

مواجهه با آلودگی صوتی در دوران بارداری و ضرورت بازنگری در استانداردهای سلامت محیط

محبوبه حجتی^۱، صاحب جان ترکیان^۲

خلاصه سیاستی

خلاصه اجرایی

ناهنجاری‌های مادرزادی از عوامل اصلی مرگ و میر و معلولیت نوزادان در جوامع بشری است که ریشه در عوامل ژنتیکی و محرک‌های محیطی دارند. یافته‌های حاصل از مرور سیستماتیک روی بیش از یک و نیم میلیون شرکت‌کننده در سطح جهان، نشان می‌دهد مواجهه زنان باردار با آلودگی صوتی به ویژه در سطوح بیش از ۸۰ دسی‌بل، خطر بروز ناهنجاری‌های مادرزادی ساختاری را تا ۶۸ درصد افزایش می‌دهد. این مطالعه با متآنالیز ۱۱ پژوهش، تایید می‌کند نویز محیطی و شغلی از طریق فعال‌سازی سیستم استرس مادر و اختلال در فرایندهای رشد جنینی، پتانسیل آسیب‌رسانی جدی به سلامت نسل آینده را دارد. البته با وجود اینکه ارتباط معناداری بین آلودگی صوتی با نقص‌های قلبی مشاهده نشده است اما تأثیر سوء بر سایر اندام‌ها، ضرورت مداخله سیاست‌گذاران حوزه سلامت و محیط زیست برای حمایت از اهداف جوانی جمعیت را نشان می‌دهد. بر این اساس راهکارهای سیاستی برای مقابله با این چالش شامل «ادغام غربالگری مواجهه با نویز در مراقبت‌های اولیه بارداری»، «اصلاح قوانین حفاظتی در محیط‌های کار صنعتی» و «اجرای ضوابط مهندسی صوت در بافت‌های شهری» ارائه شد. اجرای این راهبردها می‌تواند ضمن کاهش بار مالی تحمیل شده بر نظام سلامت ناشی از درمان معلولیت‌ها، به بهبود امنیت زیستی مادران در دوران حساس بارداری و ارتقای شاخص‌های سلامت منجر شود.

واژگان کلیدی: آلودگی صوتی؛ بارداری؛ ناهنجاری‌های مادرزادی؛ نظام سلامت؛ خلاصه سیاستی

ارجاع: حجتی محبوبه، ترکیان صاحب‌جان. مواجهه با آلودگی صوتی در دوران بارداری و ضرورت بازنگری در استانداردهای سلامت محیط. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۶۱): ۷۰۶-۷۱۰.

توصیف مسأله

هورمون‌های استرس مانند کورتیزول، فرآیندهای حیاتی اندام‌زایی جنین را مختل کند. این پاسخ‌های فیزیولوژیک با ایجاد استرس اکسیداتیو و اختلال در خون‌رسانی جفتی، خطر بروز نقایص ساختاری از جمله شکاف‌های دهانی صورتی و ناهنجاری‌های اسکلتی را به طور معناداری افزایش می‌دهند (۶). با توجه به اینکه آرزوی داشتن فرزند سالم از محرک‌های اصلی پایداری خانواده و جوانی جمعیت است، عدم موفقیت در تامین امنیت محیطی بارداری، منجر به نگرانی و آسیب به سلامت روان زوجین و فشارهای اقتصادی بر نظام‌های بهداشتی و درمانی می‌شود (۷، ۸). یافته‌های اخیر از مرور سیستماتیک بیش از یک و نیم میلیون شرکت‌کننده نشان می‌دهد آلودگی صوتی، خطر ابتلا به ناهنجاری‌های مادرزادی را تا ۶۸ درصد افزایش می‌دهد (۶) که این امر لزوم توجه به سیاست‌های حمایتی متمرکز بر دوره

ناهنجاری‌های مادرزادی به عنوان اختلالات ساختاری یا عملکردی که در طول زندگی داخل رحمی ایجاد می‌شوند از مسائل مهم سلامت عمومی در جهان و عامل اصلی مرگ و میر نوزادان و معلولیت‌های مزمن در مراحل بعدی زندگی هستند (۱، ۲). با وجود اینکه حدود ۵۰ درصد از علل این ناهنجاری‌ها همچنان ناشناخته باقی مانده است، اما شواهد علمی بر نقش تعیین‌کننده‌ی تعامل عوامل ژنتیکی و محرک‌های محیطی تأکید دارند (۳، ۴). در این بین، آلودگی صوتی از دسته آلاینده محیطی و شغلی فراگیر که رو به افزایش و تأثیرگذار بر سلامت جسمی روانی افراد است، نیازمند سیاست‌گذاری به روز است (۵). مواجهه زنان باردار با نویز محیطی به ویژه در سطوح بالاتر از ۸۰ دسی‌بل، می‌تواند از طریق فعال‌سازی محور هیپوتالاموس هیپوفیز آدرنال و افزایش سطح

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- مرکز تحقیقات پزشکی قانونی، سازمان پزشکی قانونی کشور، تهران، ایران

۳- مرکز تحقیقات تغذیه و امنیت غذایی، گروه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: صاحب جان ترکیان - مرکز تحقیقات تغذیه و امنیت غذایی، گروه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: sahebajantorkian@gmail.com

محاسبه نمودند و به شناسایی ریسک ۶۸ درصدی ناهنجاری‌های جنینی منجر شد. در مرحله‌ی بعد با توجه به چالش‌های شناسایی شده و با نشست خبرگان در تخصص‌های مرتبط، گزینه‌های سیاستی به عنوان راهبرد عملیاتی برای کاهش ناهنجاری‌های مادرزادی ناشی از آلودگی صوتی ارائه شد. در ادامه، برای بررسی گزینه‌های سیاستی از مدل‌های تحلیل ذینفعان و ارزیابی موانع اجرایی استفاده شد. در این تحلیل، برای هر گزینه، ذینفعان مرتبط شناسایی و موضع احتمالی آنان بر اساس منافع، ارزش‌ها و محدودیت‌های شناخته‌شده پیش‌بینی شد. همچنین، چالش‌های اختصاصی که ذینفعان در مواجهه با اجرای گزینه ممکن است تجربه کنند، استخراج گردید. سپس، هر گزینه بر اساس معیارهای عملی تحلیل شد و الزامات اجرایی، موانع اجرایی، و مزایا و معایب هر گزینه به طور نظام‌مند فهرست شدند. در نهایت، گزینه‌ها طبق ویژگی‌هایی چون فوریت، امکان‌پذیری اجرا و هزینه-فایده نسبی اولویت‌بندی مورد اولویت‌بندی قرار گرفتند.

یافته‌ها

گزینه‌های سیاستی برای کاهش ناهنجاری‌های مادرزادی ناشی از آلودگی صوتی، در جداول ۱ و ۲ ارائه شد.

بارداری را ضروری می‌نماید (۹)؛ بنابراین تدوین دستورالعمل‌های پایش نویز در محیط‌های مسکونی و شغلی زنان باردار، بایستی در اسناد سیاستگذاری سلامت و صیانت از جمعیت اقدامی اولویت‌دار باشد.

روش اجرا

این سند سیاستی با استفاده از یافته‌های مرور نظام‌مند و متآنالیز انجام شد (۶). فرایند گردآوری داده در مرور سیستماتیک در پایگاه‌های داده‌ای بین‌المللی شامل Web of Science، Medline، Embase و Scopus و بر اساس کلمات کلیدی مرتبط با آلودگی صوتی در دوران بارداری و ناهنجاری‌های مادرزادی انجام شد. دو پژوهشگر به طور مستقل و با استفاده از دستورالعمل‌های استاندارد پریزما به غربالگری مقالات پرداخته و کیفیت روش‌شناسی مطالعات را با استفاده از چک‌لیست ارزیابی انتقادی موسسه جی‌بی‌آی مورد سنجش قرار دادند. از بین مستندات جستجو شده، در نهایت ۱۱ مطالعه کیفی و ۹ مطالعه وارد مرحله متآنالیز شدند که مجموعاً داده‌های مربوط به بیش از یک و نیم میلیون شرکت‌کننده را پوشش می‌دادند. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار استاتا، نسبت‌های شانس تعدیل شده برای تخمین اثر آلودگی صوتی بر پیامدهای بارداری را

جدول ۱. ارزیابی گزینه‌های سیاستی برای کاهش ناهنجاری‌های مادرزادی ناشی از آلودگی صوتی

گزینه‌های سیاستی	الزامات اجرایی	موانع اجرایی	مزایا	معایب
اصلاح آیین‌نامه‌های حفاظت فنی و بهداشت کار برای بارداران	بازبینی قانون کار، الزام به تغییر واحد کاری زنان باردار شاغل در محیط‌های با نویز کمتر از ۸۰ دسی‌بل	مقاومت صنایع به دلیل هزینه‌های تامین نیروی جایگزین، دشواری نظارت بر کارگاه‌های کوچک	پیشگیری ریسک ناهنجاری‌های ساختاری جنین، ارتقای امنیت شغلی و جوانی جمعیت	هزینه‌های اقتصادی کوتاه‌مدت برای کارفرمایان بخش خصوصی
توسعه زیرساخت‌های عایق صوتی در مناطق مسکونی پرخطر	نصب دیوارهای صوتی در بزرگراه‌ها، اصلاح ضوابط صدور پروانه ساختمانی در مجاورت کانون‌های نویز	بودجه‌های کلان عمرانی، دشواری هماهنگی بین شهرداری و وزارت راه، زمان‌بر بودن اصلاح بافت فرسوده	کاهش پایدار استرس محیطی جامعه، محافظت از زنان باردار در مناطق ترافیکی، بهبود کیفیت زیست شهری	هزینه‌های قابل توجه پروژه‌های مهندسی صوت در سطح کلان‌شهر
در نظر گرفتن پروتکل غربالگری محیطی در مراقبت‌های اولیه بارداری	آموزش کادر مامایی، تجهیز مراکز بهداشت به دستگاه‌های پایش صوت، ثبت شاخص نویز در سامانه سب	حجم کاری زیاد مراقبان سلامت، کمبود بودجه برای تجهیزات پایش هوشمند در تمام مناطق	شناسایی زودهنگام گروه‌های پرخطر، احتمال ایجاد استرس روانی در ارتقای سواد سلامت محیطی مادران با کمترین هزینه	مادر در صورت نبود امکان جابجایی محل سکونت
آموزش عمومی و ترویج رفتارهای حفاظتی فردی	همکاری رسانه ملی، تولید محتوای آموزشی در فضای مجازی، آموزش محدودیت دسترسی اقشار آسیب‌پذیر خودکنترلی محیطی، استفاده از وسایل حفاظت فردی	دشواری در تغییر باورهای فرهنگی، به آموزش‌های تخصصی	افزایش توانمندی خانواده‌ها در ناهنجاری‌های خانگی	اثربخشی کمتر نسبت به در بلندمدت

جدول ۲. تحلیل الگوی اجرایی گزینه‌های سیاستی برای کاهش ناهنجاری‌های مادرزادی ناشی از آلودگی صوتی

گزینه‌های سیاستی	ذینفعان اصلی	موضع احتمالی	چالش‌های ذی‌نفعان	زمان	تسهیل‌کننده‌ها
اصلاح آیین‌نامه‌های حفاظت فنی و بهداشت کار برای بارداران	وزارت کار، وزارت بهداشت، تامین اجتماعی، کارفرمایان	حمایت‌کننده (دولت)؛ نگران (صنایع)	خطر کاهش تمایل به استخدام زنان، چالش‌های بازرسی و جریمه‌های انضباطی	میان‌مدت (۲ تا ۳ سال)	ارائه معافیت‌های مالیاتی به کارفرمایان حامی سلامت جنین، حمایت بیمه‌ای
توسعه زیرساخت‌های عایق صوتی در مناطق مسکونی پرخطر	شهرداری‌ها، وزارت راه و شهرسازی، سازمان محیط زیست	ممتنع تا موافق (بسته به تخصیص بودجه)	تضاد با منافع پیمانکاران، اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی رقیب، تورم هزینه‌های تجهیزات	بلندمدت (۵ سال به بالا)	استفاده از نقشه‌های صوتی دیجیتال، تخصیص عوارض آلاینده‌گی به دیوارهای صوتی
تعریف پروتکل غربالگری محیطی در مراقبت‌های اولیه بارداری	دانشگاه‌های علوم پزشکی، پرسنل بهداشت، زنان باردار	خیلی حمایت‌کننده (بهداشت)	کمبود زمان مشاوره در مراکز شلوغ، دشواری پایش دقیق میزان مواجهه ذهنی مادر	کوتاه‌مدت (۱ سال)	طراحی اپلیکیشن‌های موبایل برای سنجش نویز محیطی توسط خود مادر
آموزش عمومی و ترویج رفتارهای حفاظتی فردی	صدا و سیما، سمن‌های سلامت، انجمن‌های مامایی و زنان	حمایت‌کننده	محدودیت بودجه تولید برنامه‌های تخصصی، تابوهای فرهنگی در برخی مناطق	کوتاه‌مدت (کمتر از ۱ سال)	جلب مشارکت خیرین سلامت، استفاده از ظرفیت شبکه‌های اجتماعی نخبگان

برآیند این چالش‌ها و ظرفیت‌های موجود، اولویت‌بندی گزینه‌های سیاستی نشان می‌دهد در نظر گرفتن پروتکل‌های غربالگری نویز در نظام شبکه بهداشتی به دلیل هزینه کمتر و بهره‌گیری از ساختار موجود، اقدامی در دسترس و در اولویت اول می‌تواند باشد. در مرحله بعد، اصلاح قوانین ایمنی محیط کار و الزامات حفاظتی برای زنان باردار، به دلیل توانایی کاهش خطر ناهنجاری‌های مادرزادی در مواجهه‌های بالای ۸۰ دسی‌بل ضرورتی مهم است که بایستی در قانون توجه سیاستگذاران حوزه‌ی سلامت و کار قرار گیرد. راهکارهای مهندسی شهری و آموزش عمومی نیز، اقدامات تکمیلی ضروری در بازه‌های زمانی بلندمدت هستند.

نتیجه‌گیری

این سند سیاستی، با توجه به یافته‌های مطالعه مرور سیستماتیک تدوین شد که طبق آن، مواجهه با آلودگی صوتی در دوران بارداری و مدیریت عوارض و پیامدهای منفی آن، نیازمند توجه سیاستگذاران با گزینه‌های پیشنهادی و عملیاتی برای اجرا شناسایی شد. در این خصوص، ضمن ارائه و تحلیل گزینه‌های سیاستی برای کاهش ناهنجاری‌های مادرزادی ناشی از آلودگی صوتی، کاهش نرخ معلولیت‌های مادرزادی به عنوان رویکردی پیشگیرانه در نظر گرفته شد؛ به طوری که وزارت بهداشت، با تعریف پایش‌های محیطی در نظام مراقبت‌های اولیه بارداری و وزارت کار، با اصلاح قوانین حمایتی برای انتقال شغلی زنان باردار دستیابی به هدف را میسر نمایند. اتخاذ این تدابیر و اعمال ضوابط استاندارد مهندسی صوت، در بافت‌های مسکونی مجاور کانون‌های نویز نیز می‌تواند ریسک ناهنجاری‌های جنینی را کاهش داده و با تأمین امنیت زیستی مادر و جنین، به بهبود

بحث

شواهد حاصل از مرور سیستماتیک نشان داد، مواجهه با آلودگی صوتی در دوران بارداری، با افزایش ۶۸ درصدی خطر ناهنجاری‌های مادرزادی همراه است. این یافته، ضرورت بازنگری در استانداردهای فعلی سلامت محیط و کار را نمایان نمود. اگرچه ارتباط معنادار آماری بین نویز و نقص‌های قلبی در متاآنالیز داده‌ها مشاهده نشد، اما قدرت شواهد در مورد سایر ناهنجاری‌های ساختاری به ویژه در مواجهه با صداهای بالای ۸۰ دسی‌بل، حاکی از لزوم توجه ویژه سیاستگذاران به این امر را دارد. در شرایطی که سیاست‌های کلان کشور بر حمایت از خانواده و صیانت از جوانی جمعیت متمرکز است، این سند چهار راهبرد شامل «اصلاح قوانین کار و استانداردهای شغلی بارداری، مدیریت نویز محیطی در توسعه‌های شهری، در نظر گرفتن غربالگری در نظام شبکه بهداشتی، آگاه‌سازی عمومی و مسئولیت اجتماعی» را پیشنهاد نمود. در مورد اصلاح قوانین کار و حفاظت فنی، موانع اقتصادی کارفرمایان و نگرانی از کاهش بهره‌وری زنان باردار در خطوط تولید پرمصرف بر جسته است که می‌تواند منجر به مقاومت در جابجایی شغلی یا حتی محدودیت فرصت‌های استخدامی برای زنان در سنین باروری شود. در حوزه زیرساخت‌های شهری نیز هزینه‌های قابل توجه مهندسی صوت و لزوم هماهنگی بین بخشی بین شهرداری‌ها و وزارت راه از موانع ساختاری است که اجرای طرح‌های بلندمدت عایق‌بندی صوتی را کند می‌کند. همچنین در سطح مراقبت‌های بهداشتی، کمبود تجهیزات پایش نویز و محدودیت زمان مشاوره در مراکز خدمات جامع سلامت مانعی برای ثبت دقیق داده‌های مواجهه محیطی مادران است و این امر نیازمند بازنگری در بسته‌های خدمتی فعلی و آموزش تخصصی پرسنل است. با تحلیل

کیفیت سلامتی و زندگی نسل‌های آینده کمک کند.

حمایت مالی کمیته تحقیقات دانشجویی معاونت تحقیقات و فناوری این دانشگاه با کد مصوب ۱۴۰۲۱۳۷ و همکاری سازمان پزشکی قانونی به انجام رسیده است. بدین وسیله از زحمات کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و سازمان پزشکی قانونی تقدیر و تشکر می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از طرح تحقیقاتی مقطع دکترا رشته اپیدمیولوژی می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به تصویب رسیده و با

References

1. Roudpeima Sh, Behjati F, Farideh Sh. Congenital anomalies in neonates: a review article. Journal of Medical Research Sarem (degree Sarem in reproductive medicine), 2021, 26(2): 125-31.
2. Khademvamsani V, Ebrahimi F, Ahmadiania H, Tabatabaei S Z. Evaluating the Prevalence of Congenital Anomalies in Neonatal Live Births in Rafsanjan [in Persian]. TB 2023; 22(2): 74-84.
3. Vincens N, Persson Wayne K. Occupational and environmental noise exposure during pregnancy and rare health outcomes of offspring: a scoping review focusing on congenital anomalies and perinatal mortality. Rev Environ Health 2023; 38(3): 423-38.
4. Hojati M, Mostafavi F, Feizi A, Izadi SJlbj. Factors Influencing Childlessness and Single-Child Families in Isfahan Province: A Population-Based Study. IBJ 2024; 28(7): 38.
5. Mahmudi M. The impact of noise pollution in workplace on productivity and mental health of employees: investigation of new management and technological solutions. 4th International Conference on Health, Safety and Environment; 2022 May 20. [in Persian]
6. Hojati M, Hosseini M, Kouh Kan E, Maghzi P, Riahi R. Title of the article: Noise Pollution During Pregnancy and Congenital Issues: Systematic Review and Meta-Analysis.[Thesis]. Isfahan, Iran: Isfahan University of Medical Sciences; 2026. [in Persian]
7. Samouei R, Haddadi M, Sadeghi R, Rabiei-Dastjerdi H, Mohammadi-Sefiddashti F. Determinants of fertility and childbearing: a scoping review [in Persian]. J Health Syst Res 2025; 22(1): 1-20.
8. Torkian VS, Zamani AF, Heidari Z, Shoushtari ME. Fertility desire: Facilitators and inhibitors [in Persian]. Payesh 2019; 18(3): 241-9.
9. Hojati M, Torkian S. Policies to Reorganize Population Strategies Focusing on the Role of Health Workers [in Persian]. J Isfahan Med Sch 2026; 43(839): 1515-20.

Exposure to Noise Pollution During Pregnancy and the Necessity of Revising Environmental Health Standards

Mahboubeh Hojati^{1,2}, Sahebjan Torkian³

Policy Brief

Executive Summary

Congenital anomalies are among the leading causes of neonatal mortality and disability in human societies, rooted in both genetic factors and environmental triggers. Findings from a systematic review of over 1.5 million participants worldwide indicate that maternal exposure to noise pollution, particularly at levels exceeding 80 decibels, increases the risk of structural congenital anomalies by up to 68%. This meta-analysis of 11 studies confirms that environmental and occupational noise through the activation of maternal stress systems and the disruption of fetal developmental processes possesses the potential to cause serious harm to the health of future generations. Although no significant association was observed between noise pollution and cardiac defects, the adverse effects on other organs underscore the urgent need for intervention by health and environmental policymakers to support population growth and "youthful population" objectives. Accordingly, policy strategies proposed to address this challenge include "integrating noise exposure screening into primary prenatal care," "revising protective regulations in industrial workplaces," and "implementing acoustic engineering standards in urban fabrics." Implementing these strategies can reduce the financial burden on the health system associated with disability treatments while enhancing the biological security of mothers during the critical period of pregnancy and improving overall health indicators.

Keywords: Noise Pollution, Pregnancy, Congenital Anomalies, Health system, Policy brief

Citation: Hojati M, Torkian S. **Exposure to Noise Pollution During Pregnancy and the Necessity of Revising Environmental Health Standards.** J Isfahan Med Sch 2026; 44(861): 706- 10.

1- Student Research Committee, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Legal Medicine Research Center, Legal Medicine Organization, Tehran, Iran

3- Nutrition and Food Security Research Center, Department of Health Education and Health Promotion, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Sahebjan Torkian, Nutrition and Food Security Research Center, Department of Health Education and Health Promotion, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: sahebiantorkian@gmail.com