

Chronic Noise Exposure and Its Impact on Auditory system and Cognitive FunctionsHaghighattalabi A¹, Javanbakht M², Lotfi Y³

- 1- Ph.D Student of Audiology, Department of Audiology, University of Rehabilitation Sciences and Social Health, Tehran, Iran .
- 2- Assistant Professor, Department of Audiology, The Faculty of Audiology, University of Rehabilitation Sciences and Social Health, Tehran, Iran.
- 3- Professor, Department of Audiology, The Faculty of Audiology, University of Rehabilitation Sciences and Social Health, Tehran, Iran

Abstract

Received: 2025.06.01 Accepted: 2025.07.29

Purpose: Noise is one of the environmental pollutants that, in addition to its well-known effects on the peripheral auditory system, can also affect central auditory processing and cognitive functions. This study aimed to investigate the effects of noise on hearing and cognition in individuals exposed to noise, particularly in occupational and urban environments.

Methods: In this review study, a search was conducted in the databases and search engines PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, and Web of Science for articles published between 2000 and 2025. The keywords "Noise," "Cognitive Function," "Central Auditory Processing," and "Hearing Loss" were used for the search. Based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines, and using the Critical Appraisal Skills Programme (CASP) checklist for assessing the quality and validity of the included studies, ten research articles examining the effects of noise on hearing and cognition were selected for review.

Results: The results of the study showed that chronic noise exposure can lead to sensorineural hearing loss, central auditory processing disorders, hidden synaptic damage (hidden auditory synaptopathy), and impairments in cognitive functions such as working memory and attention.

Conclusion: Given the reported effects of noise on auditory and cognitive skills, the need for preventive programs, targeted screening, and rehabilitative interventions for individuals exposed to noise is among the recommendations of this study for future researchs.

Keywords: Noise, Central Auditory Processing, Hearing Loss, Cognitive Function

Corresponding Author: Atlas Haghighattalabi

Email: audiologistatlashaghighat@gmail.com

ORCID: [0009-0003-3953-9310](https://orcid.org/0009-0003-3953-9310)



Copyright © 2025 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Haghighattalabi A, Javanbakht M, Lotfi Y. Chronic Noise Exposure and Its Impact on Auditory system and Cognitive Functions. *JPSR* 2025; 14(3): 80-88. DOI: 10.22038/JPSR.2025.88305.2709

تأثیرات نویز مزمن بر پردازش های شنوایی و عملکردهای شناختی

اطلس حقیقت طلبی^۱، مهنا جوان بخت^۲، یونس لطفی^۳

هدف: نویز یکی از آلاینده های محیطی است که علاوه بر تأثیرات شناخته شده بر سیستم شنوایی محیطی، می تواند بر پردازش شنوایی مرکزی و عملکردهای شناختی نیز اثر بگذارد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات نویز بر شنوایی و شناخت در افراد در معرض نویز به ویژه در محیط های شغلی و شهری انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه مروری، جستجو در پایگاه ها و موتورهای جستجوی Google Scholar, PubMed, Science Direct و Web of Science برای مقالات منتشر شده بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ انجام شد. کلیدواژه های "Noise", "Cognitive Function", "Central Auditory Processing" و "Hearing Loss" برای جستجو استفاده گردید. براساس الگوی موارد گزارش دهی ترجیحی برای مرورهای نظام مند و فراتحلیل ها Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA و ارزیابی کیفیت و اعتبار مطالعات وارد شده با استفاده از چک لیست (Critical Appraisal Skills Programme; CASP)، ۱۰ مقاله پژوهشی که به بررسی اثرات نویز بر شنوایی و شناخت پرداخته بودند، مدنظر قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که مواجهه با نویز مزمن می تواند منجر به کاهش شنوایی حسی عصبی، اختلال در پردازش شنوایی مرکزی، آسیب های سیناپسی مخفی (سیناپتو پاتی شنوایی پنهان) و اختلال در عملکرد های شناختی مانند حافظه کاری و توجه شود.

نتیجه گیری: با توجه به اثرات گزارش شده نویز بر مهارت های شنوایی و شناختی، لزوم تدوین برنامه های پیشگیرانه، غربالگری هدفمند و مداخلات توانبخشی برای افراد در معرض نویز از جمله پیشنهادات این تحقیق برای مطالعات آتی است.

کلمات کلیدی: نویز، پردازش شنوایی مرکزی، افت شنوایی، عملکرد شناختی

نویسنده مسئول: اطلس حقیقت طلبی، audiologistatlashaghighat@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3953-9310

آدرس: تهران، ولنجک، بلوار دانشجو، بن بست کودکان، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، گروه شنوایی شناسی

۱- دانشجوی دکتری، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

۲- استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

۳- استاد گروه شنوایی شناسی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

مقدمه

نویز محیطی و شغلی یکی از مهم ترین آلاینده های غیرشیمیایی در دنیای صنعتی امروز به شمار می آید که اثرات آن صرفاً به آسیب مستقیم به سیستم شنوایی محیطی محدود نمی شود (۱-۳). برخلاف تصور رایج، مواجهه با نویز حتی در سطوح زیر آستانه ناراحتی شنوایی نیز می تواند تغییرات برگشتناپذیری در عملکرد سیستم شنوایی مرکزی و همچنین شناختی به وجود آورد (۳، ۱) در مطالعات حیوانی مشاهده شده است که قرارگیری مزمن در معرض نویز با شدت متوسط می تواند باعث اختلالات بلندمدت در پردازش شنوایی حتی در غیاب کاهش آستانه های شنوایی شود (۱). همچنین نتایج نشان داده اند که مواجهه با نویز باعث اختلال در رمزگذاری

تونوتوپیک صداها و تجزیه ساختارهای زمانی سیگنال های شنیداری در ساقه مغز و قشر شنوایی می شود، که خود نقش مهمی در درک گفتار به ویژه در محیط های نویزی دارد (۴).

در کنار این آسیب ها، تغییرات الکتروفیزیولوژیک در پاسخ های شنوایی نیز گزارش شده اند که حاکی از بروز سیناپتو پاتی حلزونی یا "کاهش شنوایی پنهان" هستند؛ حالتی که در آن، فرد با وجود داشتن آستانه های طبیعی در آزمون های شنوایی، دچار مشکل در پردازش صداها پیچیده یا گفتار در نویز می شود. چنین تغییراتی در آزمون هایی نظیر پاسخ شنوایی ساقه مغز (Auditory Brainstem Response, ABR) یا پتانسیل های برانگیخته پایدار شنیداری (Auditory Steady State)

در ارزیابی این اثرات، و ضرورت توجه به مداخلات پیشگیرانه و توانبخشی ارائه دهد.

روش بررسی

این مطالعه با هدف مرور شواهد علمی درباره اثرات نویز مزمن بر سیستم شنوایی، پردازش شنوایی مرکزی و عملکردهای شناختی طراحی و اجرا شد. جستجوی منابع بر اساس راهنمای Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; PRISMA در چهار پایگاه داده ScienceDirect, PubMed, Web of Science و Google Scholar صورت گرفت. محدوده زمانی جستجو مقالات منتشرشده بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ را شامل می‌شد. برای یافتن مطالعات مرتبط، از ترکیب کلیدواژه‌های «Noise»، «Hearing Loss»، «Central Auditory Processing» و «Cognitive Function» با استفاده از عملگرهای منطقی AND و OR بهره گرفته شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات تجربی انسانی و حیوانی با طراحی مشخص (مقطعی، طولی، تجربی یا شبه‌آزمایشی) بودند که اثرات نویز مزمن (مواجهه مستمر حداقل یک هفته) را بر متغیرهای شنوایی یا شناختی بررسی کرده بودند. مطالعات واردشده می‌بایست دارای گروه کنترل یا شرایط مقایسه‌پذیر بوده و از ابزارهای سنجش معتبر مانند آزمون‌های الکتروفیزیولوژیک (Frequency Following Response; FFR)، (Middle Auditory Latency Evoked Potential; MALEP)، (Auditory Brainstem Response; ABR)، (Otoacoustic Emissions; OAE)، (OAE)، (Evoked Response Potentials; ERP) و (ERP) استفاده کرده باشند. مطالعاتی که طراحی نامشخص داشتند، فاقد گروه مقایسه بودند یا تنها به بررسی ابعاد روان‌شناختی نویز بدون سنجش عملکردهای شنوایی یا شناختی پرداخته بودند، از فرایند تحلیل کنار گذاشته شدند.

در مجموع، ۲۳۷۲۸ مقاله اولیه از طریق پایگاه‌های چهارگانه بازیابی شد که شامل ۶۷ مقاله از PubMed، ۴۱۷۹ مقاله از ScienceDirect، ۱۷۹۰۰ مقاله از

(Response; ASSR) قابل مشاهده‌اند و در برخی موارد حتی با افزایش فعالیت خودبخودی نورونی در ساختارهایی مانند قشر شنوایی و مغز میانی همراه‌اند (۵-۷).

از سوی دیگر، تأثیرات نویز تنها به حوزه شنوایی محدود نمی‌شود. در مطالعات اخیر مشخص شده که مواجهه مزمن با نویز در محدوده شدتی متوسط تا بالا (۷۰ تا ۱۰۰ دسی بل (SPL) Sound Pressure Level) و با فرکانس پایین (۲۰ تا ۱۰۰۰ هرتز) و یا باند پهن (۲ تا ۲۰ کیلوهرتز) و می‌تواند منجر به تغییراتی در ساختار و عملکرد نواحی مغزی مرتبط با شناخت از جمله هیپوکامپ و قشر پیش‌پیشانی شود که با اختلال در حافظه کاری، یادگیری توالی، توجه و سایر عملکردهای اجرایی همراه است (۱۴). در یک مدل حیوانی، مواجهه با نویز منجر به بروز نقایص قابل توجهی در حافظه ترتیب زمانی و تغییرات نوروپلاستیک در قشر پیش‌پیشانی شد (۷). همچنین نویز موجب فعال‌سازی میکروگلیا و اختلال در سازگاری نورونی در نواحی مربوط به حافظه شده است (۸).

در مطالعات انسانی نیز شواهدی از تأثیرات نویز مزمن بر عملکردهای شناختی به‌ویژه در کودکان و سالمندان گزارش شده است. مطالعات اپیدمیولوژیک در زمینه نویز ناشی از ترافیک یا پروازهای هوایی نشان داده‌اند که مواجهه مزمن با نویز می‌تواند با کاهش توجه، تأخیر در خواندن و کسب نمرات پایین‌تر در دوران تحصیل همراه باشد (۶). نویز محیطی نه تنها موجب خستگی شناختی می‌شود، بلکه در صورت تداوم، ممکن است ساختارهای نورونی درگیر در پردازش اطلاعات را نیز تحت تأثیر قرار دهد (۹).

اهمیت این موضوع با توجه به روند فزاینده مواجهه روزانه با نویز در محیط‌های شهری، آموزشی و شغلی بیش از پیش آشکار شده است. به‌ویژه در محیط‌های صنعتی یا فضاهای بسته کنترل‌شده مانند اتاق‌های مانیتورینگ، نویز مداوم می‌تواند علاوه بر تغییرات فیزیولوژیک، منجر به بروز استرس، کاهش تمرکز و اختلال در کارکردهای ذهنی شود (۱۰).

با توجه به موارد یادشده، هدف مقاله حاضر تحلیل مروری و دقیق یافته‌های مطالعات علمی درباره دو محور اصلی اثرات نویز شامل پیامدهای شنوایی و اختلالات شناختی ناشی از مواجهه با نویز است. این مرور بر پایه نتایج مطالعات تجربی انسانی و حیوانی انجام شده و تلاش می‌کند تا تصویری روشن از الگوهای آسیب، آزمون‌های کاربردی

پدیده که با عنوان «کاهش شنوایی پنهان» شناخته می‌شود، به‌ویژه در نوجوانان و بزرگسالان جوانی که به طور مکرر در معرض موسیقی با صدای بلند قرار دارند مشاهده شده است. در یک مطالعه انسانی مشاهده‌ای توسط Grose و همکاران (۷) که بر روی ۳۴ دانشجوی بزرگسال با شنوایی طبیعی انجام شد، مشخص شد که دامنه موج I در ABR در حالی که درک گفتار در آسیب ندیده در افرادی که سابقه شنیدن موسیقی با صدای بلند داشتند کاهش یافته است. این یافته از آسیب در سیناپس‌های بین سلول‌های مویی داخلی و نورون‌های شنوایی حتی پیش از یافتن مشکلات درک گفتار در نویز حکایت دارد. Henry و همکاران (۸) نیز در مطالعه‌ای مشاهده‌ای با ثبت الکتروفیزیولوژیک واحدهای عصبی (Single-Unit Recordings) در هسته حلزونی شکمی (Ventral Cochlear Nucleus; VCN) برای رمزگذاری پوش سیگنال‌های صوتی و ساختارهای زمانی دریافتند که مواجهه مزمن با نویز باعث اختلال در رمزگذاری پوش سیگنال‌های صوتی می‌شود که به نوبه خود، دقت زمانی سیگنال عصبی را کاهش می‌دهد.

در مطالعه دیگر که توسط Prendergast و همکاران (۹) با هدف بررسی افراد جوان با آستانه‌های شنوایی طبیعی اما با سابقه‌ی قرارگیری زیاد در معرض نویز، ۱۲۶ شرکت کننده جوان بین ۱۸ تا ۳۶ سال با آستانه‌های شنوایی نرمال براساس سابقه قرارگیری در به دو گروه با نویز بالا و نویز پایین با استفاده از پرسشنامه مواجهه با نویز در طول عمر (Lifetime Exposure Questionnaire) تقسیم شدند. افراد با سابقه نویز بالا نمرات بالاتر از میانگین کل شرکت کنندگان و افراد با نویز پایین نمرات پایین تر از میانگین کل شرکت کنندگان کسب کردند. افراد با سابقه نویز بالا، دامنه‌ی موج I پایین‌تری نسبت به افراد با سابقه نویز کم، علی‌رغم آستانه شنوایی نرمال، داشتند. این یافته نشانه‌ای از آسیب احتمالی به سیناپس‌های بین سلول‌های مویی داخلی و عصب شنوایی است. برخلاف انتظار، پاسخ-Frequency Following Response; FFR های بین گروه‌ها تفاوت معناداری نداشتند، که ممکن است به دلیل حساسیت کمتر این روش نسبت به ABR یا تفاوت در مسیرهای پردازشی باشد. پاسخ‌های OAE در هر دو گروه تفاوتی نداشتند، که نشان می‌دهد عملکرد سلول‌های

Web of Science و Google Scholar ۱۵۸۲ مقاله از Science بود. پس از حذف مقالات تکراری و غربالگری عنوان و چکیده، ۱۳۴ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب شد. از این میان، بر اساس معیارهای ورود و خروج مطالعه، در نهایت ۱۰ مقاله برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. روند انتخاب مطالعات براساس گایدلاین PRISMA انجام شد. برای ارزیابی کیفیت و اعتبار مطالعات وارد شده، از چک‌لیست CASP استفاده شد. این ابزار که برای ارزیابی مطالعات کمی طراحی شده، شامل سه بخش اصلی است: اعتبار روش‌شناسی، کیفیت گزارش نتایج و قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها. دو پژوهشگر به طور مستقل فرم‌های CASP را برای هر مقاله تکمیل کردند و در موارد اختلاف، نظر داور سوم لحاظ شد. بیشتر مطالعات امتیاز بالای ۸ از ۱۰ را کسب کردند که نشان‌دهنده سطح بالای اعتبار علمی و کیفیت گزارش آن‌ها بود.

داده‌های استخراج‌شده از مطالعات به صورت ساختارمند در جدولی خلاصه شدند و بر اساس محتوای یافته‌ها، دو دسته کلی شامل «اثرات شنوایی نویز» و «اثرات شناختی نویز» شکل گرفت. این رویکرد امکان مقایسه تطبیقی یافته‌ها و تحلیل الگوهای مشترک بین مطالعات انسانی و حیوانی را فراهم کرد. در ادامه شکل روند انتخاب مقالات رسم شده است (شکل ۱).

یافته ها

همان طور که در جدول خلاصه یافته ها که بر اساس معیارهای ورود بیان شده در بخش روش بررسی (جدول ۱) طراحی شده است، نتایج حاصل از مرور مطالعات منتخب، تأثیر نویز مزمن (مواجهه مستمر حداقل یک هفته) را بر عملکرد سیستم شنوایی و همچنین بر عملکردهای شناختی و نورویولوژیک به‌صورت مجزا بررسی کرده‌اند. این یافته‌ها در دو محور اصلی «اثرات شنوایی» و «اثرات شناختی» نویز مزمن طبقه‌بندی می‌شوند.

اثرات شنوایی نویز

شواهد حاصل از بسیاری از مطالعات انسانی نشان می‌دهد که نویز حتی در سطوح زیر آستانه ناراحتی شنوایی، می‌تواند باعث آسیب‌هایی در سیستم شنوایی شود که در آزمون‌های مرسوم ادیومتری قابل تشخیص نیست. این



شکل ۱: روند انتخاب مقالات نهایی مورد استفاده در مرور مطالعات

جدول ۱: خلاصه مطالعات مورد بررسی در حوزه عوارض نویز بر پردازش شنوایی و شناختی

نویسندگان (سال)	نوع مطالعه	جامعه/نمونه	روش/ابزار ارزیابی	یافته های شنوایی	شناختی/عصبی	نتایج
Paciello و همکاران (۱۵)	حیوانی	موش های جوان	آزمون رفتاری، هیستوپاتولوژی	آسیب شنوایی ناشی از نویز	اختلال حافظه فضایی و آسیب هیپوکامپ	نویز باعث نقص در حافظه از طریق آسیب عصبی و شنوایی می شود.
Henry و همکاران (۸)	حیوانی	گربه ها	ثبت الکتروفیزیولوژیک	رمز گذاری غیرطبیعی در قشر شنوایی	اطلاعات مستقیم گزارش نشده است.	نویز رمز گذاری زمانی و فرکانسی را مختل می کند.
Kamerer و همکاران (۱۰)	انسانی	۶۰ فرد بزرگسال	ABR, OAE و تست ادراکی	تغییرات فیزیولوژیک در گوش داخلی	برخی اطلاعات در درک گفتار	ارتباط بین در معرض قرارگیری نویز و کاهش عملکرد شنوایی/شناختی می شود.
Hesse و همکاران (۴)	حیوانی	موش ها	ثبت فعالیت عصبی در مغز میانی	افزایش بیش فعالی عصبی با الگوی غیرخطی	اطلاعات مستقیم گزارش نشده است.	شدت نویز اثر متفاوتی بر فعالیت عصبی دارد.
Chang و همکاران (۱۷)	انسانی	مبتلایان به کم شنوایی ناشی از نویز	پتانسیل های برانگیخته	کاهش دامنه و افزایش تاخیر موج ها	اطلاعات مستقیم گزارش نشده است.	پیشرفت کم شنوایی ناشی از نویز با تغییرات الکتروفیزیولوژیک همراه است.
dos Santos Filha و همکاران (۱۲)	انسانی	کارگران	MLAEP	کاهش دامنه و افزایش تاخیر موج ها	در افراد دارای وزوز تاثیر بیشتر بود.	نویز باعث تغییر پردازش مرکزی شنوایی می شود.
Li و همکاران (۱۶)	حیوانی	موش های بالغ	آزمون حافظه، ایمونوهیستوشیمی	افت شنوایی ناشی از نویز	اختلال در حافظه زمانی، تغییرات در میکروگلیا	کم شنوایی ناشی از نویز باعث تغییرات عصبی در قشر پیش پیشانی می شود.
Kujala و همکاران (۱۳)	انسانی	کارگران صنعتی	ERP, آزمون های شناختی	کاهش حساسیت به صدا	نقص در توجه و پردازش شنیداری	نویز بلندمدت منجر به اختلال پردازش شناختی می شود.
Prendergast و همکاران (۹)	انسانی	جوانان با آستانه شنوایی طبیعی	ABR, آزمون های شناختی	تغییر در نتایج آزمون بدون افت شنوایی قابل ملاحظه	اثر شناختی صریح شناخته نشده است.	قرارگیری در معرض نویز بدون افت شنوایی آشکار ممکن است عملکرد عصبی را مختل کند.
Stamper & Johnson (۵)	انسانی	بزرگسالان با آستانه شنوایی طبیعی	ABR, Frequency Following Response	تغییرات آستانه پاسخ در گوش مقابل به نویز	اثرات شناختی بررسی نشده است.	قرارگیری در معرض نویز حتی بدون افت شنوایی آشکار ممکن است عملکرد شنوایی را تغییر دهد.

اطلاعات دارد. در مطالعه الکتروفیزیولوژیک Kujala و همکاران (۱۳) بر روی ۲۰ کارگر مواجهه یافته مزمن با نویز صنعتی (به مدت ۱۰ سال) و دارای شنوایی نرمال بر اساس ادیومتری تون خالص، پتانسیل های وابسته به رویداد (ERP) ثبت و با گروه کنترل مقایسه شد. نتایج نشان داد که موج N₁ در پتانسیل منفی عدم تطابق (Mismatch Negativity, MMN) که نمایانگر پردازش اولیه و تشخیص خودکار تغییرات محرک شنوایی در سطح قشر اولیه شنوایی در ناحیه تمپورال است در گروه آزمایش به طور معناداری دامنه کمتر و تاخیر بیشتری نسبت به گروه کنترل دارد. در این مطالعه از آزمون شنوایی دایکوتیک برای بررسی رفتاری توانایی توجه انتخابی استفاده شد. دیده شد گروه آزمایش عملکرد ضعیف تری در تمرکز بر روی محرک یک گوش به عنوان هدف و نادیده گرفتن محرک گوش دیگر به عنوان محرک غیرهدف داشتند.

مطالعه Abbasi و همکاران (۱۴) که در یک محیط شبیه سازی شده از اتاق کنترل پالایشگاه انجام شد، ۱۲ شرکت کننده مرد در معرض نویز فرکانس پایین قرار گرفتند. اگرچه این مطالعه ثبت مستقیم EEG انجام نداد، اما نتایج حاصل از آزمون های شناختی و شاخص تغییرپذیری ضربان قلب (Heart Rate Variability, HRV) نشان داد که مواجهه با نویز باعث افزایش تنش روانی و کاهش تمرکز شد. این مطالعه شبه آزمایشی، تأثیرات غیرشنوایی نویز را بر توجه و تمرکز از طریق مکانیسم هایی هم چون تحریک بیش از حد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال، برهم زدن تعادل خودکار عصبی و افزایش تحریک پذیری قشری نشان می دهد.

از دیدگاه نوروبیولوژیک، در مطالعه تجربی Paciello و همکاران (۱۵) بر روی ۶ موش، مواجهه با نویز به مدت ۱۰ روز متوالی با سطح شدت ۱۰۰ دسی بل SPL به مدت ۱ ساعت و پیگیری تا ۷ ماه پس از مواجهه منجر به کاهش سطوح فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز (Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF) و افزایش شاخص های استرس اکسیداتیو (Oxygen Species; ROS) در هیپوکامپ شد. آزمون های رفتاری از جمله Y-maze و T-maze نیز کاهش حافظه فضایی را نشان دادند. مطالعه مشابهی توسط Li و همکاران (۱۶) انجام شد که در آن کاهش حافظه

مویی بیرونی حفظ شده است و آسیب بیشتر در سطح سیناپس ها یا رشته های عصبی است، نه در سلول های حسی حلزون. در مطالعه ای با طراحی مقطعی توسط Kamberer و همکاران (۱۰) بر روی ۶۰ شرکت کننده تأثیر سابقه قرارگیری مزمن در معرض نویز بر شاخص های الکتروفیزیولوژیک و عملکرد شنوایی افراد جوان با آستانه های سالم بررسی شد. نتایج نشان داد که در افرادی که سابقه ی شنیدن مکرر موسیقی با شدت بالا یا مواجهه شغلی/تفریحی با نویز داشتند دامنه موج I در ABR به طور معناداری کاهش یافته که به آسیب در سیناپس بین سلول های مویی داخلی و نورون های آوران دلالت دارد. پاسخ های OAE ناشی از Distortion هم تضعیف شد که می تواند نشان دهنده آسیب در سلول های مویی خارجی باشد. در بخش ادراکی نیز این افراد در آزمون درک گفتار در نویز (Speech in Noise Test; SNT) به ویژه در شرایطی که نسبت سیگنال به نویز پایین بود عملکرد ضعیف تری در مقایسه با گروهی که مواجهه کم با نویز داشتند نشان دادند.

در یک مطالعه انسانی دیگر توسط Chang و همکاران (۱۱)، به بررسی تغییرات موج های ABR در طی زمان در مواجهه با نویز شغلی و محیطی پرداختند. شرکت کنندگان شامل ۲۹ نفر در گروه آزمایشی و ۴۰ نفر گروه کنترل بودند. نتایج نشان داد که با قرار گرفتن در معرض نویز در طی زمان تاخیر امواج I و V افزایش یافته و دامنه آن ها کاهش می یابد. این تغییرات می تواند قبل از آشکار شدن قابل توجه در آستانه های شنوایی تون خالص رخ بدهد.

مطالعه dos Santos Filha و همکاران (۱۲) با ۶۰ شرکت کننده و استفاده از پتانسیل های برانگیخته شنوایی با تأخیر میانی (MLAEP) نیز نشان داد که دامنه موج های Pa و Nb در افراد مواجهه یافته با نویز کاهش یافته و نهفتگی آن ها افزایش یافته است. این یافته ها حاکی از آن است که نویز می تواند سیستم شنوایی مرکزی را نیز تحت تأثیر قرار دهد، حتی زمانی که آستانه شنوایی طبیعی باقی مانده است.

اثرات شناختی نویز

نویز مزمن علاوه بر تأثیرات شنوایی، اثرات قابل توجهی بر عملکردهای شناختی از جمله حافظه، توجه و پردازش

شده‌اند؛ به‌ویژه در مطالعه‌ای که رمزگذاری تونوتوپیک و ساختارهای زمانی سیگنال‌های صوتی در ساقه مغز پس از مواجهه مزمن با نویز، حتی در غیاب افت آستانه مختل شده بود (۱۴-۱۱).

در سطح مرکزی، کاهش دامنه و افزایش تأخیر مؤلفه‌های MLAEP در پاسخ به محرک‌های صوتی، به‌ویژه مؤلفه‌های Pa و Nb، نشان‌دهنده کاهش هم‌زمانی عصبی و اختلال در انتقال اطلاعات در مسیرهای شنوایی مرکزی است. همچنین در قشر شنوایی، شواهدی از افزایش فعالیت خودبخودی نورونی و بروز اختلال در مکانیزم‌های تطابق زمانی گزارش شده است که می‌تواند منشأیی برای وزوز و کاهش توانایی درک گفتار در شرایط پر سر و صدا باشد (۱۲).

از منظر شناختی، نویز مزمن منجر به اختلالاتی در توجه انتخابی، حافظه کاری، پردازش توالی زمانی و انعطاف‌پذیری شناختی می‌شود. در مطالعات انسانی، ثبت پتانسیل‌های وابسته به رویداد (ERP) نشان داده که مواجهه طولانی‌مدت با نویز صنعتی موجب کاهش دامنه موج N1 در مؤلفه Mismatch Negativity شده است که نشانه‌ای از کاهش حساسیت مغز به تغییرات صوتی است. همچنین در آزمون‌های رفتاری مانند شنیدن دایکوتیک، کاهش توانایی تمرکز بر محرک هدف و نادیده‌گیری محرک غیرهدف مشاهده شده است. این اختلالات ممکن است ناشی از تضعیف فعالیت نورونی در نواحی پیش‌پیشانی و تمپورال باشند که در پردازش و کنترل توجه نقش دارند (۲۳، ۲۲).

مطالعات حیوانی نیز مکانیسم‌های زیستی زیربنای این اختلالات شناختی را آشکار ساخته‌اند. برای مثال، مواجهه موش‌ها با نویز شدید باعث کاهش سطح BDNF در هیپوکامپ، افزایش استرس اکسیداتیو، فعال‌سازی میکروگلیا و بروز تغییرات نوروپلاستیک در قشر پیش‌پیشانی شده است. این تغییرات با اختلال در حافظه فضایی و ترتیب زمانی در آزمون‌های رفتاری Y-maze و T-maze همراه بوده‌اند. مکانیسم‌های زیربنایی این اثرات شامل اختلال در تنظیم محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال، افزایش کورتیزول، کاهش نوروترنژ و اختلال در تعادل تحرک و مهار نورونی هستند. این یافته‌ها بیانگر ارتباط نزدیک بین سیستم‌های شنوایی و شناختی در پاسخ به استرس ناشی از نویز هستند (۲۵-۱۹).

ترتیبی و تغییرات نوروپلاستیسیته در قشر پیش‌پیشانی و فعال‌سازی میکروگلیا گزارش شد BDNF عامل حیاتی در حفظ سلامت نورونی، بقای سلول‌های هیپوکامپ و القای Long Term Potentiation; LTP (پایه‌ی سلولی یادگیری و حافظه) است. کاهش BDNF به دنبال مواجهه با نویز، به‌ویژه در نواحی هیپوکامپ و قشر پیش‌پیشانی، می‌تواند منجر به کاهش سیناپتوتونز؛ افت انعطاف‌پذیری سیناپسی و بازایی و تثبیت خاطرات شود افزایش گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species; ROS) در مغز موجب تخریب غشای سلولی و میتوکندری نورون‌ها؛ کاهش کارایی انتقال عصبی؛ و در بلندمدت، تخریب نورونی در نواحی حافظه‌محور مانند هیپوکامپ می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از مرور مطالعات انسانی و حیوانی نشان می‌دهد که نویز مزمن، حتی در سطوح زیر آستانه آسیب شنوایی، می‌تواند تغییرات قابل توجهی در عملکرد سیستم شنوایی محیطی، مرکزی و نیز عملکردهای شناختی ایجاد کند (۱۸). برخلاف دیدگاه سنتی که نویز را صرفاً عامل افت آستانه‌های شنوایی در سطح محیطی می‌دانست، شواهد کنونی نشان می‌دهند که نویز با ایجاد اختلال در رمزگذاری عصبی، انتقال سیناپسی، و تنظیمات نوروبیولوژیکی گسترده‌تر، ممکن است پیامدهایی فراتر از شنوایی صرف به همراه داشته باشد (۱۷).

در حوزه شنوایی، نتایج چندین مطالعه انسانی با استفاده از آزمون‌های الکتروفیزیولوژیک مانند ABR، FFR و MLAEP حاکی از آن است که مواجهه مکرر با نویز، به‌ویژه در بزرگسالان جوانی که سابقه شنیدن موسیقی با صدای بلند یا مواجهه شغلی با نویز دارند، منجر به کاهش دامنه موج I در ABR و افزایش نهفتگی پاسخ‌ها می‌شود. این تغییرات در شرایطی رخ می‌دهند که آستانه‌های شنوایی در ادیومتری طبیعی باقی مانده‌اند و OAE نیز سالم گزارش می‌شوند، که بیانگر سالم بودن سلول‌های مویی خارجی و وجود آسیب در سطح سیناپس‌های بین سلول‌های مویی داخلی و نورون‌های آوران عصب شنوایی است. این نوع آسیب که تحت عنوان "کاهش شنوایی پنهان" یا Cochlear Synaptopathy شناخته می‌شود، اختلالاتی در پردازش گفتار، به‌ویژه در محیط‌های نویزی، ایجاد می‌کند. یافته‌های مشابهی در مدل‌های حیوانی نیز مشاهده

یافته‌ها ضرورت بازنگری در معیارهای مواجهه ایمن با نویز و طراحی مداخلات پیشگیرانه و توانبخشی جامع را برجسته می‌سازد. توجه به ارتباط متقابل میان سیستم‌های شنوایی و شناختی، می‌تواند مسیر جدیدی برای ارتقاء سلامت عمومی، به‌ویژه در محیط‌های پر نویز شهری، شغلی و آموزشی فراهم سازد.

سیاسگزاری

از مدیرگروه و اساتید محترم گروه شنوایی شناسی دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نقش نویسندگان

اطلس حقیقت طلبی: ایده پردازی، گردآوری مقالات و نگارش

مهنا جوان بخت: ایده پردازی، ویرایش و تایید مقاله
یونس لطفی: تایید مقاله

منابع مالی

ندارد

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

منابع

1. Pienkowski M, Eggermont JJ. Reversible long-term changes in auditory processing in mature auditory cortex in the absence of hearing loss induced by passive, moderate-level sound exposure. *Ear Hear* 2012; 33(3): 305-314.
2. Norena AJ, Eggermont JJ. Changes in spontaneous neural activity immediately after an acoustic trauma: implications for neural correlates of tinnitus. *Hear Res* 2003; 183(1-2): 137-153.
3. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *J Neurosci* 2009; 29(45): 14077-14085.
4. Hesse LL, Bakay W, Ong HC, Anderson L, et al. Non-monotonic relation between noise exposure severity and neuronal hyperactivity in the auditory

با وجود تأکید بر نقش BDNF و استرس اکسیداتیو، مسیرهای عصبی دقیقی که آسیب شنوایی را به تخریب نورونی در هیپوکامپ مرتبط می‌سازند، هنوز به‌طور تجربی شناسایی نشده‌اند. مطالعات معدودی به بررسی مستقیم اتصالات ساختاری یا عملکردی بین هسته‌های شنوایی (مانند جسم زانویی داخلی یا قشر شنوایی اولیه) و هیپوکامپ پرداخته‌اند. همچنین، بررسی‌های الکتروفیزیولوژیک هم‌زمان از قشر شنوایی و هیپوکامپ در مواجهه با نویز، بسیار محدودند (۱، ۲، ۱۵، ۱۶).

با وجود همسویی کلی نتایج مطالعات انسانی و حیوانی، محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. بیشتر مطالعات انسانی از نوع مقطعی هستند و امکان بررسی روند علی و زمانی آسیب را فراهم نمی‌کنند. همچنین در مطالعات انسانی، تفاوت در ابزارهای اندازه‌گیری، معیارهای تعریف شدت و مدت مواجهه با نویز، و نبود ارزیابی هم‌زمان عملکردهای شنوایی و شناختی، مانع از دستیابی به نتیجه‌گیری‌های جامع‌تر می‌شود. از سوی دیگر، مدل‌های حیوانی با وجود امکان بررسی دقیق تغییرات سلولی و مولکولی، کنترل متغیرها، دسترسی به ساختارهای عصبی خاص هم چون کولیکولوس تحتانی و ثبت مستقیم نورون‌ها محدودیت‌هایی در تعمیم‌پذیری به شرایط انسانی به دلیل تفاوت در آستانه‌ها و محدوده‌های شنوایی و هم‌چنین محدودیت در سنجش عملکردهای شناختی پیچیده دارند.

با توجه به این موارد، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده با طراحی‌های طولی و چندبعدی انجام شوند که در آن‌ها شاخص‌های شنوایی محیطی، مرکزی، شناختی و زیستی به‌صورت هم‌زمان بررسی گردند. استفاده از ابزارهای دقیق‌تر مانند ثبت FFR، ERP با وضوح بالا، و تصویربرداری عصبی عملکردی، در کنار سنجش شاخص‌های زیستی مانند BDNF، گونه‌های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species; ROS)، کورتیزول و تغییرات میکروگلیا، می‌تواند در درک بهتر مسیرهای آسیب مفید واقع شود. همچنین تدوین پروتکل‌های غربالگری مبتنی بر عملکرد، نه صرفاً آستانه‌های شنوایی، برای شناسایی آسیب‌های پنهان ضروری است.

در جمع بندی، شواهد حاصل از این مرور نشان می‌دهد که نویز مزمن تأثیرات گسترده‌ای بر عملکرد سیستم شنوایی و شناختی دارد و این اثرات نه‌تنها در سطح محیطی، بلکه در سطح مرکزی و نوروبیولوژیک نیز رخ می‌دهند. این



- midbrain. *Front Neurol* 2016; 7: 133.
5. Stamper GC, Johnson TA. Auditory function in normal-hearing, noise-exposed human ears. *Ear Hear* 2015; 36(2): 172-184.
 6. Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, Lopez-Barrio I, et al. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *Lancet* 2005; 365(9475): 1942-1949.
 7. Grose JH, Buss E, & Hall JW, et al. Loud music exposure and cochlear synaptopathy in young adults. *Trends Hear* 2017; 21: 2331216517737417.
 8. Henry KS, Kale S, Heinz MG. Distorted tonotopic coding of temporal envelope and fine structure with noise-induced hearing loss. *J Neurosci* 2016; 36(7): 2227-22237.
 9. Prendergast G, Guest H, Munro KJ, Kluk K, et al. Effects of noise exposure on young adults with normal audiograms I: Electrophysiology. *Hear Res* 2017; 344: 68-81.
 10. Kameron AM, Brown AD, & Kopun, et al. Examining physiological and perceptual consequences of noise exposure. *J Acoust Soc Am* 2019; 146(5): 3947-3959.
 11. Chang, YS, Lee JH, Kim HJ, & Park M. Electrophysiological Changes Associated with the Progression of Noise-Induced Hearing Loss. *J Int Adv Otol* 2023; 19(6): 485-492.
 12. dos Santos Filha VA, Samelli AG, Matas CG. Middle latency auditory evoked potential (MLAEP) in workers with and without tinnitus who are exposed to occupational noise. *Med Sci Monit* 2015; 21: 2701-2707.
 13. Kujala T, Shtyrov Y, Winkler I, Saher M, et al. Long-term exposure to noise impairs cortical sound processing and attention control. *Psychophysiology* 2004; 41(6): 875-381.
 14. Abbasi AM, Motamedzade M, Aliabadi M, Golmohammadi R, & Tapak L. Study of the physiological and mental health effects caused by exposure to low-frequency noise. *Build Acoust* 2018; 25(3): 233-248.
 15. Paciello F, Podda MV, Rolesi R, Cocco F, et al. Noise-induced auditory damage affects hippocampus causing memory deficits. *Neurobiol Dis* 2023; 178: 106024.
 16. Li Q, Kang X, Wang L, Wang Y, & Yang L. Adult mice with noise-induced hearing loss exhibited temporal ordering memory deficits. *Neurobiol Dis* 2023; 183: 106181.
 17. Shi L, Chang Y, Li X, Aiken S, et al. Cochlear synaptopathy and noise-induced hidden hearing loss. *Neural Plast* 2016; 2016: 6143164.
 18. Perugia E, Plack CJ, Stone MA. Low-sound-level auditory processing in noise-exposed adults. *Hear Res* 2021; 409: 108309.
 19. Doosti A, Lotfi Y, Moossavi A, Bakhshi E, et al. Comparison of the effects of N-acetyl-cysteine and ginseng in prevention of noise induced hearing loss in male textile workers. *Noise Health* 2014; 16(71): 223-227.
 20. Doosti A, Lotfi Y, Bakhshi E. Effects of hyperlipidemia on noise induced hearing loss (NIHL). *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2016; 68: 211-213.
 21. Shokuhifar G, Javanbakht M, Vahedi M, Mehrkian S, Aghadoost A. The relationship between speech in noise perception and auditory working memory capacity in monolingual and bilingual adults. *Int J Audiol* 2024; 28: 1-8.
 22. Hsu WC, Wu HP, Liu TC. Objective assessment of auditory thresholds in noise-induced hearing loss using steady-state evoked potentials. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2003; 28(3): 195-198.
 23. Zhou X, Merzenich MM. Environmental noise exposure degrades normal listening processes. *Nat Commun* 2012; 3(1): 843.
 24. Coles RR, Lutman ME, Buffin JT. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2000; 25(4): 264-273.
 25. Stansfeld S, Clark C, Smuk M, Gallacher J, Babisch W. Road traffic noise, noise sensitivity, noise annoyance, psychological and physical health and mortality. *Environ Health* 2021; 20(1): 1-5.