دو مرحله به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه به فرد استراحت داده می شد و در طی این مدت از او با نوشیدنی شیرین پذیرایی به عمل می آمد تا از افت قند خون و مخدوش شدن نتایج جلوگیری گردد. پس از انجام آزمایش و بدون فوت وقت دوباره پرسش ناراحتی ناشی از صدا در اختیار فرد قرار گرفت. در انتها توسط یک هدیه کوچک از شرکت کنندگان تقدیر به عمل آمد.

در حال حاضر صدای موجود در محل باعث شده است که:




شکل ۱. پرسش مربوط به ناراحتی ناشی از صدا (ISO 15666)

**استخراج داده ها:** داده ها مطابق با دستورالعمل هر آزمون، کدگذاری و جهت آنالیزهای آماری به کامپیوتر منتقل شد. در این فاز از مطالعه برای آنالیز داده ها از برنامه نرم افزاری SPSS نسخه ۱۵ استفاده گردید. آزمون های آماری استفاده شده در این تحقیق شامل آنالیز واریانس اندازه های تکراری، آزمون مک نمار و ضریب همبستگی پیرسون بود[۲].

## یافته‌ها

**شرایط دموگرافیک:** جدول ۱ویژگیهای دموگرافیک افراد مورد مطالعه را نشان می‌دهد. میانگین و انحراف معیار سن آنان مساوی ۳/۲۵ ± ۲۳/۹۴ با حداقل ۲۰ و حداکثر ۳۵ سال بود. توزیع افراد مورد آزمایش از نظر جنس، تقریباً یکنواخت بود. ۸۶ درصد از آنها را مجردین وبقیه را متأهلین تشکیل می دادند. اکثر شرکت کنندگان از رشته های علوم بهداشتی ( مهندسی بهداشت حرفه‌ای: ۵۸/۸٪، مهندسی بهداشت محیط و آموزش بهداشت: ۲۳/۵٪ ) بودند. مقطع تحصیلی اغلب شرکت کنندگان (۷۶/۵٪) نیز کارشناسی بود. شایان ذکر است که تعداد کل آزمودنی ها ۵۴ نفر بود اما تعدادی از آنها از ثبت بعضی از ویژگیهای دموگرافیک امتناع ورزیدند. میانگین آستانه شنوایی هر دو گوش در آزمودنیها در کلیه فرکانسها ۸/۲۳ دسی‌بل، حداقل ۱/۸۷- و حداکثر



Archive of SID
www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۱- ویژگیهای دموگرافیک جامعهٔ مورد مطالعه

| ویژگی | محدوده و نوع | تعداد | ٪ |
|---|---|---|---|
| جنس | مرد | ۳۰ | ۵۵/۶ |
| | زن | ۲۴ | ۴۴/۴ |
| گروه سنی | < ۲۵ | ۳۸ | ۷۴/۵ |
| | ۲۵ – ۲۹ | ۹ | ۱۷/۶ |
| | > ۲۹ | ۴ | ۷/۹ |
| افت شنوایی* | گوش چپ | ۵۴ | ۸/۵۴ |
| | گوش راست | ۵۴ | ۷/۹۳ |
| وضعیت تاهل | مجرد | ۴۴ | ۸۶/۳ |
| | متاهل | ۷ | ۱۳/۷ |
| مقطع تحصیلی | کاردانی | ۲ | ۳/۹ |
| | کارشناسی | ۳۹ | ۷۶/۵ |
| | بالاتر از کارشناسی | ۱۰ | ۱۹/۶ |
| رشته تحصیلی | رشته های علوم بهداشتی | ۴۲ | ۸۲/۳ |
| | سایر رشته‌ها | ۹ | ۱۷/۷ |

* میانگین افت شنوایی بر حسب دسی بل و برای تمام فرکانس ها است

۱۷/۵ دسی بل بود که نشان دهنده وضعیت شنوایی بسیار خوب آنان می‌باشد.

**علائم و مشکلات ناشی از مواجهه با صدای کم فرکانس:** علائم مشاهده شده قبل و پس از مواجهه در جدول شمارهٔ ۲ مقایسه شده اند. نتایج نشان می دهد که به جز احساس وزوز و زنگ در گوشها، بقیهٔ علائم پس از مواجهه نسبت به قبل از آن افزایش معناداری داشته اند. در این میان احساس فشار در سر و پلکها قبل و پس از مواجهه تفاوت مشهودتری دارد.

مشکلات مشاهده شده قبل و پس از مواجهه با صدا در جدول شمارهٔ ۳ مقایسه شده اند. با توجه به آزمون مک نمار هیچ یک از مشکلات مشاهده شده قبل و بعد از آزمایش دارای تفاوت معناداری نمی باشند. ارتباط بین علائم و مشکلات ناشی از مواجهه با صدا قبل و پس از آزمایش در شکل شمارهٔ ۲ خلاصه شده است.

**آزمون ناراحتی ناشی از صدا:** ناراحتی ناشی از صدا سبب کاهش عملکرد ذهنی در اکثر موارد آزمون ریاضی گردیده است که هیچ یک از همبستگی ها معنادار نمی باشند.

**آزمون ریاضی:** جهت ارزیابی افراد شرکت کننده در آزمون ریاضی، برگهٔ آزمون آنان تصحیح و نمره داده شد. در صورت انجام صحیح هر محاسبه تا قبل از رقم اعشار نمرهٔ ۱ داده شد، در صورت انجام صحیح هر محاسبه تا یک رقم پس از اعشار نمرهٔ ۲، در صورت انجام صحیح و کامل هر محاسبه نمرهٔ ۳ و در صورت انجام نادرست آن نمرهٔ ۱- داده شد. نمرهٔ نهایی هر فرد از مجموع نمرات هر محاسبه بدست آمده و به عدد ۹۰ (مجموع کلی) تقسیم گردید. نتایج آزمون ریاضی در جدول شمارهٔ ۴ نشان داده شده است.

هیچ فردی در ابتدای آزمایش نیز حالت گیجی و منگی نداشته و جدول از حالت ۲×۲ بودن خارج شده لذا آزمون مک نمار امکانپذیر نمی باشد.

حساسیت ناشی از صدای کم فرکانس سبب کاهش تعداد رقم های صحیح، افزایش تعداد موارد ناصحیح، افزایش زمان پاسخگویی و کاهش نمره کلی مربوط به



Archive of SID
www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۲- مقایسهٔ علائم مشاهده شدهٔ قبل و پس از مواجهه با صدای کم فرکانس با استفاده از آزمون مک نمار

| علامت | قبل از مواجهه | پس از مواجهه: داشته | پس از مواجهه: نداشته | p value |
|---|---|---|---|---|
| | | n(%) | n(%) | |
| وزوز و زنگ در گوش | داشته | ۱(۱/۹) | ۱(۱/۹) | ۰/۰۷ |
| | نداشته | ۷(۱۳/۲) | ۴۴(۸۳) | |
| فشار در گوشها | داشته | ۲(۳/۸) | ۲(۳/۸) | ۰/۰۳۹ |
| | نداشته | ۱۰(۱۸/۹) | ۳۹(۷۳/۶) | |
| فشار در سر و پلکها | داشته | ۲(۳/۸) | ۲(۳/۸) | <۰/۰۰۱ |
| | نداشته | ۲۰(۳۷/۷) | ۲۹(۵۴/۷) | |
| لرزش بدن | داشته | ۳(۵/۷) | ۱(۱/۹) | ۰/۰۳۹ |
| | نداشته | ۸(۱۵/۱) | ۴۱(۷۷/۴) | |
| ناراحتی | داشته | ۳(۵/۹) | ۲(۳/۸) | ۰/۰۳۹ |
| | نداشته | ۱۰(۱۸/۹) | ۳۸(۷۱/۷) | |

جدول شمارهٔ ۳- مقایسهٔ مشکلات مشاهده شده قبل و پس از آزمایش با استفاده از آزمون مک نمار

| مشکل | قبل از مواجهه | پس از مواجهه: داشته | پس از مواجهه: نداشته | p value |
|---|---|---|---|---|
| | | n(%) | n(%) | |
| سردرد | داشته | ۶(۱۱/۳) | ۳(۵/۷) | ۰/۱۴ |
| | نداشته | ۹(۱۷) | ۳۵(۶۶) | |
| اشکال در تمرکز | داشته | ۰(۰) | ۴(۷/۵) | ۰/۲۶ |
| | نداشته | ۹(۱۷) | ۴۰(۷۵/۵) | |
| گیجی و منگی | داشته | ۰ | ۰ | * |
| | نداشته | ۸(۱۵/۱) | ۴۵(۸۴/۹) | |
| خواب آلودگی و کسالت | داشته | ۲(۳/۸) | ۷(۱۳/۲) | ۱ |
| | نداشته | ۷(۱۳/۲) | ۳۷(۶۹/۸) | |
| خستگی و عدم تمایل | داشته | ۱(۱/۹) | ۳(۵/۷) | ۰/۰۹ |
| به صحبت | نداشته | ۱۰(۱۸/۹) | ۳۹(۷۳/۶) | |

عملکرد ذهنی در ارتباط با آزمون ریاضی گردیده است که تمام موارد ذکر شده از نظر آماری همبستگی معناداری را نشان دادند(جدول ۴).

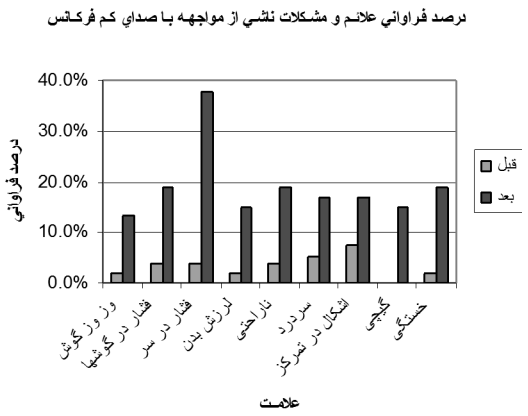
حساسیت ناشی از صدای کم فرکانس سبب کاهش تعداد رقم های صحیح، افزایش تعداد موارد ناصحیح، افزایش زمان پاسخگویی و کاهش نمره کلی مربوط به عملکرد ذهنی در ارتباط با آزمون ریاضی گردیده است که تمام موارد ذکر شده از نظر آماری همبستگی معناداری را نشان دادند(جدول ۴).

## بحث و نتیجه‌گیری

پاراگراف اول حذف شد. نتایج مطالعات پژوهشگران در خصوص تأثیر صدا بر کارایی ذهنی در هنگام انجام محاسبات ریاضی متناقض بوده و رابطه منطقی را نشان نمی دهند. بعنوان مثال در حالیکه به عقیدهٔ بارکر و همکاران و همچنین کرایتر صدا در محدودهٔ ۵۰ تا ۱۱۰ دسی بل سبب کاهش عملکرد ذهنی می گرددبه عقیدهٔ گاورون صدا هیچ گونه تأثیری بر عملکرد ذهنی ندارد[۱۹-۲۱]. در همین حال اومالی و همچنین هاکی عقیده دارند که صدا سبب بهبود سرعت و دقت در



www.SID.ir




شکل ۲. درصد فراوانی علائم و مشکلات قبل و پس از آزمایش

آزمونهای مربوط به پردازش ذهنی ریاضی می گردد[۲۲, ۲۳]. همچنین در حالیکه پارک و پاین دریافتند که کارایی ذهنی درارتباط با آزمون ریاضی در ترازهای ۶۰ تا ۹۵ دسی بل تحت تأثیر صدا واقع نمی شود، اما ویو و همکاران گزارش نمودند که در محدودهٔ این ترازها عملکرد ذهنی کاهش می یابد[۲۴, ۲۵].

در تحقیق حاضر تقسیم های تا دو رقم اعشار، کاملاً درست (p=۰/۰۰۵) و نمرهٔ کلی فرد(p=۰/۰۰۱) در صدای کم فرکانس و صدای رفرانس ۶۵ دسی بل تفاوت معناداری دارند. یعنی صدای رفرانس ۶۵ دسی بل نسبت به صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل سبب افزایش معنادار تعداد محاسبات عمیق ذهنی (تا دو رقم پس از اعشار) گردیده است. می توان اینگونه نتیجه گیری نمود که در تحقیق حاضر صدای رفرانس ۶۵ دسی بل نسبت به صدای کم فرکانس در همین تراز سبب افزایش دقت محاسباتی و کیفیت کارایی در بخش عمیق حافظه می گردد. دلیل این مسئله را می توان در حساسیت افراد به صدای کم فرکانس جستجو نمود. همبستگی معناداری بین حساسیت به صدای کم فرکانس و این مرحله از آزمون (فرآیند عمیق ذهنی) (r = ۰/۰۳۳ و p = ۰/۰۱) وجود دارد (جدول۵). همین مسئله ممکن است سبب کاهش معنادار تعداد پاسخهای صحیح در حضور صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل شده باشد. البته با صدای کم فرکانس ۴۵ دسی بل نیز همین نتیجه بدست می آید اما این ارتباط بصورت معناداری مشاهده نمی گردد (جدول۵).

در خصوص نقش حساسیت به صدا در موضوع تأثیر صدا بر عملکرد ذهنی می توان به تئوری انگیزش هب استناد نمود. طبق تئوری انگیزش هب افراد حساس به صدا در هنگام مواجهه با آن، ترازهای انگیزش و تحریک بسیار بالایی از خود نشان می دهند که این مسئله سبب افزایش پاسخهای نادرست گردیده و کارایی ذهنی کاهش بیشتری می یابد[۲۶]. به عقیدهٔ رووکمپ (ضمن تأیید فرضیهٔ هب) واکنش فعالیت سمپاتیک( افزایش ضربان قلب، تنفس و تنگ شدن عروق خونی ) افراد حساستر به صدا در هنگام مواجهه با آن، در مقایسه با افراد تحمل پذیر به صدا، افزایش می یابد[۲۷].

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، صدای بلند با تراز ۶۵ دسی بل (به طور کلی و بدون در نظر گرفتن فرکانس)، سبب کاهش تعداد تقسیم های کاملاً درست (تا دو رقم اعشار) می گردد. این نتیجه با نظر دایی و ویلدینگ مطابقت دارد. بنظر آنان از آنجاییکه فرآیند عمیق ذهنی نیاز به زمان طولانی تری جهت پردازش دارد این حافظه با استرسورهایی همچون صدای بلند بیشتر تحت تأثیر قرار می گیرد[۲۸].

نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان شد که نمرهٔ کلی فرد مورد آزمایش (p=۰/۰۱۸ ) و زمان مورد نیاز وی برای انجام محاسبات ریاضی در صدای کم فرکانس ۴۵ و ۶۵ دسی بل تفاوت معناداری دارند(p=۰/۰۰۱). یعنی بطور کلی صدای بلند سبب کاهش زمان انجام محاسبات می گردد که البته این مسئله در مورد صدای کم فرکانس شدت بیشتری داشته و معنادار است. دلیل این مسئله را نیز می توان در حساسیت افراد به صدای کم فرکانس دانست. زیرا این همبستگی به صورت کاملاً معناداری به چشم می خورد(جدول۳) (p<۰/۰۵ ). در تحقیق سال ۱۹۹۹ بلاجویچ و همکاران مشخص گردید که دقت پردازش ذهنی سطحی، متوسط و عمیق در هنگام پخش صدا در افراد حساس به صدا نسبت به گروه مقابل تفاوت معناداری دارد (p<۰/۰۵ ) [۱۱]. همانگونه که زمان مورد نیاز برای حل کامل یک تقسیم



Archive of SID
www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۴- نتایج آزمون ریاضی (میانگین± خطای معیار) به تفکیک صدا (n=۵۴)

| میزان درستی پاسخ | صدای کم فرکانس | | صدای رفرانس | | p value |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۴۵ dB(A) | ۶۵ dB(A) | ۴۵ dB(A) | ۶۵ dB(A) | |
| رقم صحیح | ۱۴/۱ ± ۰/۱۴ | ۱۴/۳ ± ۰/۱۱ | ۱۳/۹ ± ۰/۲۱ | ۱۴/۲ ± ۰/۱۲ | ۰/۱۲۷ |
| تا یک رقم پس از اعشار | ۱۳/۴ ± ۰/۲۹ | ۱۳/۸ ± ۰/۱۹ | ۱۳/۳ ± ۰/۲۹ | ۱۳/۶ ± ۰/۲۱ | ۰/۰۶۵ |
| کاملاً درست | ۱۲/۹ ± ۰/۳۲ | ۱۳/۴ ± ۰/۲۱* | ۱۲/۷ ± ۰/۳۳ | ۱۲/۸ ± ۰/۲۷ | ۰/۰۲۵ |
| نادرست | ۰/۸ ± ۰/۱۳ | ۰/۶۵ ± ۰/۱۱ | ۱ ± ۰/۲۲ | ۰/۸ ± ۰/۱۳ | ۰/۱۸۷ |
| زمان انجام آزمون، ثانیه | ۴۱۳/۳ ± ۱۶/۸** | ۳۴۷ ± ۱۴/۳ | ۳۹۴/۹ ± ۱۷/۹ | ۳۶۴/۸ ± ۱۷/۳ | <۰/۰۰۱ |
| نمرهٔ کلی | ۰/۸۷ ± ۰/۱۳ † | ۰/۹۰ ±۰/۰۱‡ | ۰/۸۶ ± ۰/۰۱ | ۰/۸۷ ± ۰/۰۱ | ۰/۰۰۱ |

* p=۰/۰۰۵ و‡ p= ۰/۰۰۱ در مقایسه با صدای رفرانس۶۵ دسی بل

** p<۰/۰۰۱ و † p= ۰/۰۱۸ در مقایسه با صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل

جدول۵- ضریب همبستگی اسپیرمن نمرهٔ آزمون ریاضی با نمرهٔ حساسیت به صدا

| | صدای کم فرکانس | | | | صدای رفرانس | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dB(A)۴۵ | | dB(A)۶۵ | | dB(A)۴۵ | | dB(A)۶۵ | |
| | $P_{value}$ | r | $P_{value}$ | r | $P_{value}$ | r | $P_{value}$ | r |
| فقط رقم صحیح، درست | ۰/۰۶ | ۰/۲۵۱ | ۰/۶۶ | ۰/۰۶ | ۰/۱۶ | ۰/۱۹۴ | ۰/۰۶ | ۰/۱۷۹ |
| تا یک رقم پس از اعشار درست | ۰/۰۵۷ | ۰/۲۶۱ | ۰/۷ | ۰/۰۵۲ | ۰/۱۸ | ۰/۱۸۸ | ۰/۵۷ | ۰/۰۸ |
| کاملاً درست | ۰/۰۰۵ | -۰/۳۷۳** | ۰/۰۰۷ | -۰/۳۶۳** | ۰/۱۲ | ۰/۲۱۶ | ۰/۶۴ | ۰/۰۶۵ |
| نادرست | ۰/۰۱۳ | ۰/۳۳۴* | ۰/۰۱۲ | ۰/۳۳۸* | ۰/۴۳ | ۰/۱۱۰ | ۰/۲۵ | ۰/۱۶۱ |
| زمان(ثانیه) | ۰/۰۴۱ | ۰/۲۸۲* | ۰/۰۴۵ | ۰/۲۹۵* | ۰/۱۳ | ۰/۲۰۷ | ۰/۱۵ | ۰/۲۰۱ |
| نمره کلی | ۰/۰۴ | -۰/۲۳* | ۰/۰۳ | -۰/۲۹* | ۰/۵۶ | -۰/۰۸۳ | ۰/۰۵۵ | -۰/۲۷۴ |

* p=۰/۰۰۵ و‡ p= ۰/۰۰۱ در مقایسه با صدای رفرانس۶۵ دسی بل

** p<۰/۰۰۱ و † p= ۰/۰۱۸ در مقایسه با صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل

دو رقمی افزایش می یابد افراد حساس به صدا نسبت به افراد تحمل پذیر کارایی کمتری در عملکرد چه از نظر کمی (سرعت) و چه از نظر کیفی(تعداد پاسخ های صحیح) خواهند داشت. این مورد علاوه بر اینکه در تحقیق بلوجویچ به اثبات رسده است در مطالعات دیگری همچون واینشتاین نیز بدست آمده است[۲۹, ۳۰].

درصد پاسخهای صحیح و سرعت عملکرد نیز در افراد حساس به صدا نسبت به افراد غیر حساس پایین تر بود. کاهش زمان انجام محاسبات افراد حساس به صدا در هنگام مواجهه با آن در واقع یک حالت دفاعی است که فرد می خواهد هر چه سریعتر خود را از شرایط ناراحت کننده صدا برهاند در نتیجه سرعت وی بالا می‌رود این نتایج با نتایج مطالعات[۳۱, ۳۲] مطابقت دارد.

در پژوهش حاضر، همچنین مشخص شد که صدای کم فرکانس موجب افزایش زمان انجام محاسبات ریاضی گردیده است. نمرهٔ کلی و تعداد خطاها یا محاسبات نادرست در هنگام مواجهه با صدای کم فرکانس نیز نسبت به صدای رفرانس بالاتر بود. می توان اینگونه نتیجه گیری نمود که در تحقیق حاضر صدای کم فرکانس سبب کاهش عملکرد ذهنی در حین انجام محاسبات ریاضی در تمامی مراحل ذهنی (سطحی، متوسط و عمیق) گردیده است.

پژوهش حاضر نشان داد که در دو شرایط ۴۵ و ۶۵ دسی بل از نظر دقت و سرعت(حذف) هیچ تفاوت معناداری بین مراحل ذهنی سطحی Shallow (رقم صحیح)، متوسط Intermediate(رقم اول اعشار) و عمیقDeep (کاملاً صحیح) وجود ندارد. این یافته با نتایج تحقیقات بلاجویچ و همکاران در سالهای ۱۹۹۹ و



Archive
www.SID.ir

۲۰۰۱ سازگار است[۳۳, ۳۴]. آنها در حین بررسی تأثیر تفاوتهای فردی بر آزمون ریاضی در دو شرایط سکوت (۴۲ دسی بل) و شلوغ (۶۰ دسی بل) دریافتند که از نظر دقت و سرعت(حذف) هیچ تفاوت معناداری بین مراحل مختلف ذهنی از سطحی تا عمیق در دو حالت مذکور وجود ندارد. البته به عقیدهٔ وودهد یکی از دلایل احتمالی این عدم تفاوت این است که دقت محاسبات ریاضی تنها زمانی تحت تأثیر صدا قرار می گیرد که حفظ نمودن و به خاطر سپردن یک عدد در هنگام حل مسئله الزامی باشد[۲۸].

## تشکر و قدردانی

این پژوهش با تصویب و حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی طی قرارداد شمارهٔ ۶/۱۱/۲۵۶۷/پ مورخ ۱۳۸۶/۸/۶ اجرا گردید. لذا بدین وسیله از کلیهٔ مسؤلین محترم ذیربط در این دانشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

1. Henry JP, Folkow B, schmidt T, Ulvnas – Moberg KE. Stress, Health and Social Environments, Acta Phsiological Scandinavica. 1997;Vol. 161(640):1-179.

2. Jafari MJ, Kazempour M, Alimohammadi I, Mehrabi Y, Hatami J. The Influences of Low Frequency Noise on Mental Performance Journal of Mazandaran University of Medical Science, 2008;18, No. 63(Apr-May 2008):55-65.

3. Gawron V. Performance effects of noise intensity, Psychological set, and task type and complexity. Human Factors, 1982; 24:225 – 43

4. Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Waszkowska M. Assessment of low frequency noise annoyance in steering premises according to subjective annoyance rating by workers, A pilot study. Med Pr. 2001;52(6):465-70.

5. Persson-Waye K, Bengtsson J, Rylander R, Hucklebridge F, Evans P, A. C. Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subject during work performance Life Sci. 2002;70(7):745-58.

6. Kjellberg A, Landstrom U. Noise in office: part II- The scientific basis (knowledge base) for guide. IntJ IndustErgonomics, 1994. 1994;14:93-118.

7. Smith A, Jones D. Noise and performance. Volume 1. London,1992;1-28: Academic Press; 1992.

8. Persson K, Clow A, Edwards S, Hucklebridge F, Rylandea R. Effects of night time low frequency noise on cortisol response to awaking and subjective sleep quality. Journal of Life Sciences, 2002; 72: 863-75.

9. Benton H, Leventhall G. Experiments into the impact of low level, low frequency noise upon human behavior. J Low Freq Noise V A. 1986;5:143-62.

10. Nelson PM. Transportation noise reference book. London: Butterworth; 1987.

11. Belojevic G, Ohrstrom E, Rylander R. Effects of noise on performance with regard to subjective noise sensitivity. Int Arch Occupational Environmental health 1992; 64: 223 – 30

12. Sato T, Yano T, Bjorkman M, Rylander R. Road traffic noise annoyance in relation to average noise level, number of events and maximum noise level. Journal of Sound and vibrations, 2002; 223(5): 775 – 84.

13. Kazempour M. The influences of Low Frequency Noise on Mental Performance of Students [Thesis], Tehran: University of Shahid Beheshti(MC) 2008. 220 p.

14. Dornic S, Laaksonen T, Ekehammer B. Noise Sensitivity: general self report vs. Noise effec in laboratory situations. Techn Rep from the project:human information processing under stress, Dept Pychol Univ Stockholm, 1990.

15. Ganji H, Psychology of Work. 1 ed. Tehran: Arasbaran; 1999.

16. ISO. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, ISO/TS 15666, Geneva: ISO, 2003.

17. Pawlaczyk-Luszcyzynska M, etal. The impact of Low frequency noise on human mental performance. Inter Occp Med Environ Health. 2005;18(2):185-98.

18. Persson Waye K, Bengtsson J, Kjellberg A, Benton S. Low frequency noise pollution interferes with work performance. Noise Health. 2001;4:33-49.

19. Barker M, Holding D, Loeb M. Noise , Sex and time of day effects in a mathematics task. Ergonomics. 1984;27:67 – 80.



Archive of SID

www.SID.ir

20. Kryter K. Autonomic system activity and performance on a psychomotor task in noise. J Acousti Soc Am. 1980;67:2096 – 9.
21. Gawron V. Noise Effect and after effect. Ergonomics 1984;27:5 – 18.
22. Omalley JP, A. Noise induced arousal and breadth of attention. Percept Mot Skills. 1971;33:887- 90.
23. Hocky G. Signal probability and spatial location as possible bases for increased selectivity in noise. Quart J Exp Psychol. 1970;22:37-42.
24. Park JF, Payne MC. Effects of noise level and difficulty of task in performing division. Journal of Applied Psychology. 1963;47:367-8.
25. Wu TN, Huang JT, Chou PF, Chang PY. Effects of noise exposure and task demand of cardio- vascular function. International Archives of Occupational and Environmental Health. 1988;60:99-105.
26. Hebb DO. Drivers and the C.N.S. (conceptual nervous system). Psychol Rev. 1955;62:243 – 54.
27. Rovekamp A. Physiological effects of environmental noise on normal and more sound sensitive human beings. Proceed Third Int Congress Noise Pub Health Problem, ASHA Reports 10. Rockville, Maryland, 1980:605 – 14.
28. Daee S, Wilding JM. Effects of high intensity white noise on short term memory for position in a list and sequence. Br J Pychol. 1977;68:335-49.
29. Weinstein N. Effects of noise on Intellectual performance. Jornal os applied Psychlogy. 1974;59:548 – 54.
30. Weinstein N. Effects Individual Differences in noise: A Dormitory college study. Jornal os applied Psychlogy. 1977;58:104 -12.
31. Finkelman J, Zeitlin L, Filippi J, Friend M. Noise and driver performance. J Appl Psychol. 1977;62:713 – 8.
32. Fisher S. Pessimistic noise effects : the perception of reaction time in noise. Can J Psychol. 1983;37: 258 – 71.
33. Reulecke W. Konzentration als trivalente Performanzvariable - theoretische Prämissen, Rastermodell und empirisches Umsetzungsbeispiel. In: J.Janssen, E.Hahn, (Hrsg.) S (eds). Konzentration und Leistung (S 63 –73). Göttingen: Hogrefe, 1991.
34. Belogevic G, Slepcevic V, Jakovljevic B. Mental performance in noise: The role of introversion. Journal of environmental Psychology. 2001;21:209-13.



Archive of SID
www.SID.ir

# The Impact of Low Frequency Noise on Mental Performance during Math Calculations

M. Kazempour [1], M. J. Jafari [2], Y. Mehrabi [3], I. Alimohammadi [4], J. Hatami [5]

Received: 2010/06/14 Revised: 2010/07/04 Accepted: 2010/09/12

**Abstract**

**Background and aim:** The influences of Low Frequency Noise (LFN) on mental performance have been the objectives of many papers in recent years. Many researchers believe that the LFN even at low pressure levels has impacts on mental performance. In the present work the influences of LFN and Reference Noise (RN) at two different sound pressure levels (45 & 65 dBA) on mental performances of college students during solving math problems were studied. Other factors such as annoyance and sensitivity to LFN and hearing status of the participants were also determined.

**Methods:** Low Frequency and Reference Noise were generated and verified using Cool Edit software program. The number of participants was calculated using data gathered from a pilot study conducted in advance. The mental performance of the students was evaluated while they were exposed to LFN and RN at 45 & 65 dBA sound pressure levels. For this purpose, standard psychological tests were applied. Standard measuring instrumentation including sound level meters, psychological tests, acoustic room and etc were calibrated prior to their application based on standard methods.

**Results:** The results revealed that, Low frequency noise annoyance and sensitivity have no significant differences between different studied ages and sexes. The results also revealed that, a significant correlations exists between sensitivity to low frequency noise and deep mental process ($r=0.33$, $p=0.01$). It was recognized that low frequency noise at 65 dBA can decrease accuracy ($p=0.005$) and performance ($p=0.001$) in comparison with reference noise at the same level.

**Conclusion:** Low frequency noise, have impact on mental performance during performing math calculations

**Keywords:** Low frequency noise, Annoyance, Mental performance.

1. Lecturer, Dept of Occupational Health Engineering, University of Shahid Beheshti (MC)
2. **Corresponding author**, Associate Prof., Dept of Occupational Health Engineering, University of Shahid Beheshti (MC), jafari1952@yahoo.com
3. Prof., Dept of Epidemiology, University of Shahid Beheshti (MC).
4. Assistant Prof., Dept of Occupational Health Engineering, Medical University of Iran.
5. Assistant Prof., Dept of Psychology, Tehran University



Archive of SID
www.SID.ir