

بررسی اثر صدای فرکانس کم بر عملکرد ذهنی

محمدجواد جعفری⁺ (Ph.D.) *
مرضیه کاظم پور^{**} (M.Sc.)
ایرج علیمحمدی^{***} (Ph.D.)
یدالله محرابی^{****} (Ph.D.)
جواد حاتمی^{*****} (PhD)

چکیده

سابقه و هدف: در حالی که تحول سیستم‌های صنعتی به سمت فن‌آوری‌های جدید دیجیتالی سبب کاهش مواجهه افراد با ترازهای بالای صدا گردیده است، اما مشکلات دیگری در ارتباط با صداهایی با ترازهای نه چندان بلند اما آزار دهنده (صدای فرکانس کم) ایجاد شده است. در پژوهش حاضر، عملکرد ذهنی گروهی از دانشجویان در حضور دو نوع صدای فرکانس کم و صدای رفرانس و هر یک با دو تراز ۴۵ و ۶۵ دسی‌بل مورد بررسی واقع شد.

مواد و روش‌ها: پس از تولید صداهای مورد نیاز پژوهش و انجام مطالعات پایلوت، ناراحتی ناشی از صدا، حساسیت به صدای فرکانس کم و وضعیت شنوایی افراد تعیین شد. پس از آزمایشات اولیه ۵۴ دانشجو در معرض ترازهای مختلف صدای فرکانس کم و رفرانس، هم‌زمان مورد آزمایشات استاندارد عملکرد ذهنی قرار گرفتند. در کلیه مراحل تحقیق سعی شد ضمن کنترل و محدود کردن عوامل مداخله‌گر از روش‌ها و وسایل استاندارد استفاده شود.

یافته‌ها: ناراحتی و حساسیت ناشی از صدای فرکانس کم با سن و جنس افراد ارتباط معنی‌داری ندارند. همچنین صدای فرکانس کم با تراز ۶۵ دسی‌بل در مقایسه با صدای فرکانس کم با تراز ۴۵ دسی‌بل به صورت معنی‌داری سبب کاهش تمرکز ($p=0/003$) و بالا رفتن سرعت پاسخگویی ($p=0/039$) می‌گردد. از طرفی صدای رفرانس ۶۵ دسی‌بل نیز نسبت به صدای رفرانس ۴۵ دسی‌بل سبب افزایش معنی‌دار سرعت عملکرد ذهنی ($p < 0/001$) می‌شود.

استنتاج: صدای فرکانس کم سبب کاهش تمرکز و بالا رفتن سرعت پاسخگویی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد ذهنی، صدای فرکانس کم، ناراحتی ناشی از صدا، حساسیت به صدا

مقدمه

صدای فرکانس کم (Low Frequency Noise=LFN) می‌باشد. محدوده فرکانسی صدای فرکانس کم را برخی صدایی با باند پهن (Broad Band Noise = BBN) از مراجع ۲۰۰-۲۰ هرتز و برخی ۲۵۰-۱۰ هرتز تعریف

⁺ مؤلف مسئول: دکتر محمدجواد جعفری - تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای

* دکترای بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی (استادیار) دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

** کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

*** دکترای بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی (استادیار) دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

**** دکترای آمار حیاتی، عضو هیئت علمی (استاد) دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

***** دکترای روانشناسی، عضو هیئت علمی (استادیار) دانشکده روانشناسی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲۷ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۸۷/۱/۱۰ تاریخ تصویب: ۸۷/۲/۱۸

کرده‌اند (۲،۱). این صدا هم در محیط‌های صنعتی و هم در محیط‌های عمومی مشاهده می‌گردد. تحول سیستم‌های صنعتی به سمت فن‌آوری‌های جدید دیجیتالی سبب کاهش مواجهه افراد با ترازهای بالای صدا گردیده است، اما مشکلات دیگری در ارتباط با صداهایی با ترازهای نه‌چندان بلند اما آزاردهنده نظیر صدای فرکانس کم ایجاد شده است. منابع عمده LFN شامل سیستم‌های تهویه، پمپ‌ها، کمپرسورها، موتورهای دیزلی، توربین‌های گازی و وسایل ترابری می‌باشند. صدای فرکانس کم در مناطق مسکونی، دفاتر و اتاق‌های کنترل بیشتر ناشی از سیستم‌های تهویه و تهویه مطبوع می‌باشد (۳).

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که صدای فرکانس کم در ترازهای موجود در صنعت ممکن است سبب کاهش عملکرد ذهنی انسان گردد (۴ تا ۶). مطالعات اخیر نشان می‌دهند که این نوع صدا در ترازهای نسبتاً کم (حدود ۴۵-۴۰ دسی‌بل در شبکه A) می‌تواند ناراحت‌کننده تلقی شده و به خصوص در مشاغلی با نیازهای فکری فراوان سبب تأثیرات منفی روی کارایی انسان گردد. به علاوه افرادی که در گروه حساس به صدای فرکانس کم قرار می‌گیرند ممکن است جزء افرادی با ریسک بالا طبقه‌بندی شوند (۷ تا ۱۰). بنابراین تأثیرات بالقوه منفی صدای فرکانس کم در پست‌های کاری که نیاز به پردازش ذهنی اطلاعات و توجه خاص دارند، به‌ویژه در اتاق‌های کنترل و دفاتر، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

جمعیت مورد مطالعه:

این مطالعه توصیفی در ۲ مرکز آموزشی شهر تهران (دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران) طی سال ۱۳۸۶ بر روی دانشجویان زن و مرد انجام شد. نمونه‌ها به طور غیر تصادفی از دانشجویان کاردانی، کارشناسی و کارشناسی ارشد داوطلب شرکت در مطالعه انتخاب شدند.

جمع آوری نمونه:

نمونه‌ها براساس نتایج ادیومتری اولیه و پرسشنامه‌های خستگی و ناراحتی ناشی از صدا و حساسیت به صدای فرکانس کم انتخاب گردیدند. عدم وجود افت شنوایی بیش از ۲۵ دسی‌بل، نداشتن خستگی، عدم وجود ناراحتی ناشی از صدا و نداشتن حساسیت به صدای

کرده‌اند (۲،۱). این صدا هم در محیط‌های صنعتی و هم در محیط‌های عمومی مشاهده می‌گردد. تحول سیستم‌های صنعتی به سمت فن‌آوری‌های جدید دیجیتالی سبب کاهش مواجهه افراد با ترازهای بالای صدا گردیده است، اما مشکلات دیگری در ارتباط با صداهایی با ترازهای نه‌چندان بلند اما آزاردهنده نظیر صدای فرکانس کم ایجاد شده است. منابع عمده LFN شامل سیستم‌های تهویه، پمپ‌ها، کمپرسورها، موتورهای دیزلی، توربین‌های گازی و وسایل ترابری می‌باشند. صدای فرکانس کم در مناطق مسکونی، دفاتر و اتاق‌های کنترل بیشتر ناشی از سیستم‌های تهویه و تهویه مطبوع می‌باشد (۳).

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که صدای فرکانس کم در ترازهای موجود در صنعت ممکن است سبب کاهش عملکرد ذهنی انسان گردد (۴ تا ۶). مطالعات اخیر نشان می‌دهند که این نوع صدا در ترازهای نسبتاً کم (حدود ۴۵-۴۰ دسی‌بل در شبکه A) می‌تواند ناراحت‌کننده تلقی شده و به خصوص در مشاغلی با نیازهای فکری فراوان سبب تأثیرات منفی روی کارایی انسان گردد. به علاوه افرادی که در گروه حساس به صدای فرکانس کم قرار می‌گیرند ممکن است جزء افرادی با ریسک بالا طبقه‌بندی شوند (۷ تا ۱۰). بنابراین تأثیرات بالقوه منفی صدای فرکانس کم در پست‌های کاری که نیاز به پردازش ذهنی اطلاعات و توجه خاص دارند، به‌ویژه در اتاق‌های کنترل و دفاتر، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

علائم متعددی در هنگام مواجهه با LFN گزارش شده‌اند که به نظر می‌رسد تحریک پذیری و سردرد در میان آنها بیشترین همبستگی را با کاهش ظرفیت کاری داشته باشند (۷). تأثیرات روزافزون صدای فرکانس کم در ترازهای گوناگون بر انسان انکارناپذیر است. از مهمترین این تأثیرات می‌توان به خستگی، مشکل در تمرکز و احساس فشار در سر و پلک‌ها اشاره کرد. شرایط جدید شغلی ایجاب می‌کند تا فرد در حین کار

۲۲۳۸ بود که قبل از هر مرحله اندازه‌گیری درجه بندی می‌شد. شکل شماره ۱ الگوی صوتی استفاده شده در تحقیق را نشان می‌دهد. حساسیت به صدای فرکانس کم توسط پرسشنامه و براساس مطالعات پالازیک تعیین گردید (۱۵).

ناراحتی ناشی از صدا بر مبنای یک پرسش قبل و پس از آزمون، مطابق با استانداردهای ISO 15666 سنجیده شد (۱۴). آزمون‌های عملکرد ذهنی استفاده شده در تحقیق شامل آزمون‌های استاندارد (از نظر روانشناسی) ویراستاری، حافظه و ردیابی بود.

در آزمون ویراستاری (Proof Reading) یک متن غیر تخصصی و غیر داستانی در اختیار فرد گذارده شد. فرد به مدت ده دقیقه مشغول خواندن این متن و مشخص نمودن خطاها گردید. در متن مذکور خطاهایی در فواصل منظم گذارده شده بود. الگوی خطاگذاری در هر پنجاه سطر تکرار شد. دو گروه خطا در متن گذارده شد: اشتباهات متنی (Contextual)، که برای تعیین آن نیاز به درک مفهوم متن، مورد نظر بود و اشتباهات غیر متنی (Non-contextual)، نظیر غلط‌های چاپی که جهت تعیین این نوع خطا نیازی به درک متن نبود بلکه با توجه به ظاهر لغت نیز قابل تعیین بودند (۶، ۱۷، ۱۸). در این آزمون شش متغیر کلمات درست غلط گرفته شده متنی (Contextual Errors) به ازای سطر، کلمات درست غلط گرفته شده غیرمتنی (Non-contextual Errors) به ازای سطر، کلمات درست غلط گرفته شده متنی و غیر متنی به ازای سطر، کلمات اشتباه غلط گرفته شده (Erroneous Marks) به ازای سطر، مجموع کلمات درست و نادرست غلط گرفته شده به ازای سطرهای و تعداد سطور خوانده شده در مدت مشخص ده دقیقه قابل توجه می‌باشد.

فرکانس کم در افراد، از شرایط لازم برای مشارکت آنان در این مطالعه محسوب می‌شد.

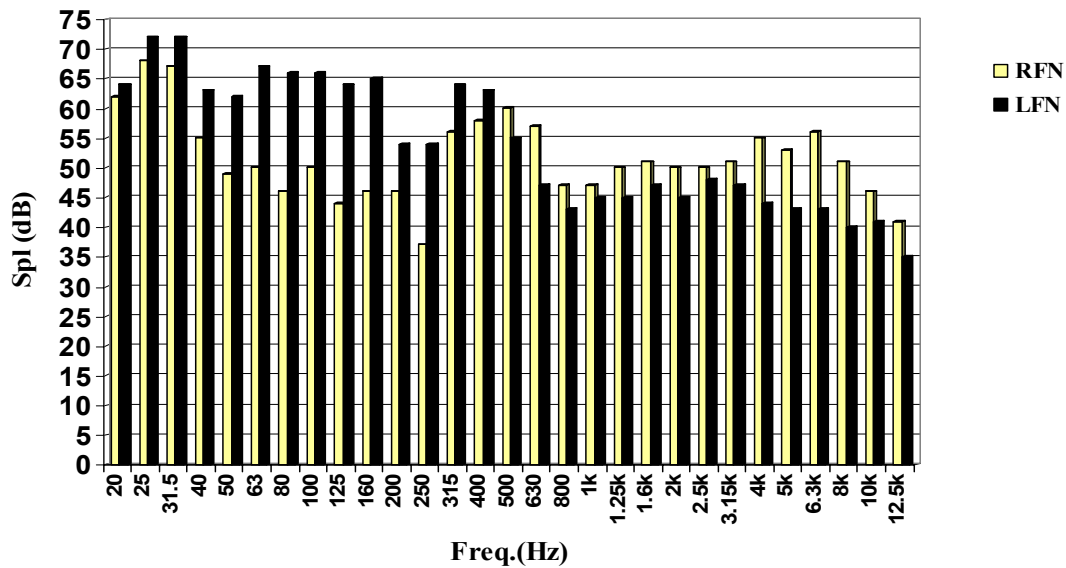
با توجه به نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر صدای فرکانس کم بر عملکرد ذهنی و با استفاده از فرمول (۱) حجم نمونه تعیین گردید (۱۳، ۱۴) در مطالعه حاضر با فرض خطای $\alpha = 5\%$ ($Z_{1-\alpha/2} = 1.96$) و $\beta = 10\%$ ($Z_{1-\beta} = 1.28$)، $s = 0.2$ ، $\Delta = 0.1$ ، حجم نمونه $n = 42$ به دست آمد. با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها، تعداد اولیه نمونه‌ها ۳۰ درصد بیش‌تر در نظر گرفته شدند و به این ترتیب تعداد ۵۴ نفر وارد مطالعه شدند.

$$n = \frac{s^2 \{z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta}\}^2}{\Delta^2} \quad (1)$$

آزمون‌های انجام شده:

کلیه افراد واجد شرایط شرکت در مطالعه، در چهار سری آزمون عملکرد ذهنی شرکت نمودند. هر سری از آزمون‌های عملکرد ذهنی شامل: آزمون ویراستاری (Proof Reading)، آزمون ردیابی و به خاطر سپردن (Search And Memory) و آزمون ذهنی ریاضی (Mental Arithmetic) بود. هر یک از آزمون‌های عملکرد ذهنی فوق در حالی که فرد در معرض صداهای فرکانس کم و فرانس در ترازهای ۴۵ و ۶۵ دسی‌بل (صداهای متداول در محیط کار) قرار داشت انجام گردید.

اصوات مورد استفاده با نرم‌افزار Cool edit program تولید شدند. صدای فرانس تقریباً از الگوی فرکانسی یکنواختی تبعیت می‌کرد در حالی که صدای فرکانس کم در محدوده فرکانسی ۲۰ تا ۲۰۰ هرتز تقویت شد (۶). تراز معادل فشار صوت در کنار گوش افراد مورد آزمایش و در محل استقرار آنها اندازه‌گیری شد. صداسنج مورد استفاده در تحقیق از نوع B & K مدل



شکل ۱. تراز فشار صوت یک سوم اکتاو باند صدای فرکانس کم و صدای رفرانس اندازه گیری شده در کنار گوش آزمودنی

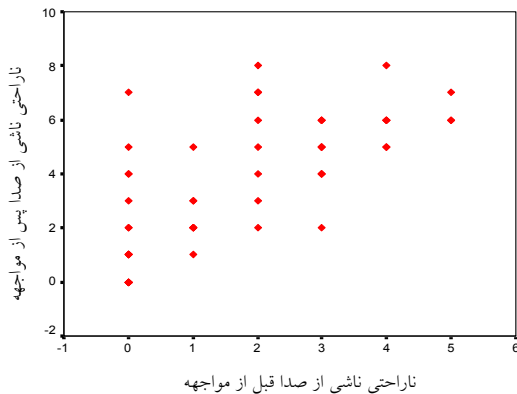
مذکور با تعداد حروف خوانده شده و حروفی که صحیح علامت خورده‌اند ارزیابی شد. تعداد حروف خوانده شده نشان‌دهنده سرعت و حروف صحیح علامت خورده نشان‌دهنده دقت بودند (۱۷، ۱۸).

در آزمون ردیابی و به خاطر سپردن درصد حروف صحیح ردیابی شده نسبت تعداد حروف صحیح به کل حروفی است که فرد باید مشخص می‌کرده است. در واقع درصد حروف صحیح ردیابی شده نشان‌دهنده دقت و توجه فرد مورد آزمایش و تعداد حروف خوانده شده نشان‌دهنده سرعت عمل فرد بودند (۲۱، ۲۲، ۱۸).

قبل از آغاز هر مرحله از آزمایش، ضمن درجه‌بندی صداسنج، تراز صدای مورد نظر توسط ترازسنج صدا تنظیم گردید به این ترتیب که تراز معادل پنج دقیقه گرفته شد. در بین دو مرحله به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه به فرد استراحت داده شد و در طی این مدت از فرد با نوشیدنی شیرین پذیرایی به عمل آمد تا از افت احتمالی قند خون و مخدوش شدن نتایج جلوگیری گردد.

تعداد غلط‌های متنی به ازای سطر بیانگر تمرکز، تعداد کلمات درست غلط گرفته شده غیر متنی به ازای سطر نمایانگر توجه و تعداد سطرهای خوانده شده نیز نشان‌دهنده سرعت عمل فرد می‌باشند. کلماتی که به اشتباه غلط گرفته شده‌اند نیز نشان‌دهنده درک مطلب فرد از متنی که پیش روی او گذارده شده است می‌باشد. کلمات درست غلط گرفته شده، مجموع تعداد غلط‌های متنی و غیر متنی می‌باشد. مجموع کلمات درست و نادرست غلط گرفته شده به ازای سطر نیز نمایانگر کل کلماتی است که توسط فرد مشخص شده‌اند (۶، ۱۸ تا ۲۰).

در آزمون ردیابی حروف و حافظه (Search And Memory) ۶۰ حرف به صورت تصادفی در هر سطر قرار داده شده بود که فرد باید از بین آنها به دنبال پنج حرف هدف مشخص شده در ابتدای سطر گشته و آنها را مشخص می‌نمود. در هر سطر از صفر تا چهار حرف هدف وجود داشت. فرد به مدت شش دقیقه شروع به خواندن سطرهای مذکور می‌کرد. آزمون



شکل شماره ۲: ارتباط بین ناراحتی ناشی از صدا قبل و پس از مواجهه

آزمون های عملکرد ذهنی:

در مورد کلمات درست غلط گرفته شده متنی به ازای سطر ($p=0/002$) و تعداد سطرهای خوانده شده ($p=0/001$) تفاوت معنی داری به چشم می خورد (جدول شماره ۱). تعداد حروف خوانده شده ($p<0/001$) و حروف صحیح ردیابی شده ($p<0/001$) دارای تفاوت های معنی داری هستند اما درصد حروف صحیح ردیابی شده اختلاف معنی داری را نشان نمی دهد (جدول شماره ۲).

در هیچ یک از آزمون های ویراستاری، بین ناراحتی ناشی از صدا و حساسیت به صدای فرکانس کم همبستگی معنی داری مشاهده نشد اما نتایج نشان داد که ناراحتی ناشی از صدا و حساسیت به صدای فرکانس کم سبب کاهش تعداد سطرهای خوانده شده، کلمات درست غلط گرفته شده متنی به ازای سطر و کلمات درست غلط گرفته شده غیر متنی به ازای سطر و افزایش کلمات اشتباه غلط گرفته شده به ازای سطر می گردد (جدول شماره ۳ و ۴).

ناراحتی ناشی از صدا سبب کاهش درصد حروف صحیح ردیابی شده در کلیه حالات پخش صدا گردیده است. در مورد تعداد حروف خوانده شده این همبستگی مثبت است. البته در هیچ یک از موارد فوق همبستگی معنی داری مشاهده نمی گردد (جدول شماره ۵). حساسیت

استخراج داده ها:

داده ها، بر اساس نتایج پرسش نامه های تکمیل شده، تراز صداهای اندازه گیری شده، نتایج شنوایی سنجی افراد و نتایج آزمون های عملکرد ذهنی (نتایج فرم های تکمیل شده هر آزمون) استخراج گردید. داده ها مطابق با دستورالعمل هر آزمون، کد گذاری و جهت آنالیزهای آماری به کامپیوتر منتقل شد. در این مرحله از مطالعه برای آنالیز داده ها از برنامه نرم افزاری SPSS نسخه ۱۵ استفاده گردید. آزمون های استفاده شده در این تحقیق شامل آنالیز واریانس اندازه های تکراری، آزمون مک نمار و ضریب همبستگی پیرسون بود.

یافته ها

شرایط دموگرافیک نمونه ها:

۵۴ نفر از دانشجویان زن و مرد دوبرگ آموزشی مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین سن افراد مورد آزمایش ۲۳/۹۴ سال با انحراف معیار ۳/۲۵ سال بود. جوان ترین فرد مورد بررسی ۲۰ ساله و مسن ترین آنان ۳۵ ساله بود. افراد مورد آزمایش از نظر جنس، تقریباً از توزیع یکنواختی برخوردار بودند. درصد بالایی از آنها را افراد مجرد تشکیل می دادند. اکثر شرکت کنندگان از رشته های علوم بهداشتی (بهداشت حرفه ای: ۵۸/۸ درصد، بهداشت محیط و بهداشت عمومی هر یک: ۲۳/۵ درصد و بقیه از سایر رشته های دانشکده بهداشت) بودند و مقطع تحصیلی اغلب شرکت کنندگان نیز کارشناسی بود.

ناراحتی اظهار شده افراد بر حسب نمره قبل و پس از مواجهه در شکل شماره ۲ مقایسه شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد ناراحتی پس از مواجهه به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. میانگین آستانه شنوایی هر دو گوش در افراد مورد آزمایش در تمام فرکانس ها ۸/۲۳ دسی بل بود که نشان دهنده وضعیت شنوایی بسیار خوب آنان می باشد.

خوانده شده گردید. اگرچه این همبستگی از نظر آماری معنی دار نبود (جدول شماره ۶).

به صدای فرکانس کم در هنگام پخش این صدا در هر دو تراز ۴۵ و ۶۵ دسی بل سبب کاهش تعداد حروف

جدول شماره ۱: نتایج آزمون ویراستاری (میانگین \pm خطای معیار) به تفکیک فرکانس و تراز صدا (n=۵۴)

P _{value}	صدای رفرانس		صدای فرکانس کم		
	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	
۰/۰۰۲	۰/۰۵۲ \pm ۰/۰۰۴	۰/۰۷۸ \pm ۰/۰۰۶	۰/۰۵۹ \pm ۰/۰۰۴	۰/۸۰ \pm ۰/۰۰۷*	کلمات درست غلط گرفته شده به ازای سطر متنی
۰/۲۸۱	۰/۲۰۷ \pm ۰/۰۱۸	۰/۱۸۶ \pm ۰/۰۱۵	۰/۲۱۴ \pm ۰/۰۲۷	۰/۱۸۹ \pm ۰/۰۱۵	کلمات درست غلط گرفته شده به ازای سطر غیر متنی
۰/۸۸۱	۰/۲۶ \pm ۰/۰۲	۰/۲۶۵ \pm ۰/۰۲	۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۲۹	۰/۲۶۹ \pm ۰/۰۲	کلمات درست غلط گرفته شده به ازای سطر متنی و غیر متنی
۰/۱۴	۰/۰۰۳ \pm ۰/۰۰۱	۰/۰۰۸ \pm ۰/۰۰۲	۰/۰۰۴ \pm ۰/۰۰۱	۰/۰۰۹ \pm ۰/۰۰۷	کلمات اشتباه غلط گرفته شده به ازای سطر
۰/۷۰۶	۰/۲۶۳ \pm ۰/۰۲	۰/۲۷۳ \pm ۰/۰۲۱	۰/۲۷۷ \pm ۰/۰۲۹	۰/۲۷۸ \pm ۰/۰۲۱	کلمات درست و نادرست غلط گرفته شده به ازای سطر
۰/۰۰۱	۱۰۲/۸ \pm ۵/۸	۹۳/۳ \pm ۴/۶**	۱۰۰/۷ \pm ۴/۹	۹۲/۶ \pm ۴/۹†	تعداد سطرهای خوانده شده

* p=۰/۰۰۳ و † p=۰/۰۳۹ در مقایسه با صدای فرکانس کم ۶۵ دسی بل
** p<۰/۰۰۱ در مقایسه با صدای رفرانس ۶۵ دسی بل

جدول شماره ۲: نتایج آزمون ردیابی و به خاطر سپردن (میانگین \pm خطای معیار) به تفکیک فرکانس و تراز صدا (n=۵۴)

P _{value}	صدای رفرانس		صدای فرکانس کم		
	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	
<۰/۰۰۱	۷۴۶/۱ \pm ۲۸/۳	۶۵۷/۳ \pm ۲۷/۴**	۷۶۴/۵ \pm ۳۰/۱	۶۵۱ \pm ۲۷/۰۷*	تعداد حروف خوانده شده
<۰/۰۰۱	۲۰/۲ \pm ۰/۵۸	۱۷/۹ \pm ۰/۴۹†	۱۹/۷ \pm ۰/۶	۱۸/۲ \pm ۰/۵۴†	حروف صحیح ردیابی شده
۰/۴۴۳	۷۱ \pm ۱/۹	۷۲ \pm ۲/۲۵	۷۰ \pm ۲/۲۶	۷۱ \pm ۲/۲۳	درصد حروف صحیح ردیابی شده

* p<۰/۰۰۱ و † p=۰/۰۰۵ در مقایسه با صدای فرکانس کم ۶۵ دسی بل
** p<۰/۰۰۱ و ‡ p<۰/۰۰۱ در مقایسه با صدای رفرانس ۶۵ دسی بل

جدول شماره ۳: ضریب همبستگی اسپیرمن نمره آزمون ویراستاری با نمره ناراحتی ناشی از صدا

صدای فرکانس کم		صدای رفرانس			
۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	r	P _{value}
r	P _{value}	r	P _{value}	r	P _{value}
۰/۰۹۹	۰/۴۹	-۰/۰۱۴	۰/۹۲	۰/۱۶۴	۰/۲۵
-۰/۰۲۰	۰/۸۸	-۰/۰۵۸	۰/۶۸	-۰/۰۴۰	۰/۷۷
۰/۰۲۷	۰/۸۵	-۰/۰۹۴	۰/۵۱	۰/۰۰۳	۰/۹۸
۰/۰۶۵	۰/۶۴	-۰/۰۲۲	۰/۸۷	۰/۰۵۷	۰/۶۸
۰/۰۲۶	۰/۸۵	-۰/۰۰۷	۰/۶۲	۰/۰۰۱	۰/۹۹
-۰/۱۷۲	۰/۲۲	-۰/۱۵۸	۰/۲۶	-۰/۰۰۳	۰/۸۳

جدول شماره ۴: ضریب همبستگی اسپیرمن نمره آزمون ویراستاری با نمره حساسیت به صدا

صدای فرکانس کم		صدای رفرانس			
۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	۶۵ dB(A)	۴۵ dB(A)	r	P _{value}
r	P _{value}	r	P _{value}	r	P _{value}
-۰/۰۴۱	۰/۷۷	-۰/۰۷۵	۰/۵۹	-۰/۱۲۹	۰/۳۶
-۰/۲۴۱	۰/۰۸	-۰/۱۵۴	۰/۲۷	-۰/۱۵۶	۰/۲۷
-۰/۲۳۱	۰/۰۹	-۰/۱۴۴	۰/۳	-۰/۱۷۸	۰/۲
۰/۱۱۲	۰/۴۲	۰/۲۰۲	۰/۱۴	۰/۱۱۳	۰/۴۲
-۰/۲۲۹	۰/۱	-۰/۱۰۲	۰/۴۷	-۰/۱۵	۰/۲۹
-۰/۱۱۵	۰/۲۸	-۰/۰۷۴	۰/۵۹	-۰/۱۲۷	۰/۳۶

جدول شماره ۵: ضریب همبستگی اسپیرمن نمره آزمون ردیابی و به خاطر سپردن با نمره ناراحتی ناشی از صدا

صدای فرکانس کم				صدای رفرانس			
۶۵ dB(A)		۴۵ dB(A)		۶۵ dB(A)		۴۵ dB(A)	
r	P value	r	P value	r	P value	r	P value
۰/۱۸۹	۰/۱۷	۰/۰۶۴	۰/۶۵	۰/۰۳۱	۰/۸۲	۰/۰۸۱	۰/۵۶
-۰/۰۰۹	۰/۹۵	-۰/۱۳۳	۰/۳۴	-۰/۱۰۶	۰/۴۵	-۰/۱۵۲	۰/۲۷

جدول شماره ۶: ضریب همبستگی اسپیرمن نمره آزمون ردیابی و به خاطر سپردن با نمره حساسیت به صدا

صدای فرکانس کم				صدای رفرانس			
۶۵ dB(A)		۴۵ dB(A)		۶۵ dB(A)		۴۵ dB(A)	
r	P value	r	P value	r	P value	r	P value
۰/۰۰۲	۰/۹۸	۰/۲۶	۰/۰۶	-۰/۱۵۵	۰/۲۶	-۰/۱۹۴	۰/۱۶
۰/۱۹۹	۰/۱۵	۰/۱۹۹	۰/۱۵	۰/۲۴۲	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۱

بحث

است. طبق این الگو توجه حساسیت کمتری نسبت به تخریب یا کاهش دارد. حال آنکه الگوی مهارت‌های تشخیص تمرکز به پردازش پیچیده‌تری نیاز دارد. البته تفاوت‌های فردی نیز در ارتباط با تشخیص تمرکز و توجه موجود است. می‌توان گفت در این تحقیق افراد بیش‌ترین توجه خود را معطوف به غلط‌های غیرمتنی نموده‌اند.

در پژوهشی که بنگتسون و همکاران در سال ۲۰۰۱ به منظور بررسی تأثیر صدای فرکانس کم بر عملکرد ذهنی انجام دادند مشخص گردید که در آزمون ویراستاری، صدای فرکانس کم با تراز ۴۵ دسی‌بل سبب کاهش تعداد کلمات هدف مشخص شده در هر سطر می‌گردد که البته این کاهش معنی‌دار نبود ($p=0/815$) (۶)، این یافته در مطالعه حاضر نیز به دست آمد ($p=0/80$).

همچنین بنگتسون و همکاران طی تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که صدای فرکانس کم در تراز ۴۵ دسی‌بل نسبت به صدای رفرانس سبب افزایش تعداد سطرهای خوانده شده می‌گردد که البته این افزایش معنی‌دار نیست ($p=0/06$) (۲۰). حال آن‌که تحقیق حاضر نشان داد که صدای رفرانس سبب افزایش غیر معنی‌دار

نتایج نشان داد که در آزمون ویراستاری، صدای فرکانس کم نسبت به صدای رفرانس سبب کاهش تعداد کلمات غلط‌گیری شده، افزایش کلمات اشتباه غلط‌گیری شده و کاهش تعداد سطرهای خوانده شده می‌گردد. صدای فرکانس کم با تراز ۶۵ دسی‌بل در مقایسه با صدای فرکانس کم با تراز ۴۵ دسی‌بل به صورت معنی‌داری سبب کاهش کلمات درست غلط‌گیری شده متنی ($p=0/003$) و افزایش تعداد سطرهای خوانده شده ($p=0/039$) گردیده است. از طرفی صدای رفرانس ۶۵ دسی‌بل نیز نسبت به صدای رفرانس ۴۵ دسی‌بل سبب افزایش معنی‌دار تعداد سطرهای خوانده شده ($p<0/001$) گردیده است (جدول شماره ۱).

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد در این پژوهش کلمات درست غلط‌گیری شده غیرمتنی دستخوش تغییر معنی‌داری نشده‌اند. این یافته با نتایج تحقیق واینشتاین مطابقت دارد. وی پس از پخش دو صدای ۳۶ و ۷۰ دسی‌بل به این نتیجه رسید که تأثیر صدا بر خطاهای غیرمتنی معنی‌دار نمی‌باشد اما در مورد خطاهای متنی این تأثیر معنی‌دار بود (۲۳). یکی از دلایل تأثیرپذیری بیشتر تمرکز نسبت به توجه، الگوی مهارت‌های تشخیصی

آن که در تحقیقات مشابه این پرسش در مراحل مختلف تحقیق در اختیار افراد مورد آزمایش قرار داده شده و نتایج مقایسه گردیده است.

در ارتباط با افزایش تعداد سطرهای خوانده شده در صداهای رفرانس و فرکانس کم ۶۵ دسی بل نسبت به ۴۵ دسی بل در تحقیق حاضر می توان گفت که در حضور صدای بلند پاسخ افراد سرعت بیشتری می یابد (۲۶).

در تحقیق حاضر صدای رفرانس ۴۵ دسی بل نسبت به صدای فرکانس کم ۴۵ دسی بل سبب افزایش کلمات اشتباه غلط گیری شده گردیده است که البته معنی دار نبوده است ($p < 0/06$). این یافته منطبق بر تحقیقات بنگسون و همکاران است. آنها معتقدند که صدای رفرانس در تراز ۴۵ دسی بل نسبت به صدای فرکانس کم سبب افزایش اشتباهات غیرمعنی دار فرد در مورد یافتن لغات غلط می گردد ($p < 0/09$).

در ارتباط با آزمون ردیابی و به خاطر سپردن در تحقیق حاضر مشخص گردید که صداهای فرکانس کم و رفرانس ۶۵ دسی بل نسبت به اصوات فرکانس کم و رفرانس ۴۵ دسی بل سبب افزایش تعداد حروف خوانده شده (سرعت عملکرد) می گردد ($p < 0/001$). این یافته در ارتباط با تعداد سطرهای خوانده شده در آزمون ویراستاری (سرعت عملکرد) نیز تأیید گردید. همچنین مشخص شد که صدای فرکانس کم و رفرانس ۶۵ دسی بل سبب کاهش تعداد حروف صحیح ردیابی شده می گردد. یعنی می توان گفت در تحقیق حاضر صدای بلند سبب افزایش اشتباهات فرد و همچنین افزایش سرعت عملکرد وی می گردد. این نتایج نیز با نتایج مطالعات فینکلن و فیشر مطابقت دارد. آنها اعلام نمودند که در حضور صدای بلند (۶۵ دسی بل) در مقایسه با شرایط نسبتاً سکوت (۴۵ دسی بل)، عکس العمل افراد سرعت بیش تری می یابد اما تعداد پاسخ های ناصحیح افزایش می یابد و این امر به دلیل واکنش دفاعی است

تعداد سطرهای خوانده شده می گردد ($p = 0/6$). علت این تفاوت را می توان در این مسئله جستجو نمود که آنها تحقیق خود را به صورت اخص روی افراد حساس به صدای فرکانس کم انجام دادند در حالی که در تحقیق حاضر انتخاب افراد با هدف حساس بودن به صدای فرکانس کم انجام نشد.

پرسون و همکاران دریافتند که افراد حساس به صدای فرکانس کم در مدت زمان تعیین شده ده دقیقه ای سطرهای بیشتری را می خوانند ($p < 0/05$). آنها اعلام نمودند افرادی که از صدای فرکانس کم ناراحتی بیشتری ابراز می کردند در هنگام مواجهه با این صدا ظرفیت کاری کم تری داشتند. این تأثیرات در مورد افراد حساس به صدای فرکانس کم مشهودتر بود و لذا افراد حساس به صدای فرکانس کم دارای بالاترین ریسک آسیب پذیری می باشند (۶). در تحقیق حاضر همبستگی معنی داری بین نتایج آزمون ویراستاری با حساسیت به صدای فرکانس کم و یا ناراحتی ناشی از صدا به دست نیامد. می توان یکی از دلایل این موضوع را تفاوت های فردی دانست. تحقیقات نشان داده اند که تفاوت های فردی نیز بر میزان تأثیر صدا بر کارایی اهمیت دارند. این پژوهش ها نشان داده اند که انگیزه و جنبه های عاطفی افراد با شدت اثرگذاری صدا بر کارایی ارتباط دارند (۲۴). برخی تحقیقات نشان داده اند که خصوصیات شخصی، به ویژه برون گرایی / درون گرایی می تواند بر کارایی افراد در معرض صدا تأثیرگذار باشد (۲۵). شایان ذکر است که پرسش ناراحتی ناشی از صدا در این تحقیق در آغاز و پایان آزمایش در اختیار افراد گذارده می شد. این پرسش، ناراحتی ناشی از صدای رفرانس یا فرکانس کم را به صورت اعم مورد ارزیابی قرار می داد. شاید یکی از دلایل عدم همبستگی بین ناراحتی و نتایج آزمون هایی که در صدای فرکانس کم مورد بررسی قرار می گیرند همین مورد باشد. حال

ملزم به انجام محاسبات و یا استخراج ارقامی از منابع متعدد باشد در صورت مواجهه با صداهای بلند باعث انقطاع اعمال فوق می‌گردد (۳۰). چنین نتیجه‌گیری منطبق بر نتیجه آزمون ردیابی و به خاطر سپردن در تحقیق حاضر است.

در تحقیق حاضر تعداد سطرهای خوانده شده در آزمون ردیابی و به خاطر سپردن در صدای فرکانس کم نسبت به صدای رفرانس (بدون توجه به تراز آنها) کمتر است. این یافته منطبق بر نتایج حاصل از تحقیقات پروفیسور بنگسون و همکاران در سال ۲۰۰۴ است (۲۰). علت این موضوع را می‌توان اینگونه توجیه نمود که مواجهه با صدای فرکانس کم می‌تواند سبب کاهش توجه گردد. دلیل دیگر در ارتباط با مشاهده این وضعیت ممکن است احتمال کاهش توانایی یادگیری در حضور صدای فرکانس کم باشد. این یافته توسط پرسون و بنگسون بیان گردیده است (۲۰، ۶). به نظر پرسون کاهش تعداد خطوط خوانده شده در آزمون ویراستاری در حضور صدای فرکانس کم نسبت به صدای رفرانس می‌تواند ناشی از همین توجیه باشد. شایان ذکر است که در تحقیق حاضر نیز در آزمون ویراستاری، تعداد خطوط خوانده شده در حضور صدای فرکانس کم کاهش می‌یابد.

که افراد می‌خواهند هر چه سریع‌تر خود را از شرایط ناراحت‌کننده صدا رها نمایند (۲۶، ۲۷).

طبق نتایج مطالعات بلاجویج و همکاران طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ در آزمون ردیابی و به خاطر سپردن، کیفیت و سرعت عملکرد ذهنی در شرایط سکوت و صدا در افراد حساس به صدا و گروه تحمل‌پذیر تفاوت معنی‌داری ندارد (۲۸، ۲۹). این یافته منطبق بر تحقیق حاضر است. البته حساسیت به صدای فرکانس کم سبب کاهش عملکرد ذهنی در ارتباط با تعداد حروف خوانده شده (سرعت عملکرد ذهنی) و تعداد حروف صحیح ردیابی شده (کیفیت عملکرد ذهنی) گردیده است اما این همبستگی‌ها معنی‌دار نمی‌باشند.

در حالت کلی میانگین زمان واکنش در عملیات فکری گسسته تحت تأثیر صدا قرار نمی‌گیرند. در صورتی که عملیات به طریقی به هم مرتبط و به حافظه فرد فشار آورد، احتمال این که آزمون به صدا حساس شود وجود دارد. به عنوان مثال در صورتی که نوع کار به گونه‌ای باشد که فرد باید به جستجوی اعداد یا حروف پردازد صدای بلند باعث اختلال در کار می‌شود. این چنین نتایجی باعث ایجاد این تصور می‌شود که اگر کار شخص مستلزم دقت کافی باشد و فرد به طور غیر مترقبه

Reference

1. Henry J.P, Folkow B, Schmidt T, Ulvna K, Moberg E. Stress, Health and Social environments. *Acta Physiol Scand* 1997; 161(640): 1-179.
2. Gawron V. Performance effects of noise intensity, Psychological set, and task type and complexity. *Hum Factors* 1982; 24: 225-243.
3. 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): 465-470.
4. Benton S, Robinson G. *The effects of noise on text problem solving for word processor user (WPU)*. In: Vallet M, editor. Noise and Man '93 Noise as a

- Public Health Problem, Proceedings of the 6th International Congress, 1993 July 5-9; Nice, France. Bron, France: Institut National de Recherche sur Le Transport et Luer Securite, 1993; p. 539-541.
5. Persson Wayne K, Rylander R, Benton S. Effects on performance and work quality due to low frequency ventilation noise. *J Sound Vib* 1997; 205: 467-474.
 6. Persson Wayne K, Bengtsson J, Kjellberg A, Benton S. Low frequency noise pollution interferes with work performance. *Noise Heal* 2001; 4: 33-49.
 7. Persson-Waye K, Bengtsson J, Rylander R, Hucklebridge F, Evans P, Clow A. Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subject during work performance. *Life Sci* 2002; 70(7): 745-758.
 8. Ordinance of November 29, 2002 of the Minister of Labour and Social Policy on maximum admissible concentration and intensity values for agents harmful to human health in the work environment. *Off J Laws* 2002; 217: 1833.
 9. Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Waszkowska M. Annoyance of low frequency noise in control rooms. In: Selamet A, Singh R, Maling GC, editors. *Proceedings of the Inter-Noise 2002*, the 2002 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, 2002 Aug 19-21; Dearborn, MI, USA, Ames, IA: Institute of Noise Control Engineering Inc.; 2002 (CD-ROM, paper no. N118).
 10. Perssson K, Rylander R. Disturbance from low-frequency noise in the environment -a survey among the local health and environmental health authorities in Sweden. *J Sound Vib* 1998; 121: 339-345.
 11. Kjellberg A, Landstrom U. Noise in office: part II-The scientific basis (knowledge base) for guide. *Int J Ind Ergonom* 1994; 14: 93-118.
 12. Smith A.P, Jones D.M. *Noise and performance*. In D.M. Jones and AP Smith eds. Handbook of Human performance, Vol 1: The Physical Environment, Academic Press, London, 1992; 1-28.
 13. Benton H, Leventhall G. Experiments into the impact of low level, low frequency noise upon human behavior. *J Low Freq Noise VA* 1986; 5: 143-162.
 14. Nelson P.M, Transportation noise reference book. Butterworth, London, 1987.
 15. Pawlaczyk-Luszczynska M, and et al. The impact of low frequency noise on human mental performance. *Int Occp Med Envi Heal* 2005; 18(2): 185-198.
 16. ISO/TS 15666. *Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*. Iso Geneva. 2003.
 17. Boman E, Enmarker I, Hygee S. Strength of noise effects on memory as a function of noise source and age. *J Noise Heal* 2005; 7: 27; 11-26.

18. Kazem Pour M. *The influence of low frequency noise in student's mental performance*. A dissertation for MSc, Occupational Health Department, Faculty of Health, University of Shahid Beheshti (MC), 2008; Tehran, Iran.
19. 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. *J Life Sci* 2002; 72: 863-875.
20. Bengtsson J, Persson Waye K, Kjellberg A. Evaluation of effects due to low frequency noise in a low demanding work situation. *J Sound Vib* 2004; 278: 83-99.
21. Persson K, Agge A, Clow A, Hucklebridge F. Cortisol response and subjective sleep disturbance after low-frequency noise exposure. *J Sound Vib* 2004; 277:453-457.
22. Ghanat Abadi N. The noise effect on mental performance of 20 – 30 year old students in Tehran University (MC). *A dissertation for MSc, Faculty of Health, University of Tehran (MC)*, 1999; Tehran, Iran.
23. Weinstein N. Effects of noise on Intellectual performance. *J Applied Psych* 1974; 59: 548-554.
24. Wilkinson RT. Some factors influencing the effect of environmental stressors upon performance. *Psychol Bull* 1969; 72: 260-272.
25. Discipio W.J. Psychomotor performance as a function of white noise and personality variables. *Perceptual Motor Skills* 1971; 33-82.
26. Finkelman J, Zeitlin L, Filippi J, Friend M. Noise and driver performance. *J Appl Psychol* 1977; 62: 713-718.
27. Fisher S. Pessimistic noise effects: the perception of reaction time in noise. *Can J Psychol* 1983; 37: 258-271.
28. Belojevic G, Ohrstrom E, Rylander R. Effects of noise on performance with regard to subjective noise sensitivity. *Int Arch Occ Env heal* 1992, 64: 223-301.
29. Belogevic G, Slepcevic V, Jakovljevic B. Mental performance in noise: The role of introversion. *J Envir Psychology* 2001; 21: 209-213.
30. Gangy H. *Work Psychology*. Arasbaran publishing Co, 1st edition, Tehran, Iran, 1997.