مجله سلامت و بهداشت

دوره سوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۵۲ تا ۶۲

مروری بر تاثیر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی

محمد جواد جعفری[۱]، مرضیه کاظم پور[۲]*

۱. عضو هیئت علمی (دانشیار) گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. عضو هیئت علمی (مربی) گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۱-۰۲۱۲۲۴۳۲۰۴۰ فکس: ۰۲۱۲۲۴۳۲۰۳۶ ایمیل: marzieh.kazempour@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: با تحول سیستم های صنعتی به سمت فن آوریهای نوین دیجیتالی مواجهه افراد با ترازهای بالای صدا در حال کاهش می‌باشد. اما از سوی دیگر مواجهه با صداهایی که تراز بالایی نداشته اما آزاردهنده‌اند یعنی صدای کم فرکانس مایه نگرانی است. نظر به اینکه صدای کم فرکانس علاوه بر محیطهای صنعتی در محیط هایی نظیر منازل مسکونی، دفاتر، محیطهای اداری، تجاری، اتاق‌های کنترل و غیره نیز یافت می‌شود لذا، مطالعه در خصوص اثر صدای کم فرکانس بر روی عملکرد ذهنی موضوع پژوهش برخی از محققین بوده است. اهمیت بررسی صدای فرکانس کم در مستندات مربوط به صدا در سازمان جهانی بهداشت نیز مشاهده می‌گردد با توجه به ضد و نقیض بودن نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه، مرور این مطالعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روش کار: بیش از ۹۰ مقالهٔ چاپ شده در مجلات معتبر علمی داخل و خارج از کشور در زمینهٔ کارآیی ذهنی، خستگی و ناراحتی ناشی از صدای کم فرکانس و عوامل تاثیر گذار دیگر بر این موارد در حین انجام فعالیت فکری مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج بررسی‌ها نشان داد که صدای کم فرکانس با ترازهای پایین در مقایسه با صدایی با تراز یکسان و الگوی فرکانسی یکنواخت در کلیه فرکانسها، زمان پاسخ دهی را بیشتر نموده و سرعت آموختن مطالب را کندتر می‌نماید. صدای کم فرکانس سبب کاهش عملکرد ذهنی در آزمون‌های نیازمند دقت و توجه می‌گردد.

نتیجه گیری: صدای کم فرکانس نسبت به صدای رفرانس دارای ریسک تاثیرگذاری بالاتری بوده و در ارزیابیهای شغلی باید به آن توجه بیشتری مبذول داشت.

واژه‌های کلیدی: صدای فرکانس کم، حساسیت صوتی، عملکرد ذهنی

دریافت: ۹۰/۱۱/۱۰ **پذیرش:** ۹۱/۳/۱۰

مقدمه

تأثیر قابل توجه صدا برسلامتی انسان یک امر کاملاً شناخته شده است. تماس بیش ازاندازه با صدا علاوه بر ایجاد اختلالات فیزیولوژیک، استرس در افراد، افزایش خطر ابتلا به افسردگی و اختلالات رفتاری، تغییر در میزان هورمونها و نقص سیستم ایمنی را نیز سبب می‌گردد. صوت مزاحم و ناخوشایند ممکن است باعث عصبانیت و تحریک پذیری افراد بشود. برای این منظور لازم نیست صدا حتماً شدید باشد بلکه تیک تاک یک ساعت دیواری در یک سالن انتظار کافی است که روی افراد حساس و مستعد اثر کرده باعث عصبانیت و حالت تهاجمی آنان گردد. صدا در مکانهای دیگر غیر از محیط کار نیز مشکلات فزاینده‌ای را ایجاد کرده است. پیشرفت و تکامل فن‌آوری و توسعه هر چه بیشتر شهرها، تراکم وسایل نقلیه، ازدحام جمعیت، زندگی در مجاورت فرودگاهها، ایستگاههای راه‌آهن و کارخانجات پر سر و صدا و نظایر اینها سبب شده است تا سایر افراد جامعه نیز در معرض تماس با این عامل زیان‌آور

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

(صدا) قرار گیرند. در بیشتر تحقیقات اثر تراز صدا مطرح گردیده و در ارتباط با فرکانس صدا و یا صدای کم فرکانس تحقیقات اندکی صورت پذیرفته است. سازمان جهانی بهداشت یکی از سازمان‌هایی است که از صدای فرکانس کم به عنوان یکی از معضلات محیطی یاد کرده است. صدای فرکانس کم ناراحتی فراوانی را بخصوص برای افراد حساس به آن ایجاد کرده است. با توجه به اینکه تراز این گونه اصوات، عموماً خیلی بالا نبوده و معمولا در محدوده آستانه شنوایی افراد قرار دارد، باز هم شاهد شکایات فراوانی از وجود این گونه اصوات در محیط‌های گوناگون می‌باشیم.

صدای کم فرکانس[1]، صدایی با باند پهن[2] می‌باشد که محدوده فرکانسی آن ۲۰ الی ۲۰۰ یا ۱۰ الی ۲۵۰ هرتز می‌باشد [۲،۱]. این صدا هم در محیطهای صنعتی و هم در محیطهای عمومی مشاهده می‌گردد. از آنجائیکه معمولاً ترازهای مواجهه با این صدا خیلی بالا نیست توجه زیادی را بخود جلب نمی‌کند [٤،۳].

منابع عمده صدای کم فرکانس شامل سیستم‌های تهویه، پمپها، کمپرسورها، موتورهای دیزلی، توربینهای گازی و غیره است. در محیط‌های مسکونی، دفاتر و اتاقهای کنترل بیشتر ناشی از سیستم های تهویه و تهویه مطبوع می‌باشد. وجود این نوع صدا در دفاتر و اتاق‌های کنترل به طور عمده ناشی از وسایل داخلی از جمله سیستم‌های سرمایش- گرمایش، سیستم تهویه و لوله‌های انتقال سیالات در لوله کشی تأسیسات ساختمان می‌باشد. این صدا ناشی از منابع خارجی و عدم توجه و بکارگیری جاذبهای فرکانس کم در سقف، کف و دیوارها نیز می‌باشد [۶،۵].

اهمیت بررسی صدای فرکانس کم در مستندات مربوط به صدا در سازمان جهانی بهداشت[3]نیز مشاهده می‌گردد [۷].

در مقایسه با اصوات فرکانس بالا، به صدای کم فرکانس توجه کمتری شده و قوانین موجود در ارتباط با کنترل آن نیز رضایت بخش نمی باشند [۸]. شرایط جدید شغلی پرسنل در اتاقهای کنترل و دفاتر سبب ایجاد تغییراتی در نیازمندیهای شغلی، شامل کار در محدوده وسیع با رایانه، پردازش مقادیر فراوانی از اطلاعات و نیاز به دقت ویژه گردیده است.تحقیقات بسیار کمی در ارتباط با تأثیر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی در اینگونه از مشاغل صورت گرفته است [۹]. علائم متعددی در هنگام مواجهه با صدای کم فرکانس گزارش شده‌اند که به نظر می‌رسد خستگی، تحریک پذیری و سردرد در میان آنها بیشترین همبستگی را با کاهش ظرفیت کاری داشته باشند [۱۰]. عملکرد ذهنی عبارتست از قدرت پردازش اطلاعات. بازده کار فکری با آزمون‌های متعددی سنجیده می‌شود. هر کار فکری یک بخش جداگانه‌ای را در مغز به خود اختصاص می‌دهد و هر یک از آزمون‌ها نیز با توجه به آن بخش بخصوص از مغز مانند تست‌های سنجش حافظه کوتاه مدت و بلند مدت، حافظه دیداری یا شنیداری، میزان دقت و یا تمرکز افراد در به خاطر سپاری و... طراحی شده‌اند.

انتشار صدای کم فرکانس: در انتشار صدای کم فرکانس، عوامل متعددی نقش دارند. هوا و دیگر مکانیسم‌های کاهنده صدا مانند واگرایی، اثر زمین و تفرق در فرکانسهای بالاتر(صداهای زیرتر) بهتر عمل می‌نمایند. به عنوان مثال اثر فاصله در کاهش میزان صدا در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد به شرح مندرج در جدول ۱ گزارش شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد میزان کاهش در فرکانس ۶۳ هرتز نسبت به دیگر فرکانسها کمتر می‌باشد [۱].

[1] Low Frequency Noise (LFN)
[2] Broad Band Noise (BBN)
[3] World Health Organization (WHO)

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

جدول ۱. میزان کاهش صدا توسط هوا در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰٪

فرکانس(Hz)	میزان کاهش (dB/Km)
۶۳	۰/۱
۱۲۵	۰/۳۵
۲۵۰	۱/۱

شکایات ناشی از صدای کم فرکانس: مطالعات متعددی، معضل شکایات ناشی از صدای کم فرکانس را در ممالک مختلف منعکس کرده است. تعدادی از تحقیقات انجام شده در برخی از کشورها در ارتباط با شکایات افراد نسبت به صدای کم فرکانس در بخش ذیل آورده شده است:

پرسون و رایلاندر بر روی افرادی که در مواجهه با صدای پمپهای گرمایشی، فن و صدای ترافیک بودند، پژوهشی را در کشور سوئد انجام دادند. این مطالعه نشان داد که این سه منبع صوتی در مجموع مسؤل ۷۱٪ از کل شکایات می‌باشند. در همین راستا، ٤۲٪ شکایات ناشی از صدای سیستم تهویه، ۲۰٪ ناشی از صدای ترافیک سنگین و ۹٪ ناشی از پمپهای گرمایشی گزارش گردید. قابل ذکر است که شکایات افراد فوق الذکر بیشتر در ارتباط با به کاهش تمرکز و ناراحتی ناشی از صدا بوده است [۱۱].

در تحقیق دیگری که توسط پرسون و بنگتسون انجام گرفت صدای کم فرکانس ناشی از سه منبع مذکور، ٤٤ ٪ از مجموع شکایات را به خود اختصاص داد. در شکل ۱ سهم هر یک از انواع منابع صدای کم فرکانس در ایجاد ناراحتی و شکایات که در تحقیقات پرسون و بنگتسون حاصل شد ارائه شده است.شکایات افراد در ارتباط با صدای فرکانس کم در این تحقیق به این شرح بود: خستگی مزمن(۵۹٪)، بیخوابی مزمن (٤۱٪)، سردردهای تکراری (۸۹٪)، تپش قلب (۷۰٪)، احساس فشار در گوش‌ها و چشم‌ها (۵۵٪)، کوتاهی عمق تنفس (۵۸٪)، تحریک پذیری، عصبانیت و اضطراب (۹۳٪) و افسردگی (۳۰٪) بود [۱۱].

تمپست تحقیقی را روی ۲٤۲ مرکز خود اشتغالی بریتانیا که مشتمل بر ۵۰ درصد از کل مشاغل بود انجام داد. در کل، ٤۵۳ شکایت از صدای کم فرکانس در طی دو سال تحقیق به ثبت رسید [۱۲]. در مطالعه‌ای که توسط مولر و لیدولف در سال ۲۰۰۲ انجام شد، تاثیرات متعدد صدای کم فرکانس بصورت اختلال در خواب (۷۷/۲٪)، پریدن از خواب (۵۳/۸٪)، تحریک پذیری (۷۵/۱٪)، اختلال در هنگام مطالعه (۶۱/۹٪) و ناراحت کننده بودن صدا (۷۶/۱٪)، بی خوابی (۶۷/۵٪)، گیجی و منگی (۲۹/٤٪)، سردرد (٤۰/۱٪)، تپش قلب (٤۱/۱٪)، عدم تمرکز (۶۷٪) و دیگر تاثیرات (۳۹/۱٪) مشاهده شد [۱۳].

برخی مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده در ارتباط با صدای کم فرکانس: تاثیر صدای کم فرکانس برکیفیت خواب بخصوص در ارتباط با زمان به خواب رفتن و خستگی در هنگام بیدار شدن در مطالعات گوناگونی مورد بررسی قرار گرفته است. درمطالعه‌ای که برروی ۱۹۸ نفر در طی یک دوره ۱۶ ماهه در سالهای ۱۹۹۹- ۱۹۹۸ درکشور دانمارک انجام گردید مشخص شد که بیشترین مشکلات، مربوط به بی خوابی و تمرکز افراد بوده است [۱٤،۱۳].

پرسون و همکاران در سال ۲۰۰۲ جهت تعیین بررسی ارتباط صدای کم فرکانس و کورتیزول، تحقیقی را در یک آزمایشگاه خواب انجام دادند که مشخص گردید افراد در مواجهه با صدای کم فرکانس دیرتر به خواب رفته و تحریک پذیری بیشتری نیز دارند [۱۵].

در مطالعه مشابهی که توسط پرسون و همکاران در سال ۲۰۰٤ انجام شد در پنج شب متوالی تحقیقی را روی ۲۶ مرد انجام دادند. نتایج نشان داد افرادی که در معرض مواجهه با صدای کم فرکانس بودند احساس خستگی بیشتر و سازگاری محیطی کمتری داشتند اما در مورد کورتیزول اختلاف معناداری مشاهده نگردید [۱۶].

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

همچنین مواجهه با صدای کم فرکانس سبب مواردی همچون خستگی، تحریک پذیری، استرس، سردرد، احساس فشار در پلکها، گیجی و تهوع می‌گردد. برخی از این علائم بخصوص خستگی، مشکلات ناشی از عدم تمرکز، سردرد و تحریک پذیری باعث کاهش بازده کار می‌گردند [۱۷،۲].

اثر صدا بر عملکرد: اثر صدا بر عملکرد شغلی یکی از موضوعات بحث انگیز در میان پژوهشگران بوده است [۲۰- ۱۸]. در همین رابطه، گاورن ۵۸ پژوهش را مورد بررسی قرار داد و دریافت که در ۲۹ پژوهش، کاهش عملکرد گزارش شده است، در حالی که در ۲۲ پژوهش هیچگونه اثر سوئی، دیده نشده و در ۷ پژوهش دیگر، بهبود عملکرد شغلی، وجود داشته است [۲۱]. در مورد اثر صدا بر عملکرد این نکته لازم به ذکر است که صدا تنها دارای اثر منفی بر عملکرد نبوده، بلکه گاهی اثر مثبت و گاهی اثر منفی دارد.

در مطالعات مختلف متغیرهای زیادی در زمینه تداخل صدا با کار (کاهش کارایی) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اما نتایج اغلب تحقیقات مشابه هم نبوده است. شش پارامتر تأثیرگذار صدا بر عملکرد ذهنی فرد عبارتند از:

- متغیرهای مربوط به شغل
- مشخصات صدا
- تاثیر نوع وظیفه
- تفاوتهای فردی
- فاکتورهای محیطی
- ناراحتی ناشی از صدا و خستگی [۲۵-۲۲]

تاثیر صدای کم فرکانس بر عملکرد ذهنی:

مطالعات نشان می‌دهند که در بسیاری از اماکن شغلی که از صدای محیط کار خود شکایت دارند می‌توان شاهد تاثیر صدا بر عملکرد ذهنی بود. صدا یکی از مهمترین مسائل محیطهای کاری و از جمله دفاتر می‌باشد. در این میان سامانه‌های تهویه یکی از ناراحت کننده ترین منابع صوتی به شمار می‌روند که صدای آنها به ندرت از ۶۰ دسی بل (A) تجاوز می‌نماید [۲۵-۲۷]. تراز پائین صدای کم فرکانس باعث می‌شود تا در حین ارزیابی صدای محیط کار، کارشناس ارزیاب متوجه آن نگردد.

یک مطالعه مقدماتی نشان داد که صدای کم فرکانس ناشی از سیستم تهویه با تراز معادل۴۲ دسی بل (A) در مقایسه با صدایی با تراز یکسان و الگوی فرکانسی یکنواخت، زمان پاسخ دهی را در آزمون استدلالی گرامر لغوی[1] بیشتر نمود [۲۸]. به طور کلی، پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با تاثیر صدا بر عملکرد ذهنی تصویر مبهمی دارند. یکی از دلایل این نتیجه ممکن است به علت تفاوتهای فردی در حساسیت کلی به صدا و حساسیت به صدای کم فرکانس باشد [۲۹]. در تحقیقی که توسط بنگتسون و همکاران در سال ۲۰۰۳ به منظور بررسی تاثیر صدای کم فرکانس برعملکرد ذهنی انجام شد مشخص گردید که صدای کم فرکانس سبب کاهش عملکرد ذهنی در دو آزمون ویراستاری و آزمون نیازمند دقت و توجه گردید [۳۰]. در تحقیقی که توسط پالازیک و همکاران در سال ۲۰۰۵ به انجام رسید مشخص گردید که صدای کم فرکانس در ترازهای متوسط (۵۰ دسی بل (A)) ممکن است تاثیرات منفی روی تمرکز و توجه بخصوص در افراد حساس به صدای کم فرکانس داشته باشد [۳۱].

در مطالعه جعفری و همکاران که با هدف بررسی اثر صدا ی کم فرکانس بر عملکرد ذهنی در سال ۱۳۸۷ انجام شد، از دو نوع صدای کم فرکانس و رفرانس و هر یک با ترازهای ۴۵ و ۶۵ dB(A) استفاده شد. در پژوهش ذکر شده از آزمونهای ویراستاری[2]، حافظه و ردیابی[3] و ریاضی[4] جهت سنجش عملکرد ذهنی استفاده شد. نتایج مطالعهٔ فوق نشان داد که صدای کم فرکانس با تراز ۶۵ دسی بل در مقایسه با صدای کم فرکانس با تراز ۴۵ دسی بل به صورت معناداری سبب کاهش تمرکز و افزایش سرعت گردیده است. از طرفی

[1] Verbal Grammatical Reasoning Task
[2] Proof Reading
[3] Search and Memory
[4] Mental Arithmetic

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

صدای رفرانس ۶۵ دسی بل نیز نسبت نیز به صدای رفرانس ٤٥ دسی بل سبب افزایش معنادار سرعت گردید [۲،۳۲].

تاثیر نوع شغل: اثر صداهای پیوسته بر کاری که در آن فرد ملزم به جستجوی یک علامت است و پاسخ وی بلی یا خیر می‌باشد، به دستورالعمل‌های مربوط به انجام کار بستگی دارد. اگر قبل از کار به فرد گفته شده باشد که در صورتی که تردیدی در مشاهده علامت دارد نیز پاسخ مثبت بدهد، کارایی وی کاهش می‌یابد. اما در شرایط سکوت و در صورتی که به فرد گفته شود که در صورت اطمینان کامل از مشاهده علامت پاسخ دهد، تأثیر مشاهده شده در حالت قبل برطرف می‌گردد [۳۳].

فعالیت‌های مکانیکی و تکراری و کارهایی که به عملکرد ذهنی متوسطی نیاز دارند غالباً تحت تأثیر صدا قرار نمی‌گیرند. صداهایی با ترازهای متوسط، اثر مثبتی بر عملکرد ذهنی فعالیتهای یکنواخت می‌گذارند. به نظر می‌رسد کارهایی که نیازمند کوشش متوسط هستند، تحت تأثیر صدا قرار نمی‌گیرند. کارهای بسیار پیچیده که نیازمند توجه زیاد و یا نیازمند چندین حرکت یا فعالیت سریع و همزمان هستند، حتی تحت تأثیر صداهایی با تراز کم نیز قرار نمی‌گیرند [۳۰].

ارتباط عملکرد ذهنی با ناراحتی ناشی از صدای کم فرکانس: مطالعات گوناگونی نشان می‌دهند که در تراز یکسان، ناراحتی ناشی از صدای کم فرکانس نسبت به صدای رفرانس بیشتر است [۲، ٣٤]. در تحقیقی که توسط پالازیک و همکاران در سال ۲۰۰۳ و به منظور بررسی ارتباط صدای فرکانس کم و ناراحتی ناشی از آن روی ١٤٥ نفر شاغل در اتاقهای کنترل انجام شد مشخص گردید که صدای کم فرکانس نسبت به صدای رفرانس دارای ریسک تاثیرگذاری بالاتری بوده و در ارزیابیهای شغلی باید به آن توجه بیشتری مبذول گردد [۳۵].

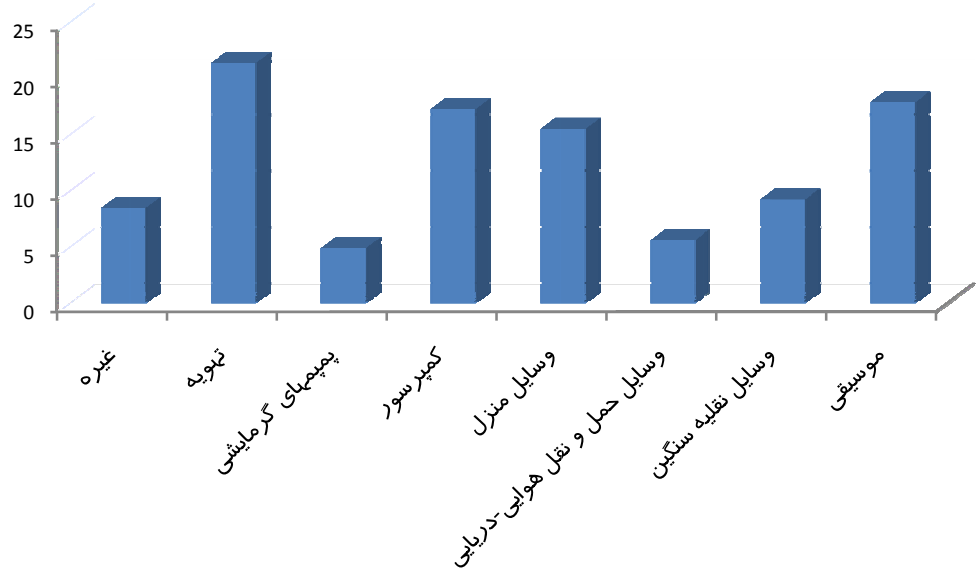
مطالعه مولر در سال ۱۹۸۷ نشان داد (شکل ۲) که میزان ناراحتی ناشی از صدا در اثر افزایش تراز آن، در فرکانس‌های پائین نسبت به فرکانس‌های بالاتر افزایش بیشتری می‌یابد [۳۶].

ارتباط عملکرد ذهنی با حساسیت به صدای کم فرکانس: بلاجویچ و رایلاندر در سال ۱۹۹۹ نشان دادند که ویژگیهای شخصیتی روان رنجوری[1] و برونگرایی تنها در مشاغلی که دارای محاسبات عمیق ذهنی هستند، با کارایی ذهنی همبستگی خوبی دارند. همچنین در حین انجام مشاغل ادراکی[2] در صدا، حساسیت به صدا با ناراحتی همبستگی بالایی دارد [٤٠-۳۷]. براساس تئوری انگیزش هب، در شرایطی که تراز صوت بالاست، افراد با درجات بالایی از حساسیت به صدا، ترازهای انگیزش و تحریک بسیار بالایی از خود نشان می‌دهند که در این شرایط پاسخهای غلط افزایش یافته و کارایی ذهنی آنها کاهش بیشتری می‌یابد [٤١]. روکمپ نیز در تأیید این فرضیه بیان می‌دارد افرادی که خود را نسبت به صدا حساستر می‌پندارند، هنگامیکه در مواجهه با صدا قرار می‌گیرند عکس العمل آنها در ارتباط با تغییرات فعالیت سمپاتیک (افزایش ضربان قلب، تنفس و تنگ شدن عروق خونی) در مقایسه با افرادی که مشکل خاصی در هنگام مواجهه با صدا نداشتند، افزایش می‌یابد [٤٢].

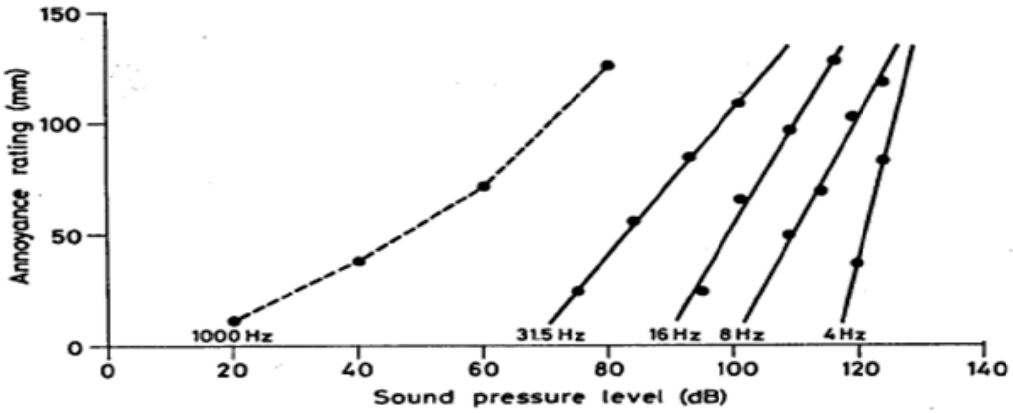
طبق نظر جلینکو، افراد حساس به صدا در مقایسه با افراد تحمل پذیر در هنگام مواجهه با صدا ی ۷۵ دسی بل (A)، توجه و توانایی کاری کمتری از خود نشان می‌دهند. تجربیات گذشته نشان می‌دهند افرادی از صدای کم فرکانس ناشی از منازل خود دچار آشفتگی می‌شوند که به صدای کم فرکانس حساسند و آنها الزاماً به طور کلی به صدا حساس نیستند [٤٣].

[1] Neuroticism
[2] Cognitive

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]



شکل ۱. منابع متفاوت صدای کم فرکانس و درصد نارضایتی افراد نسبت به آنها [۱۱]



شکل ۲. درجه بندی ناراحتی، افزایش رو به رشد ناراحتی در فرکانسهای پایین [۳۶]

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی مقالات گوناگون در زمینهٔ ارتباط موارد متعدد با عملکرد ذهنی نتایج زیر حاصل شده است: بررسی متون موجود نشان می‌دهد که ابراز ناراحتی زیاد از صدا در افراد حساس ممکن است سبب کاهش کارایی ذهنی در مسائل محاسبات ذهنی[1] و حافظه کوتاه مدت[2] گردد. آنالیز همبستگی نیز این فرضیه را تایید می‌نماید. البته در عملیات محاسباتی عمیق که مشکل تر از بقیه می‌باشد یک استثناءِ وجود دارد. در این نوع از مشاغل، ممکن است که ظرفیت کوچک جداگانه‌ای از حافظه برای غلبه بر ناراحتی صوتی خالی گذاشته شود، که می‌تواند تأثیر ناراحتی صدا را خنثی نماید. این مسئله در افراد حساس به صدا مشهودتر است. در حضور صدای بلند در مقایسه با سکوت، پاسخ افراد سرعت بیشتری می‌یابد اما تعداد پاسخ های ناصحیح افزایش می‌یابد [٤٤،٤٥].

[1] Mental Arithmetic (MA)
[2] Short Term Memory (STM)

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

این امر به دلیل واکنش دفاعی است که افراد می‌خواهند هر چه سریعتر خود را از شرایط ناراحت کننده صدا رها نمایند.

کلام بی ربط اما با معنی می‌تواند مانند یک صدای محرک عمل نماید و انتظار می‌رود که نسبت به صدای هواپیما و صدای ترافیک (صدای بی ربط بی معنی)، اثرات مخرب بیشتری در بازشناسی یک متن ایجاد نماید [۴۶،۴۷].

تأثیر تداخلی صدا در مشاغل مربوط به حافظه ممکن است بستگی به سطح توانایی حافظه داشته باشد [۴۸،۴۹]. کارایی حافظه در ترازهای پایین، توانایی در ارتباط با تداخل با صدا آسیب پذیرتر می‌گردد. بنابراین تأثیر صدا وابسته به سن است و این وابستگی سنی نباید در تمام مشاغل ذهنی یا حافظه‌ای یکسان تلقی شود [۵۰]. محققین نشان داده‌اند که تواناییهای متفاوت حافظه، بیشترین میزان کارایی خود را در دوره‌های مختلف زندگی دارند. حافظه رویدادی[1] بیشترین میزان خود را در حدود ۲۰ سالگی دارد. حافظه معنایی[2] با گذشت زمان افزایش می‌یابد و به سرعت حافظه رویدادی با افزایش سن کاهش نمی‌یابد. به علاوه مشخص شده است که در حافظه معنایی، آموزش فاکتور مهمتری از سن تلقی می‌شود [۵۱].

چنانچه معنی صدا برای افراد، روشن باشد توجه را به خود جلب می‌کند. در صورتی که صداها بدون معنی باشند ممکن است منجر به بروز واکنش نشوند. مثلا صدای ترمز شدید اتومبیل در نزدیکی محل کار به خاطر تداعی تصادف، توجه کارکنان را به خود جلب می‌کند. در حالی که ممکن است صداهایی با همان شدت که معنی خاصی را ندارند، فرد را چندان متوجه خود نسازند. صدای آشنا حتی اگر بلند باشد کمتر از صداهای ناآشنا بر رفتار فرد اثر می گذارد. مثلا صدای بلند شدن هواپیما از باند فرودگاه برای کارکنان فرودگاه آنقدر مختل کننده نیست که صدای یک فرد در راهرو.

مطالعات انجام شده بر روی افرادی که در محل زندگی و کار خود در معرض تماس با صدای ناشی از سیستم تهویه، عملیات صنعتی و صدای ترافیک ناشی از تونل بوده‌اند نشان داده است که میزان انرژی صدای کم فرکانس به صورت معناداری با اختلالات خواب، مشکلات مربوط به تمرکز، تحریک پذیری و عصبانیت ارتباط دارد [۵۲].

در افرادی که در معرض صدای سامانه‌های تهویه و پمپ‌های گرمایی (کم فرکانس) بوده‌اند، اشکال در به خواب رفتن، بی حالی و تنیدگی در صبح و شیوع اختلالات مزمن خواب به صورت معناداری نسبت به افراد شاهد بالاتر است. همچنین ارتباط دز – پاسخ معناداری بین ناراحتی گزارش شده و استراحت مختل شده افراد و میزان یا درجه صدای کم فرکانس مشاهده شده است. از نظر آماری شیوع ناراحتی ناشی از صدای کم فرکانس در محدوده ۱۵ الی ۲۰ درصد بوده است، حال آنکه این میزان درمورد صدای رفرانس ۰ تا ٤ درصد گزارش گردیده است [۹،۵۳].

صدای کم فرکانس نسبت به صدای رفرانس و با تراز یکسان موجبا ت ناراحتی بیشتری را فراهم می آورد. صدای کم فرکانس ریسک بیشتری جهت آسیب رسانی دارد و در مواجهه‌های شغلی باید کاملاً مورد توجه قرار گیرد [۳].

صدای کم فرکانس، بر دو آزمون دقت و ویراستاری (تمرکز و توجه) تأثیرات منفی می‌گذارد. همچنین صدای کم فرکانس با ترازهای صوتی متوسط، بر عملکرد بینایی، تمرکز و دقت افراد تاثیر منفی دارد [۳۰،۳۱].

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که صدای کم فرکانس در ترازهای موجود در صنعت ممکن است سبب کاهش عملکرد ذهنی انسان گردد [۹، ۲۸،۵٤]. در مقابل، مطالعات اخیر نشان می‌دهند که این نوع

[1] Episodic
[2] Semantic

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

صدا در ترازهای نسبتاً کم (حدود ٤٥– ٤٠ دسی بل (A)) می‌تواند ناراحت کننده تلقی شده و به خصوص در مشاغلی با نیازهای شغلی فراوان نظیر انجام محاسبات ریاضی سبب تاثیرات منفی روی کارایی انسان گردد. به علاوه افرادی که در گروه حساس به صدای کم فرکانس قرار می‌گیرند ممکن است جزء افرادی با ریسک بالا طبقه بندی شوند [۱۰، ۳۵، ۵۵، ۵۶،۵۷]. بنابراین تاثیرات بالقوه منفی صدای کم فرکانس در پستهای کاری که نیاز به پردازش ذهنی اطلاعات و توجه خاص دارند، به ویژه در اتاقهای کنترل و دفاتر، از اهمیت بسزایی برخوردار است.

References

1- Leventhall HG. Low frequency noise and annoyance. Noise Health. 2004; 6: 59-72.

2- Jafari MJ, Kazempour M, Alimohamadi I, Mehrabi Y, Hatami J. The Influences Of Low Frequency Noise On Mental Performance, Journal Of Mazandaran University Of Medical Sciences, April 2007 - May 2008; 18(63): 55-65.

3- Kaczmarska A, Mikulski W, Pawlaczyk-Luszczynska M. A study of annoyance of low-frequency noise in rooms for office and conceptual work. Bezp Pr. 2006; 1: 16-9.

4- Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Waszkowska M, Sliwinska-Kowalska M. Annoyance related to low frequency noise in subjective assessment of workers. J Low Frequency Noise Vib Active Cont. 2009; 28: 1-17.

5- Persson WK. On the Effects of Environmental Low Frequency Noise, PhD Thesis, Department of Environmental Medicine, Goteborg University. 1995; 91-105.

6- 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.

7- Berglund B, Lindvall T, Schwela D, Goh KT. Guidelines for community noise, World Health Organization, 2000; 71-88.

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

9- Persson-Waye K, Rylander R. The prevalence of annoyance and effects after long-term exposure to low frequency-noise, Journal of sound and vibration. 2001; 240: 483-97.

10- 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): 745-58.

11- Persson-Waye K, Bengtsson J. Assessments of low frequency noise complaints - a follow up 14 years later, 10th International Meeting Low Frequency Noise and Vibration and its Control, York UK (Editor: H G Leventhall). 2002; 103-110.

12- Tempest W. A survey of low frequency noise complaints received by local authorities in the United Kingdom, Jnl Low Freq Noise Vibn. 1989; 8: 45-49.

13- Møller H, Lydolf M. A questionnaire survey of complaints of infrasound and low frequency noise, Jnl Low Freq Noise Vibn. 2002; 21: 53 - 65.

14- Ising H, Ising M. Chronic cortisol increases in the first half of the night caused by road traffic noise, Noise and Health. 2002; 4: 13–21.

15- Persson K, Clow A, Edwards S, Hucklebridge F, Rylander R. Effects of night time low frequency noise on cortisol response to awaking and subjective sleep quality, Journal of Life Sciences. 2002; 72: 863-875.

16- Persson K, Agge A, Clow A, Hucklebridge F. Cortisol response and subjective sleep disturbance after low- frequency noise exposure, Journal of sound and vibration. 2004; 277: 453-457.

17- Berglund B, Hasten P, Job RF. Sources and effects of low frequency noise, J Acoust Soc Am. 1996; 99(5): 2985-3002.

18- Poulton E. A new look at the effects of noise: a rejoinder, Psychological Bulletin. 1978; 85, 1068 – 1079.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

19- Broadbent D. The current state of noise research: reply to pollution, Psychological Bulletin. 1978; 85, 1052 – 1067.
20- Kryter K, Poza D. Autonomic system activity and performance on a psychomotor task in noise, J Acoustic Soc Am. 1980; 67: 2096 – 2099.
21- Gawron V. Performance effects of noise intensity, Psychological set, and task type and complexity, Human Factors. 1982; 24, 225–243.
22- Moghaddmi P. Work Psychology, Sima publishing, 1st ed, Tehran; 1999: 45-52.
23- Azkhosh M. The application of psychological and clinical cognitive trials, Ravan publishing, 1st ed, Tehran, 2000: 71-72.
24- Kryter KD. Physiological, psychological and social effects of noise, Reference publication. 1970; NASA, Washington, D.C; 45-53.
25- Kjellberg A, Landstrom U. Noise in office: part II- The scientific basis (knowledge base) for guide, Int. J. Ind. Ergonomics. 1994; 14:93-118.
26- Smith AP, Jones DM. Noise and performance. In DM Jones and AP Smith eds, Handbook of Human performance, Vol 1: The Physical Environment, Academic Press, London. 1992: 1-28.
27- Kjellberg A. Wide P. Effects of simulated ventilation noise on performance of a grammatical reasoning task, Proceeding of the 5th International Congress On Noise as a Public Health Problem, Stockholm; August 21-25, 1998: 31-36.
28- Smith AP. Acute effects of noise exposure: an experimental investigation of the effects of noise and task parameters on cognitive vigilance tasks, Int Arch Occup Environ Health. 1988; 60: 307-310.
29- Hygge S, Boman E, Enmarker I. The effect of road traffic noise and meaningful irrelevant speech on different memory systems, Scand J Psychol. 2003; 44(1): 13-21.
30- Bengtsson J, Persson WK, Kjellberg A. Evaluation of effects due to low frequency noise in a low demanding work situation, Journal of sound and Vibration. 2004; 278: 83-99.
31- Pawlaczyk-Luszcyzynska M, et al. The impact of Low frequency noise on human mental performance, Inter Occp Med Environ Health. 2005; 18(2):185-198.
32- Kazempour M. Low Frequency Noise (LFN) Impact on Student's Mental Performance of, [Dissertation presented for MSc in Occupational Health Engineering], Medical Science University of Shihd Beheshti. 2008; 74-78.
33- Ganji H. Work Psychology, Arasbaran publishing, 1st ed, Tehran, 1999: 62-80.
34- Kryter KD. Psychological and social effects of noise, Reference publication, NASA; Washington, D.C, 1984: 81-85.
35- Pawlaczyk-Łuszczyńska 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, the 2002 International Congress and Exposition of Noise Control Engineering; 2002 Aug 19–21; Dearborn, MI, USA. Ames, IA: Institute of Noise Control Engineering Inc.; 2002; (CD-ROM, paper no. N118), 102-120.
36- Møller H. Annoyance of audible infrasound, Jnl Low Freq Noise Vibn. 1987; 6: 1-17.
37. Belojevic G, Ohrstrom E, Rylander R, ffects of noise on performance with regard to subjective noise sensitivity, Int. Arch. Occupational Environmental health. 1992; 64: 223 – 301.
38- Dornic S, Laaksonen T, Ekehammer B. Noise Sensitivity: general self report vs Noise effect in laboratory situations. Techn Rep from the project: human information processing under stress, Rep Dept Psychol, Univ Stockholm. 1990; 715: 15-22.
39- Arvidson O. On annoyance caused by noise exposure – a relevance study", Inv Rep pM 590, Statens Naturvardsverk, Stockholm. 1975: 25-33.
40- Ohrstrom E, Bjorkman M, Rylander R. Samhallsbullers inverkan pa manniskan – forsook I laboratoriemiljo", Riksbankens jubileumsfond; Inv Rep No 6/ 79. University of Gothenburg. 1979: 56-64.
41- Hebb DO. Drivers and the CNS (conceptual nervous system)", Psychol Rev. 1955; 62: 243–254.
42- Rovekamp A. Physiological effects of environmental noise on normal and more sound sensitive human beings, Proc third Int Congress Noise Pub Health Problem. ASHA Reports; Rockville, Maryland. 1980; 10: 605 – 614.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

43- Jelinkova Z. Coping with noise in noise sensitive subjects, In: Berglund B, Berglund U, Karlsson J, Lindvall T(eds) Proceed Fifth Int Coger Noise pub Health Problem. Swedish council for building Research, Stockholm. 1988; 3: 27 – 30.
44- Finkelman JM, Zeitlin LR, Filippi JA, Friend MA. Noise and driver performance, J Appl Psychol. 1977; 62: 713 – 718.
45- Fisher S. Pessimistic noise effects: the perception of reaction time in noise. Can J Psychol. 1983; 37: 258 – 271.
46- Jones DM, Miles C, Page J. Disruption of proofreading by irrelevant speech: Effects of attention, arousal or memory, applied cognitive psychology. 1990; 4: 89 – 108.
47- Oswald CJP, Tremblay S, Jones DM. Disruption of comprehension by the meaning of irrelevant sound, Memory. 2000; 8: 345 – 350.
48- Kazempour M, Alimohammadi I. Performance of Noise Indices in a College, Dominated by Human Speech, Iran Occupational Health Journal. 2005; 2: 56-65
49- Kazempour M, Alimohammadi I. Assessment of Some Noise Indices which Interferes with Communication, Payam Quarterly Research Journal. 2006; 3 & 4 (4 & 5): 34-43
50. Jafari MJ, Karimi A, Haghshenas M. Extrapolation of Experimental Fiel Study to a National Occupational Noise Exposure Standard, International Journal of Occupational Hygine. 2010; 22: 69-74 .
51- Nilson PM. Transportation noise reference book, Butterworth, London; 1997: 42-49.
52- Verzini AM, Frassoni CA, Skarp AHO. A field research about effects of low frequency noises on man, Acta Acoustica. 1999; 85(suppl 1): S16.
53- Mirowska M. An investigation and assessment of annoyance of low frequency noise in dwellings, J. low freq. noise vibr. 1988; 17: 119-126.
54- 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: 539-41.
55- 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.
56- Perssson K, Rylander R. Disturbance from low-frequency noise in the environment -a survey among the local health and environmental health authorities in Sweden, Journal of Sound and vibrations. 1988; 121: 339-345.
57- Kazempour M, Jafari MJ, Mehrabi Y, Alimohammadi I, Hatami J. The Impact of Low Frequency Noise on Mental Performance during Math Calculations**,** Iran Occupational Health J. 2011; 8(2): 42-52.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]

Review of Low Frequency Noise Effects on Mental Performance

Jafari MJ[1], Kazempour M*[2]

1. Associate Prof, Occupational Health Eng Dept, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Lecutrer, Occupational Health Eng Dept, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

*CorrespondingAuthor. Tel:+982122432040-1 Fax:+982122432036 E-mail: Marzieh.Kazempour@gmail.com

Received: 29 Jan 2012 Accepted: 30 May 2012

ABSTRACT

Background & objective: Industrial development towards digital technologies has reduced the occupational exposure to high sound pressure levels. Meantime, exposure to low levels of annoying Low Frequency Noise (e.g. = LFN) had become a main concern. Since LFN may be experienced not only in working premises, but also in residential areas, offices, and control rooms, its effects on mental performance have been studied by many researches. This issue has been documented by world health organization. Present study reviewed articles published on the effects of low frequency noise on mental performance due to the controversial results obtained by different studies.

Method: More than 90 papers published in national and international journals on mental efficiency, fatigue, and other health effects of low frequency noise and their influencing factors were reviewed.

Results: Reviewing the published articles revealed that LFN at low levels increases the responding time and hampers speed of learning comparing with the same level of wide band noise. Low frequency noise reduces the mental performance in the tests where high attention and carefulness are demand.

Conclusion: Low frequency noise has higher influencing risk in comparison with the reference noise and therefore, more attention should be paid to LFN in occupational exposure evaluations.

Keywords: Low Frequency Noise; Sound Sensitivity; Mental Performance

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-08-06]