

## اثرات غیر شنیداری ناشی از آلودگی صوتی محیط زیست

مهناز صارمی\*، تارا رضاپور<sup>۲</sup>

### خلاصه

آلودگی صوتی، یکی از مهم‌ترین معضلات زیست محیطی است که به‌عنوان عاملی زیان‌آور سلامتی انسان‌ها را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه در معرض تهدید قرار می‌دهد. اثرات ناشی از مواجهه با سر و صدا را نباید کم اهمیت انگاشت. مواجهه با سر و صدا نه تنها اثرات زیان‌باری بر سیستم شنوایی انسان دارد بلکه می‌تواند در عملکرد سایر سیستم‌های حیاتی نیز اختلال ایجاد نماید. عوارضی نظیر اختلال خواب، بیماری‌های قلبی - عروقی، اختلال در ترشح غدد درون‌ریز، افت عملکرد شناختی و سلامت روانی از جمله مهم‌ترین فاکتورهایی هستند که در مطالعات پیشین به مواجهه با سر و صدای محیط نسبت داده شده‌اند. اگرچه مجموعاً و در یک نگاه کلی می‌توان برخی اثرات فوق‌الذکر را با اطمینان بیشتری به سر و صدا نسبت داد لیکن تأثیرگذاری مستقیم عوامل سایکوفیزیولوژیکی، اجتماعی، شغلی، حساسیت فردی و ... موجب گردیده تا در برخی از موارد نیز نکات مبهمی وجود داشته و نتایج مطالعات پیشین فاقد هماهنگی مورد انتظار باشند. تغییرات قلبی-عروقی و شناختی افراد در مواجهه با سر و صدا به‌ویژه در گروه‌های مختلف سنی و جنسی هنوز به‌طور کامل مشخص نیست. از طرفی با توجه به شرایط فعلی خصوصاً در شهرهای بزرگ مبنی بر مواجهه همزمان با سر و صدا و سایر آلودگی‌های محیطی شکل‌گیری فیلد جدیدی از تحقیقات بر پایه اثرات توأم ناشی از مواجهه همزمان با عوامل زیان‌آور مذکور قابل بررسی است. شرایطی که ادبیات علمی برای پاسخ دهی مطمئن و قطعی به آن نیاز به تکمیل دارد. بنابراین، اهمیت پیامدهای جدی ناشی از مواجهات طولانی مدت با سر و صدای محیط نویسنده‌گان را بر آن داشت تا با مروری جامع بر منابع موجود و جمع‌آوری شواهد مستدل، جایگاه فعلی دانش امروز را در زمینه عوارض غیرشنیداری مواجهه با سر و صدای محیط تعیین نموده و گامی در جهت تعیین مسیر تحقیقات آتی بردارند.

واژه‌های کلیدی: محیط زیست، آلودگی صوتی، اثرات زیان‌آور

۱. استادیار گروه ارگونومی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران ۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد ارگونومی، دانشکده سلامت، ایمنی و

محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران

نویسنده مسؤول، آدرس پست الکترونیک: m.saremi@sbmu.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱/۱۵ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۹۱/۹/۷ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۹/۱۳

## مقدمه

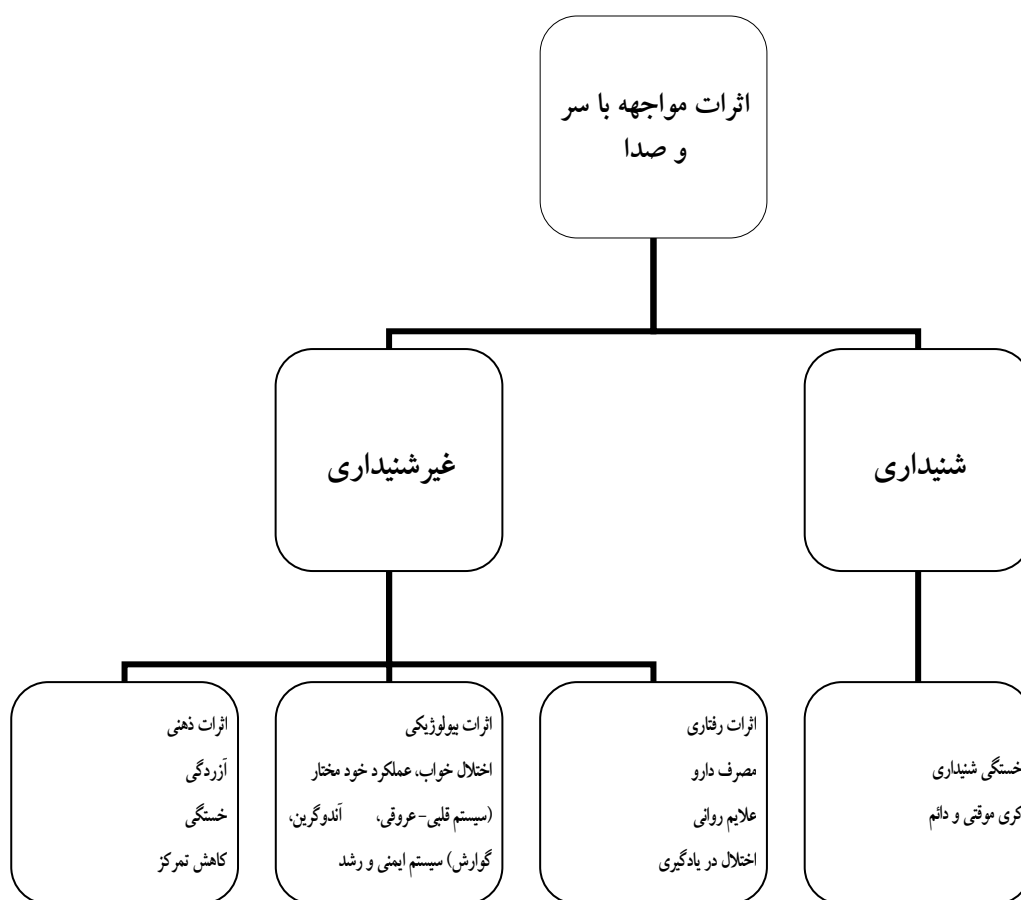
صوت یک حس شنیداری است که از طریق ارتعاشات آکوستیک تحریک می‌شود. به عبارت دیگر حرکت مکانیکی ناشی از ارتعاش ذرات به صورت امواج حرکتی در محیط‌های مادی و یا هوا منتشر و باعث تحریک واکنش‌های فیزیولوژیکی در گوش و مسیرهای شنوایی می‌شود (گوش انسان فقط قادر به شنیدن صوتی است که در محدوده ادراک شنوایی انسان یعنی از ۲۰ تا ۲۰,۰۰۰ هرتز قرار داشته باشند).

از دیدگاه روان‌شناسی، سر و صدا عبارت است از صوت یا مجموعه‌ای از امواج صوتی که خارج از هرگونه نظم و هارمونی تولید شوند. سر و صدا علاوه بر دارا بودن مشخصات فیزیکی معین، براساس حسی که ایجاد می‌کند نیز تعریف می‌شود. طبق تعریف سازمان استاندارد جهانی (ISO) سر و صدا پدیده‌ای است آکوستیک که به صورت آزاردهنده و ناخوشایند درک می‌شود.

از نقطه نظر فیزیکی، سر و صدا مجموعه‌ای از ارتعاشات صوتی پیچیده و نامنظم و یک ارتعاش مکانیکی است که به صورت امواج صوتی در یک محیط الاستیک - غالباً هوا - و حتی مایعات و جامدات منتشر می‌شود. جهت بررسی اثرات سر و صدا بر روی انسان نه تنها می‌بایست شدت صوت بلکه فرکانس، نوع صدا و مدت زمان مواجهه را در نظر گرفت. شدت صوت میزان فشار صوت یا دامنه ارتعاش صوتی و مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان از واحد سطح عمود بر راستای انتشار موج صوتی می‌گذرد و واحد اندازه‌گیری آن دسی‌بل می‌باشد. فرکانس یکی از مشخصه‌های فیزیکی صوت می‌باشد که عبارت است از تعداد دفعات تکرار امواج ارتعاشی در واحد زمان و واحد اندازه‌گیری آن هرتز می‌باشد. فرکانس موج صوتی تعیین‌کننده زیر و یا بم بودن آن می‌باشد به طوری که اصوات با فرکانس پایین (ارتعاشات کمتر از چندصد هرتز) به عنوان صداهای بم و اصوات دارای فرکانس بالا به صورت

صداهای زیر شنیده می‌شوند. صدا از نظر نوع به انواع ممتد، متغیر و متناوب تقسیم می‌شود. صداهای ممتد، در طول زمان با شدت ثابت باقی می‌مانند، در حالی که در صداهای متغیر و متناوب شدت صدا دچار افزایش و کاهش شده و حتی در مورد اصوات متناوب انتشار صدا قطع و دوباره شروع می‌شود. برآورد میزان زیان‌آور بودن یک محیط پر سر و صدا به کل انرژی صوتی دریافت شده بستگی دارد. این میزان نه تنها به شدت صوت بلکه به مدت زمان مواجهه وابسته است. به منظور محاسبه تغییرات سر و صدا در واحد زمان از واحدی به نام "تراز معادل مواجهه صوت" (Leq) استفاده می‌شود.

سر و صدا به عنوان یک عامل زیان‌آور محیطی انسان را با چالش‌های جدی در زمینه‌های سلامتی جسمی و روانی روبه‌رو می‌کند. مطالعاتی که به طور گسترده و به‌ویژه در زمینه مواجهات شغلی انجام شده‌اند تأثیر مستقیم صدا را بر شنوایی انسان مورد تأیید قرار داده‌اند. مواجهه با صدای ممتد ۹۰-۸۵ دسی‌بل در شبکه A (در این شبکه، مقادیر تراز فشار صوت، متناسب با حساسیت گوش انسان در ترازهای پایین توزین می‌شود) می‌تواند منجر به افت تدریجی شنوایی و تغییر در آستانه حساسیت شنیداری فرد شود. موارد مشابه را می‌توان در مواجهات کوتاه مدت و ناگهانی با صداهای با شدت بالاتر از ۱۳۵ دسی‌بل مشاهده نمود. مروری بر مطالعات گذشته نشان می‌دهد که پیامدهای منفی ناشی از مواجهه با این عامل زیان‌آور محیطی منحصر به صدمات دستگاه شنوایی نبوده بلکه محدوده بسیار وسیعتری را شامل می‌شود. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان اثرات مزبور را به دو بخش شنیداری و غیرشنیداری تقسیم نمود. اثرات غیرشنیداری که کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند، نتیجه مواجهه با صدا به عنوان یک عامل استرس‌زا بوده و منجر به بروز تغییرات بیولوژیکی، فردی و رفتاری می‌شوند. شکل ۱ خلاصه‌ای از اثرات مواجهه با سر و صدای محیط را نشان می‌دهد.



شکل ۱. خلاصه پیامدهای شنیداری و غیرشنیداری مواجهه با سر و صدا

سر و صدا به عنوان فراگیرترین آلاینده محیط زیست نه تنها در تمام فعالیت‌های بشر وجود دارد بلکه روز به روز حضور پررنگ تری می‌یابد. مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین محیط زیست و سلامتی پرداخته‌اند، سر و صدا را به عنوان مهم‌ترین معضل معرفی نموده‌اند. در تمام ساعات شبانه روز و در همه محیط‌های شغلی و زندگی، افراد با سر و صدا مواجهند. منابع تولید آلودگی صوتی متعدد هستند لیکن مهم‌ترین منابع صنایع و حمل و نقل (هوایی، ریلی و جاده‌ای) می‌باشند.

سر و صدای ناشی از حمل و نقل جاده‌ای بخش عمده‌ای از سر و صدای محیط را تشکیل می‌دهد که غالباً ساکنین شهرهای بزرگ و حومه را در معرض صدمه قرار می‌دهند. بدون شک افزایش تولید وسایل نقلیه و ورود بی‌رویه آن‌ها

به شبکه حمل و نقل شهری و نیز افزایش ساعات پر سر و صدا در طول شب را می‌توان از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش میزان مواجهه با سر و صدا دانست. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که بیش از ۳۰ درصد ساکنین کشورهای اروپایی در معرض صدایی بیش از ۵۵ دسی‌بل و ۲۰ درصد آن‌ها در معرض صدایی بیش از ۶۵ دسی‌بل در طول روز قرار دارند و از عوارضی نظیر اختلال خواب شکایت می‌کنند (۱). اگرچه صدای ناشی از ترافیک جاده‌ای به‌طور عمده ناشی از موتور وسایل نقلیه است، لیکن در سرعت بالاتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت برای ماشین‌های سواری و ۸۰ کیلومتر بر ساعت برای کامیون‌ها صدای ناشی از اصطکاک بین بدنه خودرو با هوا و نیز بین لاستیک با سطح

معادل به طور همزمان در دو بازه زمانی ۷:۳۰ تا ۱۲ و ۱۴ تا ۲۰ در ایستگاه‌های مزبور اندازه‌گیری شد. این بررسی نشان داد، میانگین تراز صدای معادل در شهر قزوین (۶۹/۹ تا ۷۲/۸ دسی بل) می‌باشد که از حد استاندارد محیط زیست ایران برای محیط‌های مسکونی (۵۰ دسی بل) و محیط‌های تجاری (۶۵ دسی بل) بالاتر است (۶). عزیزاده و همکاران (۱۳۸۷-۱۳۸۶) نیز در مطالعه خود به اندازه‌گیری آلودگی صوتی شهر ساری پرداختند. صداسنجی‌ها در طول یک سال، هر ماه یکبار، در ساعت‌های مختلف از ۷ صبح تا ۱۰ شب به فواصل زمانی معین در ۹ ایستگاه انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد، میانگین تراز صدای معادل در ایستگاه‌های اندازه‌گیری، ۷۷/۱ دسی بل در شبکه A بود که از حد مجاز در هوای آزاد ایران (۶۵ دسی بل برای مناطق تجاری) بالاتر است (۷).

مطالعات مشابه به انجام رسیده در داخل و خارج کشور، تأیید کننده این امر می‌باشند که آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی شهرها محسوب می‌شود و شدت آن در سال‌های اخیر رو افزایش بوده است. بنابراین، مقاله حاضر ضمن مروری جامع بر مطالعات آزمایشگاهی و میدانی، و با تأکید بر اثرات غیرشنیداری مواجهه حاد یا مزمن با سر و صدای محیط، چکیده‌ای از مستندات موجود را ارائه می‌دهد.

#### صدا و تأثیر آن بر خواب

اختلال خواب ناشی از مواجهه با سر و صدای محیط بسیار معمول است. مرکز شنیداری مغز، پیام‌های صوتی را از دو مسیر قشر مغز و راه‌های نزولی مرتبط با سیستم خودمختار دریافت می‌کند. به همین دلیل است که سیستم شنوایی در هنگام خواب نیز قادر به دریافت و پردازش محرک‌های خارجی از جمله محرک‌های صوتی می‌باشد (۱). شایان ذکر است که عوامل متعددی از جمله فاکتورهای فیزیکی (نوع، شدت، فرکانس و طیف صدا و حتی معنی‌داری آن) و نیز فاکتورهای فردی (سن، جنس و

جاده صدای ناشی از موتور را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد (۱).

در ایران همچون سایر کشورهای در حال توسعه، بر روی صدا مطالعات مختلفی صورت گرفته است. بررسی انجام شده در سازمان حفاظت محیط زیست در شهر تهران در سال ۱۳۷۱ مویید این نکته است که بیشترین آلودگی صدای ایجاد شده در شهر تهران، ناشی از تردد وسایل نقلیه است (۲). بر اساس استانداردهای مصوب از سوی شورای عالی حفاظت محیط زیست، حدود مجاز صدا در طول روز (۷ صبح الی ۱۰ شب) برای مناطق مسکونی ۵۰ دسی بل، تجاری - مسکونی ۶۰ دسی بل، تجاری ۶۵ دسی بل، مسکونی - صنعتی ۷۰ دسی بل و صنعتی ۷۵ دسی بل و در طول شب (۱۰ شب الی ۷ صبح) این مقادیر به ترتیب برابر با ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ دسی بل تعیین گردیده است (۳). پژوهش‌های انجام شده در شهرهای تهران، دهلی نو، توکیو و رم نشان می‌دهد که میزان آلودگی صوتی در مناطق پرتراфик این شهرها از حد مجاز تعیین شده از سوی سازمان بهداشت جهانی (۷۰ دسی بل در مناطق پرتراфик و در ساعات روز) بیشتر است (۴). برای مثال در مطالعه بررسی میزان آلودگی صدای ناشی از تراфик در شهر تهران، منصوری و همکاران (۵) در طول یک هفته به اندازه‌گیری تراز معادل صوت شهر تهران، در محدوده میدان امام خمینی پرداختند. اندازه‌گیری‌ها در ۱۱۵ ایستگاه و در فاصله زمانی ۷ صبح تا ۱۰ شب، در شبکه A صورت گرفت. بر اساس نتایج این تحقیق، متوسط تراز فشار صوت در ایستگاه‌های آکوستیکی مختلف: خیابان، پیاده‌رو، مرکز خرید و موانع گیاهی به ترتیب برابر با ۷۸/۵، ۷۳/۳، ۶۸/۷ و ۷۰/۸ و میانگین آن‌ها معادل ۷۴/۷ اعلام شد. مقایسه متوسط تراز فشار صوت با حدود مجاز صدا در طول روز که برای مناطق تجاری معادل ۶۵ دسی بل می‌باشد، نشان دهنده بالا بودن آلودگی صوتی در محدوده اندازه‌گیری می‌باشد. در مطالعه دیگری که به منظور تعیین آلودگی صوتی در شهر قزوین انجام گرفت، ۷۳۰ ایستگاه در محدوده خیابان‌ها، تقاطع‌ها و میادین این شهر در نظر گرفته شد و تراز صدای

از آستانه آن در مراحل خواب سطحی (مرحله ۱ و ۲) می‌باشد. لوکاس (۱۰) احتمال بیدار شدن در مواجهه با صدای ۵۰ دسی‌بل را در حدود ۵٪ و با صدای ۷۰ دسی‌بل را ۳۰٪ برآورد کرده است. علاوه بر آن، میزان اهمیت و معنی‌داری صدا نیز در بیدار شدن افراد مؤثر می‌باشد. برای مثال افراد با شنیدن نام خود حتی به‌صورت زمزمه و یا شنیدن صدای زنگ خطر نسبت به زمانی که صدا برای آن‌ها نا آشناست و یا اهمیت چندانی ندارد، آسان‌تر و سریع‌تر بیدار می‌شوند (۱).

تغییر در روند طبیعی مراحل خواب نیز از دیگر تأثیرات صدا می‌باشد که در بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. در یک سیکل طبیعی خواب که در افراد جوان سالم و غیر مواجهه با شرایط نامناسب محیطی دیده می‌شود، خواب از مراحل ۱ و ۲ که دارای امواجی با فرکانس بالا و دامنه کوتاه هستند شروع شده و با مراحل ۴ و ۳ و پیدایش امواج دلتا (فرکانس کوتاه‌تر و طول موج بلندتر) ادامه یافته و به مرحله حرکات سریع چشم (REM) ختم می‌گردد. این چرخه منظم که بین ۵ تا ۶ بار در طول شب تکرار می‌شود از اهمیت بالایی در رفع خستگی ناشی از کار روزانه برخوردار است به‌طوری‌که دانشمندان بر این باورند که خواب با امواج آهسته فرصتی برای بازگرداندن انرژی از دست رفته بدن در طول روز بوده و خواب REM نیز در بازیابی فرایندهای ذهنی به‌ویژه حافظه مؤثر می‌باشد. بنابراین هر گونه تغییر در کمیت فازهای مختلف خواب می‌تواند مستقیماً بر روی عملکرد جسمی و یا ذهنی فرد در روز بعد تأثیر گذار باشد.

آنچه که در تمامی مطالعات مشاهده شده است، افزایش میزان تغییرات در مراحل طبیعی خواب می‌باشد که معمولاً با کاهش مراحل عمیق‌تر خواب و خواب REM و افزایش مدت مراحل خواب سطحی رخ می‌دهد (۱، ۱۱). احتمال بروز تغییرات در روند طبیعی مراحل خواب در مواجهه با صدای حدود ۵۰ دسی‌بل ۱۵٪ و با صدای ۷۰ دسی‌بل ۴۵٪ می‌باشد (۱۰). در صورتی که این بی‌نظمی‌ها در روند طبیعی خواب برای طولانی مدت ادامه یابد، می‌تواند برای افراد مشکلات

فاکتورهای شخصیتی) در میزان حساسیت افراد نسبت به صدا و چگونگی عکس‌العمل آنها تأثیر دارند.

پیامدهای صدا هنگام خواب ممکن است فوری (اولیه) یا تأخیری (ثانویه) باشد (۸). منظور از اثرات اولیه تغییراتی است که همزمان و یا بلافاصله بعد از مواجهه بروز می‌کنند، در حالی که اثرات ثانویه، یک یا چند روز پس از مواجهه مشاهده می‌شوند.

ساختار فیزیولوژیکی خواب با شاخص‌هایی نظیر تعداد دفعات بیدار شدن شبانه و مدت زمان آن، تعداد دفعات تغییر فازهای خواب و تغییر در میزان کمی آنها، کوتاه شدن مدت خواب و تأخیر در زمان به خواب رفتن یا ورود به فاز ۲ تعیین می‌گردد. بنابراین، پیدایش هرگونه تغییر در وضعیت طبیعی پارامترهای فوق در حضور سر و صدا، و ناپدید شدن تغییرات در وضعیت سکوت را می‌توان به اختلال خواب ناشی از مواجهه با سر و صدا نسبت داد. اخیراً صارمی و همکاران (۹) در مطالعه‌ای نشان دادند که مواجهه با سر و صدای بیش از ۴۰ (dB, LAeq) در هنگام خواب شبانه منجر به افزایش معنی‌دار پدیده‌ای به نام "ریزبیداری" (Micro-arousal) می‌شود که کیفیت و راندمان خواب را به طرز معنی‌داری کاهش می‌دهد.

بر اساس مطالعات انجام شده، تأخیر در به خواب رفتن و بیدار شدن زود هنگام در صبح را می‌توان اصلی‌ترین علل کوتاه شدن مدت زمان خوابیدن دانست. مواجهه با صدای متناوب با شدت حداکثر ۴۵ دسی‌بل و یا بالاتر می‌تواند زمان به خواب رفتن را تا ۲۰ دقیقه به تأخیر بیندازد (۱). سازمان بهداشت جهانی WHO حداکثر صدای مجاز را در طول شب و در اتاق خواب معادل ۴۵ دسی‌بل و تراز مطلوب را برای همین شرایط ۳۰ دسی‌بل تعیین نموده است.

مواجهه با سر و صدا هنگام خواب منجر به بیدار شدن‌های مکرر می‌گردد. آستانه سر و صدایی که بتواند باعث بیداری فرد شود به فاکتورهای متعددی از جمله نوع مرحله خواب و ویژگی‌های محیطی پر سر و صدا بستگی دارد. نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که آستانه بیدار شدن در مراحل عمیق خواب (مرحله ۴ و ۳) بسیار بالاتر

تأثیر پذیری بیشتر فعالیت‌هایی است که نیازمند توجه انتخابی می‌باشند. بررسی‌های انجام شده پیرامون مواجهات شغلی، نشان می‌دهند، خواندن، حل مساله، حافظه، انگیزه و تمرکز از جمله مهارت‌های شناختی هستند که ممکن است تحت تأثیر سر و صدا قرار گیرند. همچنین سر و صدا می‌تواند حس همیاری را کم کند و بر ایمنی و بهره‌وری اثر منفی بگذارد (۱۷).

چنانچه پیشتر اشاره شد، افت عملکرد می‌تواند در رده اثرات ثانویه مواجهه با سرو صدا هنگام خواب و در نتیجه اختلال خواب ناشی از آن محسوب شود. این مورد در بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی و میدانی تأیید گردیده است.

به‌طور کلی و بر اساس شواهد موجود، عملکرد انسان در مواجهه با یک منبع صوتی - به‌ویژه زمانی که صدا غیر قابل کنترل باشد می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار گیرد. صدا می‌تواند به افراد احساس پوچی القا کند، آن‌ها را تحریک پذیر کند، استراتژی‌های حل مساله را تغییر دهد و توانایی توجه و تمرکز را بر روی فعالیت‌های در حال انجام کاهش دهد. هم‌چنین بر عملکرد اجتماعی تأثیر بگذارد و ارتباطات کلامی را مختل نماید (۱۵).

#### صدا و تأثیر آن بر سیستم قلبی عروقی

چگونگی تأثیرپذیری سیستم قلبی - عروقی در مواجهه طولانی مدت با سر و صدا بسیار پیچیده و قابل بحث است. گسترش شهرنشینی و افزایش منابع تولید کننده صدا در کلان شهرها، در جهت گیری پژوهشگران مؤثر بوده است به‌طوری که در مطالعه‌ای عنوان شده که بخش عمده مطالعات مربوط به تأثیر صدا بر فشار خون و بیماری‌های ایسکمی قلبی مربوط به آلودگی صوتی ناشی از ترافیک جاده‌ای می‌باشد (۱۸). گرچه مواجهه ناگهانی با هر عامل صوتی بدون شک تغییرات لحظه‌ای ضربان قلب را به دنبال خواهد داشت، لیکن نتایج مطالعات به‌عمل آمده، قطعیت تأثیر مواجهه طولانی مدت با سر و صدا بر سیستم قلبی عروقی را مورد تردید قرار می‌دهند. از یک سو، شواهد

جدی تری ایجاد کند. علاوه بر موارد فوق، مواجهه با صدا در طول خواب و حتی زمانی که افراد در هوشیاری کامل به سر نمی‌برند نیز، منجر به پاسخ‌های غیرارادی مانند تغییرات ضربان قلب و تون عروق می‌شود که در طولانی مدت ممکن است سلامتی آن‌ها را به خطر اندازد (۱). دی نیز (۱۹۹۰) مطالعه‌ای را جهت بررسی تأثیرات فیزیولوژیکی صدا بر روی دو گروه ۴۰ نفره (زن و مرد) انجام داد. در این تحقیق مشخص شد، ضربان قلب و نبض افراد در حالت خواب در مواجهه با صداهایی مانند صدای قطار، هواپیما، موتورسیکلت و ... با شدت حداکثر ۸۶ دسی بل، به‌طور معناداری بیشتر از ضربان و نبض آن‌ها در مواجهه با همین صداها در طول روز می‌باشد (۱۲).

مواجهه با سر و صدا در طول روز نیز ممکن است بر روی ساختار خواب شبانه تأثیر بگذارد. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۳ به منظور مقایسه کارگرانی که حداقل ۸ ساعت در روز با سر و صدای بیش از ۷۵ دسی بل مواجهه شغلی داشتند با کارگران غیر مواجهه انجام شد، تأثیر سر و صدا بر روی ساختار خواب به‌صورت کاهش راندمان خواب، کاهش زمان REM و SWS و تأخیر در ورود به فاز REM نشان داده شد (۱۳).

#### صدا و تأثیر آن بر عملکرد

سابقه مطالعه بر روی اثرات صدا بر روی عملکرد انسان به بیش از چهل سال می‌رسد. مطالعات مرتبط عمدتاً پیامدهای منفی مواجهه با سر و صدا بر روی عملکرد انسانی را وابسته به فاکتورهای متعددی از جمله نوع منبع صوتی و همچنین فعالیت در حال انجام دانسته‌اند (۱۴، ۱۵).

سالامه (۱۹۸۲) نشان داد که مواجهه با صدای مکالمه و سخنرانی عملکرد خواندن و به خاطر سپردن مطالب را به طرز معناداری مختل می‌نماید، در حالی که مواجهه با انواع دیگر سر و صدا الزاماً چنین نتیجه‌ای را به همراه ندارد (۱۶). در مقابل، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که انجام کارهای یکنواخت در محیط‌های پر سر و صدا باعث بهبود عملکرد می‌شود (۱۷). به‌طور کلی نتایج تحقیقات موید

متعددی در دست است که تأثیر صدای ناشی از وسایل نقلیه را بر افزایش فشار خون و بیماری‌های ایسکمی قلبی-عروقی تأیید می‌کنند (۱۹). به‌عنوان نمونه، مطالعه‌ای که بر روی ساکنین مجاور فرودگاه‌های اصلی اروپا با سابقه سکونت ۵ سال یا بیشتر انجام شد نشان داد که مواجهه طولانی مدت با صدای هواپیما در طول شب و صدای ترافیک جاده‌ای در طول روز، با افزایش احتمال بالا رفتن فشار خون مرتبط است (۱۸). مطالعه مشابهی، افزایش قابل ملاحظه فشار خون ساکنین مجاور فرودگاهی در سوئد که با حداقل ۵۵ و حداکثر ۷۲ دسی‌بل صدا طی شبانه‌روز مواجهه داشتند را نسبت به گروه کنترل نشان داد (۲۰). مطالعه دیگری که در همین منطقه به انجام رسیده است ضمن تأیید نتیجه فوق، افزایش بیشتر فشارخون را در گروه زنان و افرادی که بیش از ده سال در همان محل سکونت داشتند گزارش کرد (۲۱). برخی مطالعات تأثیر صدا را بر شیوع آنفارکتوس میوکارد در میان مردانی که بیش از ده سال در منطقه مجاور منبع تولید صدا سکونت دارند، به‌طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر اعلام کرده اند (۱۸). همچنین درک افراد از میزان مواجهه آن‌ها با صدا به‌عنوان عامل مرتبط با فشار خون سیستولیک و دیاستولیک (۲۲) و افزایش مصرف داروهای ضد فشار خون در افراد مواجهه با صدای هواپیما به‌ویژه در طول شب (۲۳) گزارش شده است. در یک مطالعه وسیع، بررسی نمونه خون ۲۸۰۰۰ نفر از ساکنین مجاور فرودگاهی در ژاپن، رابطه دوز-پاسخ میان مواجهه با صدای هواپیما و فشار خون سیستولیک تأیید شد (۲۴).

برخی مطالعات شغلی نیز نشان دهنده شیوع بیشتر فشار خون در میان کارگرانی می‌باشد که بین ۵ تا ۳۰ سال در مواجهه با صداهایی با شدت بالا (بیشتر از ۸۵ دسی‌بل) بوده‌اند (۲۵). مواجهه مزمن کارگران با صدای ممتد بالاتر از ۸۵ دسی‌بل نیز ممکن است منجر به افزایش فشار خون شود (۱۸). اخیراً بررسی بر روی بیش از ۳۰۰۰ نفر در کشور استکهلم نشان داد که خطر سکته قلبی در اثر مواجهه با عوامل تنش‌زای متعدد از جمله سر و صدا افزایش می‌یابد. طبق نتایج به‌دست آمده، افرادی که در زندگی روزمره یا در

#### صدا و تأثیر آن بر سیستم اندوکرین

تغییرات بیوشیمیایی خون از دیگر جنبه‌های سلامتی جسمی می‌باشد که تحت تأثیر صدا قرار می‌گیرد. تغییر در میزان ترشح هورمون‌هایی نظیر آدرنالین، نورآدرنالین و کورتیزول را می‌توان علامت رویارویی فرد با استرس و واکنش‌های تعدیلی سیستم عصبی سمپاتیک به‌حساب آورد. میزان ترشح هورمون‌های استرس در افرادی که بیش از چند سال با صدای ناشی از ترافیک جاده‌ای (به میزان ۶۹-۵۳ دسی‌بل) مواجهه داشته‌اند بیشتر است. به‌عنوان مثال افزایش حاد صدا به میزان ۱۸ دسی‌بل با افزایش معنی‌دار ترشح هورمون کورتیزول می‌باشد. همچنین میزان ترشح هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین در افراد مواجهه با صدای ترافیک نسبت به سایر افراد (مواجهه با صدای کمتر از ۴۵ دسی‌بل) بیشتر است. مطالعه‌ای تحت عنوان "ترافیک و تندرستی در مناطق پر جمعیت برلین" نمونه مناسبی در این خصوص می‌باشد (۲۸) که در آن میزان ترشح هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین در نمونه‌ای بالغ بر ۲۰۰ زن (۴۵-۳۰ سال) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن است که میزان کاتوکالامین‌ها در آن دسته از زنانی که اتاق خوابشان مقابل خیابان‌های پرسر و صدا ( $Lm > 57$ ) است (۴۵-۳۰ سال) قرار دارد، نسبت به گروه کنترل که در مناطق کم سر و صدا ( $Lm > 52$  دسی‌بل) زندگی می‌کنند به‌طور معناداری بالاتر است.

تمامی احساسات نامطلوب و منفی است که در پاسخ به ادراک منفی شرایط محیطی توسط افراد تجربه می‌شود. زمانی که صدا به‌عنوان مانع و مزاحم ادامه فعالیت درک و تصور شود، واکنش‌هایی بروز می‌کنند که نشان دهنده عدم تمایل افراد به قرار گرفتن در شرایط مزبور می‌باشد. ترک کردن محیط پر سر و صدا و مهاجرت به محلی آرام‌تر و یا بستن پنجره‌ها از جمله این اقدامات می‌باشند. این احساس ناخوشایند که ممکن است با بروز احساسات دیگری نظیر ترس و عصبانیت همراه باشد، به فاکتورهای متعدد صوتی و غیرصوتی وابسته است. شدت صدا، منبع صدا و زمان مواجهه با صدا از فاکتورهای صوتی و میزان تداخل صدا با فعالیت، توانایی مقابله با صدا، انتظارات، میزان حساسیت به صدا و احساس ترس از منبع مولد صدا در حیطه فاکتورهای غیرصوتی قرار می‌گیرند (۱۸). اصوات فرکانس پایین (صدای ناشی از اتوبوس‌ها و ترافیک) که قابلیت نفوذ زیادی داشته و کنترل آن‌ها نیز بسیار دشوار می‌باشد احساس آزرده‌گی و رنجش بیشتری را نسبت به مواجهه با اصوات فرکانس بالا ایجاد می‌کنند. در مطالعه‌ای نشان داده شده که افرادی که مواجهه با سر و صدای ناشی از توربین‌های صنعتی (منبع صوتی فرکانس پایین) هستند از سلامت عمومی پایین‌تری نسبت به گروه کنترل برخوردارند به طوری که خواب آنها کیفیت نامناسب‌تری داشته، در طول روز خواب آلوده‌ترند و ویژگی‌های روانی آنها به وضوح بدتر از سایرین است (۳۰). همچنین در مقایسه با سر و صدای ممتد، صدای منقطع آزاردهندگی بیشتری دارد (۳۱، ۳۲).

از نظر میزان آزاردهندگی، یک پژوهش نشان داده که صنایع حمل و نقل هوایی و صنعت ریلی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان آزرده‌گی را ایجاد می‌کنند در حالی که صدای ناشی از ترافیک شهری و جاده‌ای در رده دوم و میانی قرار دارد (۱۹). در مطالعات دیگر وجود رابطه دوز - پاسخ میان مواجهه با صدای ناشی از هواپیما و ترافیک جاده‌ای با احساس رنجش تأیید شده است (۳۳، ۳۴).

تغییرات هورمونی ناشی از مواجهه با سرو صدا در محیط‌های شغلی نیز دیده شده است. به‌طوریکه میزان هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین در کارگران مواجهه با حدود ۹۶ دسی‌بل صدا در محیط کار نسبت به کارگرانی که با صدایی کمتر از ۷۸ دسی‌بل مواجه داشته باشند حدود ۷۰٪ بالاتر (۲۹) بوده و یا استفاده از گوشی‌های حفاظتی به طرز معنی‌داری سبب کاهش میزان کاتوکالامین‌ها می‌گردد (۲۸).

شایان ذکر است، علیرغم وجود شواهد متعدد در رابطه با تأثیرات بیوشیمیایی صدا، مطالعات انجام شده در این زمینه با محدودیت‌های متعددی روبه‌رو است. وجود متغیرهای مخدوش‌گر در بررسی نمونه‌های ادراری و بزاقی، تبعیت الگوی ترشحی هورمون کورتیزول از ریتم سیرکادین و کوچک بودن نمونه‌ها از جمله مهم‌ترین چالش‌هایی است که در این رابطه مطرح می‌باشند.

بنابر آنچه که گفته شد، افزایش میزان ترشح هورمون‌های استرس (آدرنالین، نورآدرنالین و کورتیزول) در مواجهه با صدا می‌تواند مقدمه‌ای برای شروع واکنش‌های فیزیولوژیکی باشد که معمولاً در شرایط رویارویی با عوامل استرس‌زا رخ می‌دهد. واکنش‌هایی مانند افزایش ضربان قلب، فشار خون، ویسکوزیته خون، لیپیدهای سرم و برهم خوردن تعادل میان کلسیم/منیزیم می‌توانند در طولانی مدت و با مواجهات مکرر تبدیل به عوامل خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی شوند. لذا با توجه به اهمیت موارد یاد شده و هم‌چنین محدود بودن تعداد مطالعات موجود، انجام تحقیقات بیشتر و کامل‌تر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

#### صدا و تأثیر آن بر سلامتی روانی

یکی از مهم‌ترین شکایات افراد مواجهه با سر و صدا، احساس رنجش و آزرده‌گی است که اصلی‌ترین پیامد روانی آن بوده و در جوامع شهری عمدتاً در اثر سر و صدای ناشی از ترافیک‌های هوایی، ریلی و جاده‌ای گزارش می‌شود. آزرده‌گی و رنجش ناشی از مواجهه با صدا توصیف‌گر



مشکلات روانی جدی برای افراد شود. بر همین اساس، نتایج مطالعات انجام شده بر روی افراد مواجه شده با سر و صدا حاکی از بالاتر بودن میزان بروز علایم افسردگی و اضطراب در آنهاست. اخیراً مطالعه‌ای در کشور ژاپن و بر روی تقریباً ۶۰۰۰ نفر از ساکنین اطراف پایگاه‌های هوایی نیروی نظامی صورت گرفت و مشاهده شد که افراد مواجه شده با صدای بالاتر از ۷۰ دسی‌بل به میزان بیشتری از بی‌ثباتی روانی و افسردگی رنج می‌برند. علاوه بر آن، افرادی که نسبت به صدا آزرده‌تری بیشتری احساس می‌کنند، با مشکلات روانی و جسمی (مانند اختلالات گوارشی) بیشتری نیز روبه‌رو هستند (۳۸). برخی مطالعات نیز مصرف بیشتر داروهای آرام‌بخش و شیوع بالای بستری شدن در بیمارستان‌های روانی را در ساکنین شهرهای پر سر و صدا نسبت به سایر مردم گزارش نموده‌اند (۳۹).

#### گروه‌های خاص در مواجهه با صدا

##### کودکان

امروزه بررسی تأثیر صدا بر جنبه‌های متعدد سلامتی کودکان به‌ویژه در زمینه عملکردهای شناختی، بیش از گذشته مورد توجه محققین قرار گرفته است. کودکان، در مقایسه با بزرگسالان، توانایی محدودتری در پیش‌بینی و کنترل عوامل استرس‌زا دارند و احتمالاً به همین دلیل اثرات غیرشنیداری صدا بر روی آنها شدیدتر است. البته کامل نشدن فرایندهای رشد و تکامل کودکان در هر دو زمینه جسمی و شناختی نیز می‌تواند عامل مضاعفی به حساب آید. بخش عمده مطالعاتی که در مورد تأثیرپذیری عملکردهای شناختی کودکان از سر و صدا انجام شده است، به‌صورت میدانی و بر روی کودکان پیش‌دبستانی و دبستانی می‌باشد. نتایج اینگونه مطالعات حاکی از پایین‌تر بودن توانایی تمرکز (۴۰)، سرعت یادگیری (۴۱)، اختلال در درک مطلب و حافظه بلند مدت (۴۲) در کودکانی که در مدارس پر سر و صدا (مجاور با منابع صوتی از جمله صدای ترافیک شهری، فرودگاهی و ...) درس می‌خوانند نسبت به گروه کنترل می‌باشد. به‌عنوان نمونه، عملکردهای

البته این نتیجه ممکن است تا حدودی به تصور اجتماعی افراد از امکان بروز حادثه نیز مرتبط باشد. آستانه احساس رنجش صوتی محیط‌های اداری در حدود ۵۰ دسی‌بل برآورد شده است (۱۹). باید خاطر نشان کرد که احساس آزرده‌تری شایع‌ترین تأثیر سرو صدا است. اختلال در برقراری ارتباطات کلامی بین افراد، توانایی تمرکز و افت عملکرد از جمله اثراتی هستند که معمولاً در محیط‌های پر سر و صدا دیده می‌شوند و می‌توانند به‌طور مستقیم در بروز خطا و حادثه نقش داشته باشند. بنابراین احساس آزرده‌تری را نباید کم‌اهمیت انگاشت بلکه به‌عنوان هشدار و زنگ خطری برای وقوع خطرات جدی و تهدید کننده سلامتی انسان تلقی نمود.

علاوه بر این، تفاوت‌های فردی نیز در واکنش نسبت به سر و صدا تأثیر دارند. برخی افراد دارای حساسیت شنوایی ویژه‌ای هستند و قادر به تحمل صداهای معمول نیز نمی‌باشند. این دسته از افراد، به صداها توجه بیشتری می‌کنند، بین اصوات مختلف تمایز قائل می‌شوند، آن را نسبت به افراد عادی، غیرقابل کنترل و آزاردهنده‌تر می‌پندارند و واکنش‌های شدیدتری نشان می‌دهند. مدارک موجود موید آن است که میزان رنجش و آزرده‌تری (۳۵)، تعداد ضربان قلب و عکس‌العمل‌های تدافعی بر اساس حساسیت نسبت به صدا افزایش می‌یابد (۳۶). استفلد (Stanfeld) و همکاران (۱۹۸۵) مطالعه‌ای را بر روی ۷۷ زن ساکن در مناطق مواجهه بالا و پایین با صدای هواپیما انجام دادند و در آن به مقایسه اختلالات روانی، شخصیتی آن‌ها و نیز میزان عکس‌العمل به سایر تحریکات حسی پرداختند. آن‌ها دریافتند، علایم روانی، مشکلات روان‌رنجوری و واکنش‌پذیری در زنانی که حساسیت بالاتری نسبت به صدا دارند نسبت به سایر افراد بیشتر است (۳۷).

علیرغم اینکه رابطه میان مواجهه با صدا و بروز بیماری‌های روانی به اثبات نرسیده است، لیکن بر مبنای مستندات موجود می‌توان ادعان داشت که مواجهه طولانی مدت با صدا باعث بروز احساس آزرده‌تری و رنجش می‌شود که در صورت مزمن شدن ممکن است منجر به ایجاد

عروقی در نوبت کاران مواجه شده با سر و صدای بیش از ۸۰ دسی بل گزارش شده است (۴۷). همچنین به نظر می‌رسد عملکرد ذهنی نوبت کاران تحت تأثیر صدا نسبت به نوبت کارانی که در محیط‌های بدون سر و صدا شاغلند افت بیشتری پیدا می‌کند. این افت که شدیداً به نوع وظیفه کاری بستگی دارد، معمولاً در وظایفی که نیاز به هوشیاری و ذخیره اطلاعات دارند با افزایش تعداد خطا و در فعالیت‌های حسی-حرکتی با کاهش چابکی و سرعت عکس‌العمل نمود می‌یابد. نتایج برخی مطالعات نیز مبین شیوع سردرد و غیبت ناشی از کار در میان نوبت کارانی است که مواجهه بیشتری با سر و صدا دارند.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مجموع مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت که شواهد زیادی در مورد اثرات منفی صدا بر فعالیت‌های جسمی و شناختی انسان موجود است. به‌طوریکه اثرات مواجهه با صدای ناشی از هواپیما بر افت عملکرد شناختی، صدای ترافیک جاده‌ای بر افزایش فشار خون و بروز بیماری‌های عروق کرونری قلب و اختلالات خواب متقاعدکننده و پذیرفته شده انگاشته می‌شوند. در مقابل، مستندات مربوط به تغییرات بیوشیمیایی خون تحت تأثیر سر و صدا بسیار محدود و ناکافی بوده و نیازمند انجام تحقیقات بیشتر با تعداد نمونه‌های بزرگ‌تر می‌باشد. علاوه بر موارد فوق، متأسفانه تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر تأثیر صدا بر سلامت روانی بزرگسالان و کودکان به‌صورت آینده‌نگر صورت نگرفته، مدارک قطعی مبنی بر تأثیر مستقیم صدا در ایجاد بیماری‌های روانی در دست نمی‌باشد. مدارک موجود، صرفاً اثر منفی سر و صدای محیط را بر کیفیت زندگی و سطح سلامت روانی افراد محقق می‌سازند. گرچه باید اذعان داشت که ارتباط میان انسان، سر و صدا و بیماری پیچیده‌تر از آن است که بتوان مواجهه با صدا را به‌عنوان تنها عامل بروز بیماری روانی شناخت.

رابطه میان مواجهه با صدا و آزرده‌گی صوتی در مطالعات شغلی به اثبات رسیده است. این ارتباط با افزایش

شناختی دانش آموزان یک مدرسه که در مجاورت یک فرودگاه پرسر و صدا قرار داشت اندازه‌گیری شده و نتایج با بررسی‌هایی که پس از انتقال فرودگاه به نقطه‌ای دیگر انجام شد مقایسه گردید. تحقیق مزبور قویاً بهبود توانایی‌های مذکور در کودکان مطالعه اول و افت عملکرد را در کودکان مجاور فرودگاه جدید تأیید کرد (۴۲). جنبه‌های انگیزشی کودکان نیز ممکن است تحت تأثیر صدا قرار بگیرد. بر اساس مطالعه انجام شده در فرودگاه لس‌آنجلس، مشاهده شد مواجهه با صدای هواپیما، انگیزه حل معما را در کودکان کاهش داده و تمایل به تسلیم شدن را در آن‌ها افزایش می‌دهد (۴۳،۴۴). کودکان نیز هم چون بزرگسالان در مواجهه با صدا احساس رنجش و آزرده‌گی کرده و دچار تغییرات فیزیولوژیکی نظیر افزایش فشار خون سیستولیک و نیز افزایش ترشح هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین می‌شوند. این ادعا در مطالعه اخیر به اثبات رسیده است (۴۱).

### نوبت کاران

امروزه کار کردن در خارج از ساعات معمول کار روزانه (۶ صبح تا ۶ بعدازظهر) بسیار معمول است. نوبت کاران از جمله افرادی هستند که معمولاً به اقتضای برنامه کاریشان دچار مشکلات عدیده‌ای مانند اختلال و کمبود خواب، خستگی مزمن، افت عملکرد شناختی و جسمانی، افزایش خطا و کاهش بهره‌وری می‌شوند که عمدتاً ناشی از برهم خوردن ریتم‌های سیرکادین آنها می‌باشد (۴۵). برخی مطالعات حساسیت بیشتر نوبت کاران به اثرات صدا را نسبت به افراد روز کار نشان داده‌اند. در مطالعه‌ای که اخیراً توسط صارمی و همکاران بر روی ۲۵۴ کارگر روز کار و نوبت کار صورت گرفت، تأثیر ترکیبی مواجهه با صدا و نوبت کاری در بروز خستگی و افت عملکرد تأیید شد (۴۶). مواجهه نوبت کاران با سر و صدا احتمالاً باعث افزایش احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود گرچه هنوز در اثبات این فرضیه مدارک قطعی در دست نیست. به‌عنوان نمونه، افزایش بروز بیماری‌های قلبی-

امروز، مواجهه انسان‌ها با سر و صدا- در محیط‌های شغلی و زندگی- اجتناب‌ناپذیر است، انجام مطالعات بیشتر پیرامون این موضوع می‌تواند علاوه بر پر کردن خلاءهای پژوهشی موجود و غنی کردن گنجینه آگاهی و دانش بشری، گام مهمی در راستای حفظ و ارتقای سلامتی انسان و افزایش رضایتمندی، عملکرد و بهره‌وری انسان و جامعه باشد.

فشار خون نیز تأیید شده است گرچه برای عامل اخیر تاکنون رابطه دوز-پاسخ قطعی ارائه نگردیده است.

با عنایت به مجموع مستندات فوق می‌توان صدا را به‌عنوان عامل زیان آور عمده‌ای به‌شمار آورد. عاملی که با به خطر انداختن جنبه‌های مختلف سلامتی انسان کیفیت زندگی را مورد تهدید قرار می‌دهد. نظر به اینکه در دنیای

## References

- Muzet A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev* 2007; 11(2): 135-42.
- Sazegarnia A, Bahreini Tosi MH, Moradi H. Sound pollution and traffic sound indicators in many main street in Mashhad city for summery rush over. *J Iran Med Physic* 2005; 8: 21-30[Persian].
- Golmohammadi R. Noise and Vibration Engineering. 3<sup>rd</sup> ed., Hamadan, Daneshjoo, 2006 [Persian].
- Motalabi M, Hannani M, Akbari H, Almasi H. Noise pollution in Kashan in 2000-01. *feyz J* 2002; 6(1): 30-36[Persian].
- Mansouri N, Pourmahabadian M, Ghasemkhani M. Road Traffic Noise in Downtown Area of Tehran. *Iranian J Environm Health Sci Eng* 2006; 3(4): 267-72.
- Emamjomeh M, Nikpay A, Safari Variani A. Study of noise pollution in Qazvin (2010). *J Qazvin Univ Med Sci* 2011; 15 (1): 63-70 [Persian].
- Alizadeh A, Mohammadian M, Etemadinejad S, Yazdani J. Evaluation of noise pollution in Sari (2007-2008). *J Mazandaran Univ Med Sci* 2009; 19(69): 45-52 [Persian].
- Griefahn B, Muzet A. Noise induced sleep disturbances and their effects on health. *J Sound Vib* 1978; 59(1): 99-106.
- Saremi M, Grenèche J, Bonnefond A, Rohmer O, Eschenlauer A, Tassi P. Effects of nocturnal railway noise on sleep fragmentation in young and middle-aged subjects as a function of type of train and sound level. *Int J Psychophysiol* 2008; 70(3): 184-91.
- Lukas J.S. Measures of noise level: Their relative accuracy in predicting objective and subjective responses to noise during sleep. EPA report, 1977.
- Passchier-Vermeer W, Vos H, Steenbekkers JHM, Van der poleg F.D, Groothuis-Oudshoorn K. Sleep disturbance and aircraft noise exposure: Exposure effect relationships. *June 2002; TNO Report No.027.*
- Di Nisi J, Muzet A, Ehrhart J, Libert J.P. Comparison of cardiovascular responses to noise during waking and sleeping in humans. *Sleep* 1990; 13(2): 108-20.
- Gitanjali B, Ananth R. Effect of acute exposure to loud occupational noise during daytime on the nocturnal sleep architecture, heart rate, and cortisol secretion in healthy volunteers. *J Occup Health* 2003; 45(3): 146-52.
- Smith A.P, Broadbent D.E. Non-Auditory Effects of Noise at Work: A Reviw of the Literature. Oxford, HSE press, 1991, P 113.
- Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull* 2003; 68(1): 243-57.
- Salame P, Baddeley AD. Disruption of short-term memory by unattended speech: implications for the structure of working memory. *J Verb Learn Verb Behav April* 1982; 21: 150-64.

17. King, RP., Davis, JR. Community noise: health effects and management. *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206(2):123-31.
18. Passchier-Vermeer W, Passchier WF. Noise exposure and public health. *Environ Health Perspect* 2000; 108(suppl 1): 123-31.
19. Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, et al.. Hypertension and exposure to noise near airports: The HYENA study. *Environ Health Perspect* 2008; 116(3): 329-33.
20. Rosenlund M, Berglind N, Pershagen G, Jarup L, Bluhm G. Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occup Environ Med* 2001; 58(12): 769-73.
21. Babisch W, Beule B, Schust M, Kersten N, Ising H. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology* 2005; 16(1): 33-40.
22. Xu X, Niu T, Christiani D.C, Weiss S.T, Zhou Y, Chen C, et al. Environmental and occupational determinants of blood pressure in rural communities in China. *Ann Epidemiol* 1997; 7(2): 95-106.
23. Clark C, Stansfeld S.A. The Effect of Transportation Noise on Health And Cognitive Development: A Review of Recent Evidence. *International Journal of Comparative Psychology* 2007; 20: 145-58.
24. Matsui T, Uehara T, Myakita T, Osada Y, Yamamoto T. Association between blood pressure and aircraft noise exposure around Kadena airfield in Okinawa. In: Boone R, (editor), *Internoise 2001 Proceedings of the 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering*, The Hague, 3: 1577-82.
25. Olaosun A, ogundiran O, Tobih JE. Health Hazards of Noise: A Review Article. *Research Journal of Medical Sciences* 2009; 3(3): 115-22.
26. Selander J, Bluhm G, Nilsson M, Hallqvist J, Theorell T, Willix P et al. Joint effects of job strain and road-traffic and occupational noise on myocardial infarction. *Scand J work Environ Health* 2013; 13(9): 195-203.
27. Tassi P, Rohmer O, Schimchowitsch S, Eschenlauer A, Bonnefond A, Margiocchi F, Poisson F, Muzet A. Living alongside railway tracks: Long-term effects of nocturnal noise on sleep and cardiovascular reactivity as a function of age. *Environ Int* 2010; 36(7): 683-9.
28. Ising H, Gunther T, Haverstadt C, Krause Ch, Market B, Melehert H et al. Study of the quantification of risk for the heart circulatory system associated with noise workers. 1979 Final report, Project 223.212-497, Fed Inst Occup Protection and Accident Res, Berlin.
29. Cavatorta A, Falzoi M, Romanelli A, Cigala F, Ricco M, Bruschi G, et al. Adrenal response in the pathogenesis of arterial hypertension in workers exposed to high noise levels. *J Hypertens Suppl* 1987; 5(5): 463- 6.
30. Nissenbaum MA, Aramini JJ, Hanning ChD. Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise Health* 2012; 14(60): 237-43.
31. Ouis D. Annoyance from road traffic noise: A review. *J Environ psychol* 2001; 21(1): 101-120.
32. Leventhall HG. Low frequency noise and annoyance. *Noise Health* 2004; 6(23):59-72.
33. Schulz TJ. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J Acoust Soc Am* 1978; 64(2): 377-405.
34. Miedema H. Noise and health: How does noise affect us? *Proceedings of Inter-noise* 2001; 1: 3-20.
35. Ohrström E, Björkman M, Rylander R. Noise annoyance with regard to neurophysiological sensitivity, subjective noise sensitivity and personality variables. *Psychol Med* 1988; 18(3): 605-13.
36. Stansfeld S A. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and

- psychophysiological studies. *Psychol Med monogr Suppl* 1992; 22 (suppl) 1-44.
37. Stansfeld S.A, Clark CR, Jenkins LM, Tarnopolsky A. Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychol Med* 1985; 15(2): 243-54.
  38. Hiramatsu K, Yamamoto T, Taira K, Ito A, Nakasone T. A survey on health effects due to aircraft noise on residents living around Kadena airport in the Ryukyus. *Journal of Sound and Vibration* 1997; 205: 451-460.
  39. Cohen S, Evans GW, Stokols D, Krantz DS. Behavior, health and environmental stress. New York, Plenum press, 1986; P 294.
  40. Kryter K.D. The Effects of Noise on Man, 2<sup>nd</sup> ed., Orlando, FL: Academic Press, 1985; P 688.
  41. Bronzaft A.L, McCarthy D.P. The effects of elevated train noise on reading ability. *Environ Behav* 1975; 7(4): 517-27.
  42. Evans G.W, Hygge S, Bullinger M. Chronic noise and psychological stress. *Psychol Sci* 1995; 6(6): 333-8.
  43. Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D. Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children: Moving from the laboratory to the field. *Am Psychol* 1980; 35(3): 231-43.
  44. Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D. Aircraft noise and children: Longitudinal and cross-sectional evidence on adaptation to noise and the effectiveness of noise abatement. *J Pers Soc Psychol* 1981; 40(2): 331-45.
  45. Nurminen T. Female noise exposure, shift work and reproduction. *J Occup Environ Med* 1995; 37(8): 945-50.
  46. Saremi M, Rohmer O, Burgmeier A, Bonnefond A, Muzet A, Tassi P. Combined effects of noise and shift work on fatigue as a function of age. *Int J Occup Saf Ergon* 2008; 14(4), 387-94.
  47. Virkkunen H, Harma M, Kauppinen T, Tenkanen L. The triad of shift work, occupational noise, and physical workload and risk of coronary heart disease. *Occup Environ Med* 2006; 63(6): 378-86.

## Non-auditory Effects Caused by Environmental Noise Pollution

Saremi M., Ph.D.,<sup>1\*</sup> Rezapour T., M.Sc.<sup>2</sup>

1. Assistant professor, Department of Ergonomics, Faculty of Health, Safety and Environment (HSE), Shahid Behesti University of Medical Science, Tehran, Iran.

2. M.Sc. in Ergonomics, Faculty of Health, Safety and Environment (HSE), Shahid Behesti University of Medical Science, Tehran, Iran

\* Corresponding author; e-mail: m.saremi@sbmu.ac.ir

(Received: 4 April 2012      Accepted: 4 Dec. 2012)

### Abstract

Noise pollution is one of the prominent environmental problems affecting human health especially in developing countries. The impacts of noise on health should not be underestimated. Exposure to acoustical stimuli impairs not only the function of auditory system but also that of many other systems of human body. Previous investigations revealed that noise exposure could result in sleep disturbance, cardiovascular diseases, endocrine disorders, cognitive deterioration and mental health problems. Although in an overall view, some of these effects can be more confidently attributed to the noise, but - in other cases - the influence of psychophysiological, social, occupational, personal characteristics, ... is caused to ambiguous points and lack of expected coordination in previous findings. Cardio-vascular and cognitive changes due to noise exposure, particularly in different age and sex groups, are still unclear. Indeed, given the current conditions of simultaneous exposure to noise and other environmental contaminants, especially in large cities, formation of a new field of research based on the potential combined effects should be considered. These serious and chronic non-auditory complaints have recently come under specific scrutiny by investigators. The present study was conducted to review the existed scientific evidences in order to identify the state of the current knowledge about the non-auditory field of noise consequences and to determine the future direction for further researches.

**Keywords:** Environment, Noise adverse effects

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2013; 20(3): 312-325