

## کاربرد مکانیسم قیمت گذاری برای برآورد خسارت آلودگی صوتی در کلان شهر

### تهران

فریبا امینی، دانشجوی دکتری، گروه مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست، پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تهران، تهران، ایران

عبدالرضا کرباسی، استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

**E-mail: akarbasi@ut.ac.ir**

محمدجواد امیری، استادیار، گروه مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

آلودگی صوتی، یک موضوع مهم زیست محیطی که مشکل گسترده ای است که تأثیرات منفی بر سلامت و رفاه افراد دارد. تحقیقات بر درک موضوع اثرات سلامتی قرار گرفتن در معرض صدا، مانند استرس، اختلالات خواب و مشکلات قلبی عروقی متمرکز شده است. علاوه بر این، مطالعات هزینه های اقتصادی آلودگی صوتی، از جمله کاهش ارزش دارایی و تلفات بهره وری را مورد بررسی قرار داده اند. قیمت گذاری محیط زیستی یک ابزار اقتصادی نقش کارکردی بسیار مؤثری در پیشگیری از اثرات مختلف محیط زیستی از جمله آلودگی صوتی دارد. بر همین اساس این مطالعه به بررسی قیمت گذاری زیست محیطی آلودگی صوتی ترافیک در تهران می پردازد. تحقیقات جهانی نشان دهنده تغییرات قابل توجهی در سطوح سروصدا در محیط های شهری است، به طوری که برخی از مناطق سطوح بالایی را تجربه می کنند که می تواند پیامدهای سلامتی جدی داشته باشد. این مطالعه یک مدل قیمت گذاری سطحی را برای درونی سازی هزینه های خارجی مرتبط با آلودگی صوتی، همسو با رویکردهای مورد استفاده در شهرهای دیگر، پیشنهاد می کند. این تحقیق بر اساس چارچوب پیشنهادی دانشگاه دلفت، یک روش ساختاریافته برای ارزیابی و پیاده سازی مدل قیمت گذاری زیست محیطی آلودگی صوتی در شهر تهران اتخاذ می کند. این رویکرد امکان ادغام مدل های اقتصادی نظری را با داده های محلی تجربی برای ایجاد یک استراتژی قیمت گذاری عملی و مؤثر فراهم می سازد. این مقاله ابزارهای مبتنی بر بازار و اقدامات نظارتی را مورد بحث قرار می دهد و بر نیاز به اجرای عادلانه سیاست تأکید می کند. مجموع هزینه سالانه آلودگی صوتی در تهران ۸۰۹ میلیون یورو برآورد شده است که بزرگی این موضوع را نشان می دهد. این مطالعه از پولی سازی آلودگی صوتی در سیاست های زیست محیطی حمایت می کند و پیشنهاد می کند که تحقیقات آینده باید اجرا و اثربخشی سیاست های کاهش صدا را بررسی کنند.

واژه های کلیدی: درونی سازی هزینه ها، هزینه های آلودگی صوتی، مدل قیمت گذاری، اثرات محیط زیستی

## ۱. مقدمه

فردی اعمال شود. هدف تشویق به پذیرش فناوری‌ها و شیوه‌های آرام تراز طریق سودمند کردن مالی برای مشاغل و افراد برای کاهش سطح سروصدا است.

گفتمان دانشگاهی در مورد مکانیسم‌های قیمت‌گذاری محیط زیستی برای آلودگی صوتی غنی و متنوع بوده است. تحقیقات اولیه توسط نلسون (۱۹۸۲) درک اساسی از تأثیر سروصدای فرودگاه بر ارزش املاک اطراف را ایجاد کرد که کاهش قابل توجه قیمت املاک و مستغلات را با افزایش سطح سروصدا نشان داد. با تکیه بر این، کوهن و کوفلین (۲۰۰۸) تجزیه و تحلیل را به مناطق مسکونی شهری گسترش دادند و اثرات غیرخطی سروصدا را بر قیمت ملک تعیین کردند و سیاست‌های کاهش نویز هدفمند را پیشنهاد کردند. هزینه‌های مرتبط با سلامتی آلودگی صوتی نیز به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است، باییش (۲۰۰۸) قرار گرفتن در معرض مزمن صدا را با بیماری‌های قلبی عروقی مرتبط می‌کند. مطالعات بیشتر توسط ون کمپن و همکاران. (۲۰۰۲) بررسی کرد که چگونه قرار گرفتن مزمن در معرض سروصدای حمل و نقل به‌طور قابل توجهی سطوح استرس و خطرات بهداشتی مرتبط را افزایش می‌دهد. پیامدهای اقتصادی این اثرات سلامتی به‌طور کمی توسط فریتچی و همکاران پشتیبانی شد (۲۰۱۱) که چارچوبی را برای محاسبه بار بیماری ناشی از صدای محیطی ارائه کرد. کار اخیر کینگ و مورفی (۲۰۱۶) یک تحلیل اقتصادسنجی را برای ارزیابی اثربخشی موانع صوتی در کاهش اثرات نامطلوب بر مناطق مسکونی مجاور معرفی کرد و از این طریق به درک استراتژی‌های کاهش صدا مقرون به صرفه کمک کرد. در نهایت، تحقیقات هامر و همکاران. (۲۰۱۴) بر اهمیت ادغام ملاحظات آلودگی صوتی در برنامه‌ریزی شهری برای ارتقای کیفیت زندگی و کاهش هزینه‌های بهداشت عمومی تأکید کرد این مطالعات بر توجیه اقتصادی برای اجرای مکانیسم‌های قیمت‌گذاری برای کاهش آلودگی صوتی و اثرات آن تأکید می‌کند. به‌عنوان مثال، اندرسون و همکاران. (۲۰۱۵) دریافتند که مالیات بر سروصدا می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه صدا در

قیمت‌گذاری محیط زیستی یک ابزار اقتصادی مهم است که برای درونی کردن هزینه‌های تخریب محیط زیست در قیمت‌های بازار، ترویج مصرف پایدار و الگوهای تولید استفاده می‌شود. در زمینه آلودگی صوتی، قیمت‌گذاری محیط زیستی با هدف تعیین ارزش‌های اقتصادی به اثرات منفی صداهای ناخواسته بر سلامت، رفاه و محیط زیست انسان است. این رویکرد با اطمینان از اینکه قیمت‌ها منعکس‌کننده هزینه‌های واقعی تولید، از جمله هزینه‌های مربوط به اثرات محیط زیستی هستند، به دنبال اصلاح شکست‌های بازار است. با انجام این کار، قیمت‌گذاری محیط زیستی تلاش می‌کند بر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان تأثیر بگذارد تا انتخاب‌های پایدارتری داشته باشند. این رویکرد آلاینده‌ها را تشویق می‌کند تا انتشار صدا را کاهش دهند و افراد و مشاغل را تشویق می‌کند تا فناوری‌ها و شیوه‌های آرام‌تری را اتخاذ کنند. روش‌هایی مانند مالیات، هزینه‌ها و مجوزهای قابل مبادله معمولاً برای داخلی کردن هزینه‌هایی مانند آلودگی هوا و آب، تولید زباله و کاهش منابع استفاده می‌شوند و فعالیت‌های اقتصادی را بیشتر با پایداری محیط زیستی هماهنگ می‌کنند.

آلودگی صوتی، یک موضوع مهم زیست‌محیطی که مشکل گسترده‌ای است که تأثیرات منفی بر سلامت و رفاه افراد دارد. تحقیقات بر درک موضوع اثرات سلامتی قرار گرفتن در معرض صدا، مانند استرس، اختلالات خواب و مشکلات قلبی عروقی متمرکز شده است. علاوه بر این، مطالعات هزینه‌های اقتصادی آلودگی صوتی، از جمله کاهش ارزش دارایی و تلفات بهره‌وری را مورد بررسی قرار داده‌اند. ادبیات موجود نیاز به اقدامات مؤثر کنترل آلودگی صوتی و اهمیت گنجاندن آلودگی صوتی را در ابعاد وسیع‌تر نشان می‌دهد. سیاست‌های محیط زیستی یکی از راه‌های مقابله با این موضوع از طریق قیمت‌گذاری محیط زیستی است که شامل اعمال هزینه‌هایی برای کسانی است که سروصدای بیش از حد ایجاد می‌کنند. این می‌تواند برای منابع مختلف سروصدا، مانند صنایع، حمل و نقل، یا حتی خانه‌های

## کاربرد مکانیسم قیمت‌گذاری برای برآورد خسارت آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران

مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را در نظر گرفته‌اند، نیاز به ارزیابی سیستماتیک تری از این منافع مشترک و پیامدهای آن‌ها برای طراحی سیاست وجود دارد. (۵) مطالعات قبلی عمدتاً با توجه کمتر به ادغام این یافته‌ها در استراتژی‌های جامع مدیریت صدای شهری، بر اثرات مستقیم صدا بر ارزش‌های دارایی و سلامت تمرکز کرده است. درک اینکه که چگونه ذینفعان مختلف - جوامع مسکونی، مشاغل و سیاست‌گذاران - به مدل‌های قیمت‌گذاری مختلف واکنش نشانمی دهند. نکته دیگری است که جای بررسی دارد.

براین اساس، هدف این مقاله ارائه یک تحلیل جامع از اثربخشی، برابری و منافع مشترک قیمت‌گذاری محیط زیستی برای آلودگی صوتی است. اهداف خاص این مطالعه عبارت‌اند از: (۱) مقایسه اثربخشی و کارایی نسبی مکانیسم‌های قیمت‌گذاری در بررسی وضعیت آلودگی صوتی حاصل ترافیک. (۲) تجزیه و تحلیل توزیع آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهری با توجه به شرایط اجتماعی-اقتصادی در مناطق جغرافیایی مختلف شهر تهران؛ و (۳) بررسی امکان استفاده از قیمت‌گذاری برای تدوین سیاست‌های قیمت‌گذاری صدا، برای دستیابی به این اهداف، این مطالعه تلاش کرده است بر اساس روش‌های متعارف دنیا ابتدا قیمت‌گذاری صدا را به دست داده و سپس توزیع جغرافیایی آن را بررسی کند. درنهایت از آن به‌عنوان ابزاری برای سیاست‌گذاری استفاده کند. این مطالعه با ارائه یک تحلیل جامع از اثربخشی، برابری و منافع مشترک قیمت‌گذاری محیط زیستی برای آلودگی صوتی، به دنبال کمک به توسعه مؤثرتر و عادلانه‌تر است.

### ۲. روش پژوهش

این تحقیق بر اساس چارچوب پیشنهادی دانشگاه دلفت، یک روش ساختاریافته برای ارزیابی و پیاده‌سازی مدل قیمت‌گذاری زیست‌محیطی آلودگی صوتی در شهر تهران اتخاذ می‌کند. این رویکرد امکان ادغام مدل‌های اقتصادی نظری را با داده‌های محلی تجربی برای ایجاد یک استراتژی قیمت‌گذاری عملی و

مناطق شهری شود، درحالی‌که دکرز و ون دن برگ (۲۰۰۷) نشان دادند که مجوزهای صدای قابل تجارت می‌تواند یک ابزار سیاستی مؤثر و مقرون‌به‌صرفه باشد. به‌طور مشابه، شافر و همکاران. (۲۰۱۸) دریافته‌اند که هزینه‌های سروصدا برای ترافیک جاده‌ای می‌تواند یک ابزار سیاستی مؤثر برای کاهش قرار گرفتن در معرض صدا در مناطق شهری باشد. درحالی‌که گاسلینگ و هامپ (۲۰۱۰) پیشنهاد کردند که مالیات هوانوردی متمایز بر اساس انتشار سر و صدای شرکت‌های هواپیمایی را تشویق کند تا هواپیماهای ساکت‌تر را انتخاب کنند. مطالعات دیگر پذیرش عمومی و پیامدهای برابری این سیاست‌ها را بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، ماکلا (۲۰۱۷) نیاز به طراحی و اجرای دقیق را برای اطمینان از انصاف و جلوگیری از تأثیرات پسررفته برجسته کرد، درحالی‌که ون دن برگ و وروگن (۲۰۱۴) بر اهمیت در نظر گرفتن منافع مشترک، مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را هنگام ارزیابی تأکید کردند. علی‌رغم این بینش‌ها، برای بررسی اثربخشی سیاست‌های قیمت‌گذاری صدا، تحقیقات بیشتری نیاز است.

اگرچه ادبیات بینش‌های ارزشمندی را در مورد اثربخشی قیمت‌گذاری محیط زیستی برای آلودگی صوتی ارائه می‌دهد، هنوز شکاف‌هایی وجود دارد: (۱) علیرغم تحقیقات گسترده در مورد اثرات اقتصادی و بهداشتی آلودگی صوتی، شکاف قابل‌توجهی در کاربردهای عملی مکانیسم‌های قیمت‌گذاری وجود دارد که هم مؤثر و هم برای عموم قابل‌قبول هستند. (۲) درحالی‌که مطالعات قبلی اثربخشی مکانیسم‌های قیمت‌گذاری مختلف را بررسی کرده‌اند، نیاز به یک تحلیل جامع وجود دارد که اثربخشی و کارایی نسبی آن‌ها را در زمینه‌های مختلف مقایسه کند. (۳) درحالی‌که برخی از مطالعات پیامدهای برابری قیمت‌گذاری صدا را بررسی کرده‌اند، نیاز به تحلیل دقیق‌تری وجود دارد که تأثیرات توزیعی را در گروه‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی و مناطق جغرافیایی در نظر بگیرد. (۴) درحالی‌که برخی از مطالعات مزایای مشترک قیمت‌گذاری صدا،

مناطق مختلف شهر است. این شامل تنظیم مدل برای انعکاس شرایط اقتصادی محلی، چارچوب‌های نظارتی و ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی جمعیتی است که تحت تأثیر آلودگی صوتی قرار دارند.

مرحله ۵) تهیه نقشه قیمت‌گذاری آلودگی صوتی سپس قیمت‌های محاسبه‌شده برای تهیه نقشه قیمت‌گذاری با استفاده از فناوری GIS استفاده می‌شود. این نقشه هزینه‌های مختلف آلودگی صوتی در سراسر تهران را نشان می‌دهد و ابزار بصری و تحلیلی برای ارزیابی تأثیر اقتصادی آلودگی صوتی و اثربخشی بالقوه استراتژی قیمت‌گذاری ارائه می‌دهد.

مرحله ۶) تجزیه و تحلیل نتایج بر اساس مکان‌های جغرافیایی مرحله نهایی شامل تجزیه و تحلیل دقیق نتایج است. این تحلیل بر نابرابری‌های جغرافیایی آشکارشده توسط نقشه قیمت‌گذاری مرکز می‌کند و بررسی می‌کند که چگونه مناطق مختلف تهران ممکن است تحت تأثیر اجرای قیمت‌گذاری آلودگی صوتی قرار بگیرند. هدف این تحلیل ارائه بینشی در مورد پیامدهای اجتماعی و اقتصادی مدل قیمت‌گذاری است و سیاست‌گذاران را در تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد آن راهنمایی می‌کند. گسترش این روش، توأم با مدل‌های نظری قوی را با جمع‌آوری داده‌های عملی، محلی و تکنیک‌های نقشه‌برداری پیشرفته برای مقابله با چالش آلودگی صوتی در محیط‌های شهری ترکیب می‌کند. هدف این مطالعه با به‌کارگیری این رویکرد در شهر تهران، ارائه بینش‌های ارزشمندی در مورد اثربخشی و سازگاری قیمت‌گذاری محیطی به‌عنوان ابزاری برای مدیریت محیط‌زیست شهری است.

### ۳. تحلیل داده‌ها

بحث اساسی پشت توسعه قیمت‌های زیست‌محیطی برای آلودگی صوتی ترافیک، نیاز به کمیت‌سازی هزینه‌های خارجی آلودگی صوتی مرتبط با حمل‌ونقل و درونی کردن این هزینه‌ها در فرایندهای تصمیم‌گیری است. نکات کلیدی در بحث عبارت‌اند از: (۱) شناخت آلودگی صوتی به‌عنوان یک اثر خارجی فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و چهارم/ شماره ۹۸ / پاییز ۱۴۰۳

مؤثر فراهم می‌سازد که برای دستیابی به نتیجه نهایی مراحل زیر را طی خواهد کرد: (مرحله ۱) پذیرش مدل قیمت‌گذاری زیست‌محیطی دانشگاه دلفت مدل قیمت‌گذاری زیست‌محیطی که توسط دانشگاه دلفت توسعه یافته است، به‌عنوان بنیان نظری برای این مطالعه عمل می‌کند. این مدل با توجه به رویکرد جامع آن انتخاب شده است که هم اصول اقتصادی و هم ملاحظات زیست‌محیطی را برای تعیین ارزش پولی به آلودگی صوتی در بر می‌گیرد. قبلاً در زمینه‌های مختلف اروپایی استفاده شده است و پتانسیل قابل توجهی برای سازگاری و اثربخشی در محیط‌های شهری متنوع نشان می‌دهد (Heijden & de Vries, 2015).

مرحله ۲) جمع‌آوری داده‌های آلودگی صوتی محلی در تهران مرحله دوم شامل جمع‌آوری داده‌های آلودگی صوتی محلی از تهران است. این داده‌ها از طریق ترکیبی از اندازه‌گیری‌های میدانی و سوابق موجود ارائه‌شده توسط مقامات شهرداری جمع‌آوری خواهد شد. هدف این است که یک تصویر فوری دقیق از سطوح فعلی آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر به دست آید که به‌عنوان مبنایی برای تجزیه و تحلیل بیشتر عمل خواهد کرد.

مرحله ۳) تولید نقشه جغرافیایی آلودگی صوتی با استفاده از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) داده‌های جمع‌آوری شده برای تهیه نقشه جامع آلودگی صوتی شهر تهران مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نقشه توزیع فضایی سطوح صدا را تجسم می‌کند و نقاط حساس و مناطق مورد توجه را شناسایی می‌کند. تولید نقشه جغرافیایی آلودگی صوتی با استفاده از فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی یک ابزار اثبات‌شده در مطالعات محیطی برای توانایی آن در همپوشانی مجموعه داده‌های پیچیده و آشکارسازی الگوها و روندهای اساسی است (لانگلی و همکاران، ۲۰۱۵).

مرحله ۴) استفاده از مدل قیمت‌گذاری دانشگاه دلفت برای داده‌های محلی با پارامترهای قیمت‌گذاری زیست‌محیطی تعیین شده توسط مدل دانشگاه دلفت و داده‌های صوتی خاص از تهران، گام بعدی محاسبه قیمت مناسب آلودگی صوتی برای

## کاربرد مکانیسم قیمت‌گذاری برای برآورد خسارت آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران

برای داخلی سازی این هزینه‌ها و ایجاد انگیزه برای کاهش صدا ایجاد کنند. ۴) متعادل کردن هزینه‌ها و منافع: این بحث شامل در نظر گرفتن معاوضه بین هزینه‌های اقدامات کاهش صدا و مزایای کاهش آلودگی صوتی است. این امر مستلزم تحلیل دقیق مقرون‌به‌صرفه بودن گزینه‌های مختلف سیاست است. ۵) تأثیرات توزیعی: هزینه‌های اجتماعی آلودگی صوتی ممکن است به‌طور نابرابر در بین گروه‌های مختلف جمعیتی یا مناطق جغرافیایی توزیع شود. این بحث شامل ملاحظات عدالت زیست‌محیطی و نیاز به حفاظت از جمعیت‌های آسیب‌پذیر می‌گردد. این امر موضوعی است که دانشگاه دلفت بر روی آن کار کرده است و در نتیجه هزینه‌های آلودگی صوتی را محاسبه کرده و به شرح زیر جدول ۱ ارائه کرده است.

جدول ۱. قیمت‌های محیط زیستی آلودگی صوتی (یورو در هر dB و هر نفر در سال) (de Vries, 2023)

سطح بالایی	سطح میانی	سطح پایین	آلودگی صوتی
۲۷	۲۲	۱۸	<b>50-54 dB(A)</b>
۵۰	۴۲	۳۶	<b>55-59 dB(A)</b>
۵۶	۴۵	۳۸	<b>60-64 dB(A)</b>
۱۰۱	۸۳	۶۹	<b>65-69 dB(A)</b>
۱۰۸	۸۷	۷۳	<b>70-74 dB(A)</b>
۱۱۶	۹۲	۷۷	<b>75-79 dB(A)</b>
۱۲۰	۹۵	۷۸	<b>&gt;= 80 dB(A)</b>

عنوان سطوح بالایی باز شناخته می‌شود. بر این اساس قیمت‌های که در این مطالعه لحاظ می‌شود با توجه به ماهیت اثرات آن‌که سلامت انسان مدنظر است سطح سوم یا سطح پایانی در نظر گرفته می‌شود. محور دومی که بر اساس چارچوب روش‌شناسی باید بررسی شود میزان آلودگی صوتی در سطح شهر تهران است. بر اساس داده‌های در دسترس، میزان آلودگی صوتی شهر تهران در جدول ۲ ارائه شده است.

منفی: آلودگی صوتی ترافیک یک پیامد خارجی منفی در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا هزینه‌هایی را بر جامعه تحمیل می‌کند (به‌عنوان مثال، اثرات بهداشتی، کاهش کیفیت زندگی) که به‌طور کامل توسط کاربران سیستم‌های حمل‌ونقل پرداخت نمی‌شود. ۲) ارزش‌گذاری هزینه‌های اجتماعی ناشی از سروصدا: برای محاسبه صحیح هزینه‌های خارجی آلودگی صوتی، لازم است ارزش‌های پولی به اثرات صدا بر رفاه انسان و محیط‌زیست اختصاص داده شود. این یک کار چالش‌برانگیز است که مستلزم استفاده از روش‌های مختلف ارزش‌گذاری، مانند قیمت‌گذاری لذت‌گرا، بررسی اولویت‌های اعلام‌شده و انتقال سود است. ۳) داخلی سازی هزینه‌های خارجی: با کمی کردن هزینه‌های خارجی آلودگی صوتی، سیاست‌گذاران می‌توانند ابزارهای مبتنی بر بازار (مانند مالیات، هزینه‌ها یا یارانه‌ها) یا اقدامات نظارتی را

در جدول شماره ۱، قیمت‌ها در سه سطح ارائه شده است: در سطح آلاینده: مقداری برای انتشار مواد مضر برای محیط‌زیست مدنظر است که سطح پایین به شمار می‌آید. در سطح میانی: مقداری برای موضوعات محیطی مانند تغییرات آب‌وهوا یا اسیدی شدن حائز اهمیت است. این سطح با عنوان سطح میانی شناخته می‌شود. در سطح نقطه پایانی: مقداری برای تأثیرات آلودگی محیطی، مانند آسیب به سلامت انسان یا خدمات اکوسیستم. این سطح با

جدول ۲. آلودگی صوتی مناطق شهری تهران برحسب dB (شهرداری تهران، ۱۴۰۱)

مناطق	آلودگی صوتی	مناطق	آلودگی صوتی
منطقه ۱	۶۲	منطقه ۱۲	۶۷,۰۶
منطقه ۲	۶۵,۰۵	منطقه ۱۳	۶۷,۷۷
منطقه ۳	۶۳,۰۴	منطقه ۱۴	۵۵,۸۵
منطقه ۴	۶۶,۷۵	منطقه ۱۵	۷۲,۹۵
منطقه ۵	۶۴,۹۳	منطقه ۱۶	۶۸,۲۷
منطقه ۶	۶۹,۳۲	منطقه ۱۷	۶۷,۰۴
منطقه ۷	۶۱,۱۳	منطقه ۱۸	۶۸,۷۶
منطقه ۸	۶۱,۰۹	منطقه ۱۹	۶۸,۹۸
منطقه ۹	۶۴,۵۴	منطقه ۲۰	۶۷,۳۴
منطقه ۱۰	۶۵,۱۸	منطقه ۲۱	۶۵,۶۸
منطقه ۱۱	۶۵,۸۳	منطقه ۲۲	۶۲,۹

مناطق عبارت‌اند از ۲، ۴، ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰. منطقه ۱۵ دارای بالاترین سطح آلودگی صوتی با ۷۲,۹۵ دسی‌بل است که جای نگرانی دارد و ممکن است نیازمند توجه فوری سیاست‌گذاران برای اجرای اقدامات کاهش آلودگی صوتی است. مناطق ۷، ۸ و ۱۴ دارای سطوح آلودگی صوتی نسبتاً کمتری نسبت به سایر مناطق با مقادیر کمتر از ۶۲ دسی‌بل هستند. این مناطق ممکن است اقدامات کنترل آلودگی صوتی بهتری داشته باشند یا سطوح پایین‌تری از فعالیت‌های تولید آلودگی صوتی داشته باشند.

جدول ۲، سطوح آلودگی صوتی را برای ۲۲ منطقه مختلف نشان می‌دهد. سطح آلودگی صوتی برحسب دسی‌بل (dB) اندازه‌گیری می‌شود. سطوح آلودگی صوتی در مناطق مختلف متفاوت است، از کمترین مقدار ۵۵,۸۵ دسی‌بل در منطقه ۱۴ تا بالاترین مقدار ۷۲,۹۵ دسی‌بل در منطقه ۱۵ متغیر است. چندین منطقه دارای سطوح آلودگی صوتی بالاتر از ۶۵ دسی‌بل هستند که به‌طور کلی سطح بالایی از آلودگی صدا در نظر گرفته می‌شود. قرار گرفتن در معرض آن می‌تواند منجر به اثرات نامطلوب سلامتی، مانند کاهش شنوایی، استرس و اختلال خواب شود. این

جدول ۳. هزینه آلودگی صوتی حاصل از ترافیک (یورو برای هر نفر در سال)

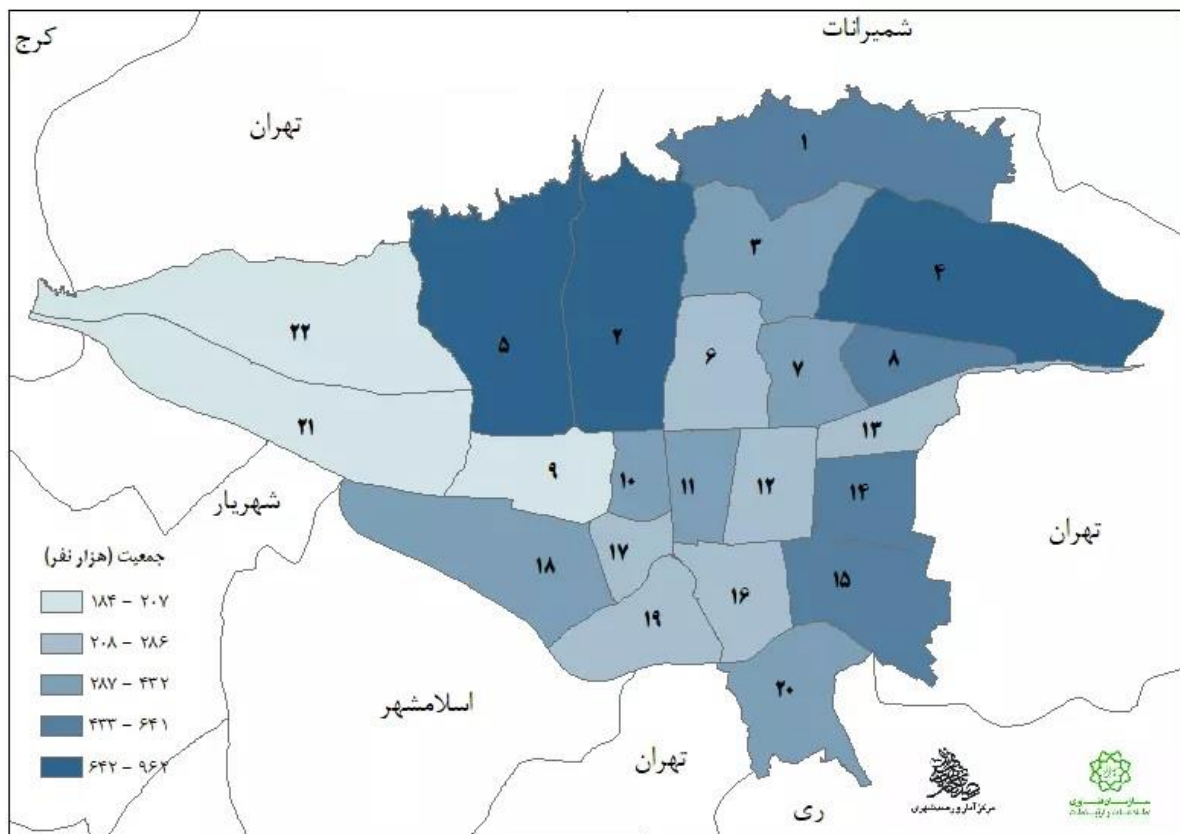
منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی	منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی
منطقه ۱	۶۲	۵۶	منطقه ۱۲	۶۷,۰۶	۱۰۱
منطقه ۲	۶۵,۰۵	۱۰۱	منطقه ۱۳	۶۷,۷۷	۱۰۱
منطقه ۳	۶۳,۰۴	۵۶	منطقه ۱۴	۵۵,۸۵	۵۰
منطقه ۴	۶۶,۷۵	۱۰۱	منطقه ۱۵	۷۲,۹۵	۱۰۸
منطقه ۵	۶۴,۹۳	۱۰۱	منطقه ۱۶	۶۸,۲۷	۱۰۱
منطقه ۶	۶۹,۳۲	۱۰۸	منطقه ۱۷	۶۷,۰۴	۱۰۱
منطقه ۷	۶۱,۱۳	۵۶	منطقه ۱۸	۶۸,۷۶	۱۰۱

## کاربرد مکانیسم قیمت‌گذاری برای برآورد خسارت آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران

منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی	منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی
منطقه ۸	۶۱,۰۹	۵۶	منطقه ۱۹	۶۸,۹۸	۱۰۱
منطقه ۹	۶۴,۵۴	۱۰۱	منطقه ۲۰	۶۷,۳۴	۱۰۱
منطقه ۱۰	۶۵,۱۸	۱۰۱	منطقه ۲۱	۶۵,۶۸	۱۰۱
منطقه ۱۱	۶۵,۸۳	۱۰۱	منطقه ۲۲	۶۲,۹	۵۶

جدول ۳. سطوح آلودگی صوتی و سرانه هزینه‌های مربوط به آلودگی (به یورو) را برای ۲۲ منطقه مختلف تهران ارائه می‌دهد؛ اما برای دستیابی به هزینه نهایی باید یک گام دیگر برداشت و آن‌هم محاسبه کل هزینه برای شهر تهران است. به این منظور نیاز

است که تا حجم جمعیت در معرض آلودگی صوتی نیز بررسی شده و به نسبت آن رقم واقعی آلودگی محاسبه گردد. نقشه شماره ۱ الگوی توزیع جمعیت در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را نشان می‌دهد.



شکل ۱. الگوی توزیع جمعیت در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران (مأخذ: شهرداری تهران، ۱۴۰۱)

با عنایت به آمار جمعیتی که کل جمعیت شهر تهران را معادل ۹,۰۳۰,۰۰۰ نفر برآورد می‌سازد (شهرداری تهران، ۱۴۰۱) و این جمعیت به صورت نابرابری در مناطق شهری توزیع شده است،

امکان برآورد هزینه آلودگی به صورت کلی فراهم می‌گردد. براین اساس هزینه آلودگی صوتی شهری تهران در سال ۱۴۰۱ معادل ۸۰۹ میلیون یورو در سال برآورد می‌گردد. (جدول ۴).

جدول ۴. هزینه آلودگی صوتی شهری تهران در سال ۱۴۰۱

منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی	هزینه کل آلودگی	منطقه شهری	آلودگی صوتی	هزینه سرانه آلودگی صوتی	هزینه کل آلودگی
منطقه ۱	۶۲	۵۶	۲۸۱۴۳۶۹۶	منطقه ۱۲	۶۷,۰۶	۱۰۱	۲۴۴۲۴۹۳۱
منطقه ۲	۶۵,۰۵	۱۰۱	۷۴۱۵۲۷۸۶	منطقه ۱۳	۶۷,۷۷	۱۰۱	۲۴۸۴۳۸۷۹
منطقه ۳	۶۳,۰۴	۵۶	۱۸۹۳۵۰۰۰	منطقه ۱۴	۵۵,۸۵	۵۰	۲۶۸۱۲۰۵۰
منطقه ۴	۶۶,۷۵	۱۰۱	۹۷۱۷۱۲۹۲	منطقه ۱۵	۷۲,۹۵	۱۰۸	۶۹۲۵۸۱۳۲
منطقه ۵	۶۴,۹۳	۱۰۱	۹۲۲۴۴۷۱۴	منطقه ۱۶	۶۸,۲۷	۱۰۱	۲۶۷۸۵۴۰۲
منطقه ۶	۶۹,۳۲	۱۰۸	۲۸۵۹۳۵۴۰	منطقه ۱۷	۶۷,۰۴	۱۰۱	۲۸۱۹۰۳۴۳
منطقه ۷	۶۱,۱۳	۵۶	۱۷۴۹۳۳۳۶	منطقه ۱۸	۶۸,۷۶	۱۰۱	۴۳۶۵۲۹۰۷
منطقه ۸	۶۱,۰۹	۵۶	۲۵۸۵۶۴۳۲	منطقه ۱۹	۶۸,۹۸	۱۰۱	۲۷۱۳۷۴۸۸
منطقه ۹	۶۴,۵۴	۱۰۱	۱۸۶۴۳۶۹۱	منطقه ۲۰	۶۷,۳۴	۱۰۱	۳۷۸۱۸۳۳۹
منطقه ۱۰	۶۵,۱۸	۱۰۱	۳۴۵۵۳۴۱۳	منطقه ۲۱	۶۵,۶۸	۱۰۱	۱۹۸۳۲۱۵۸
منطقه ۱۱	۶۵,۸۳	۱۰۱	۳۲۳۳۵۰۴۹	منطقه ۲۲	۶۲,۹	۵۶	۱۱۶۲۰۰۵۶
هزینه کل آلودگی شهر تهران				۸۰۹,۱۹۸,۶۳۴,۰۰			

#### ۴. نتیجه گیری

قیمت‌های زیست‌محیطی ارائه شده در جدول نتیجه تحقیقات گسترده و تلاش‌های مدل‌سازی است که هدف آن ارائه یک رویکرد ثابت و مبتنی بر شواهد برای ارزیابی هزینه‌های خارجی مزاحم صدای ترافیک است. این مقادیر را می‌توان برای اطلاع‌رسانی تصمیمات سیاستی، مانند تعیین محدودیت‌های صوتی، طراحی زیرساخت‌های حمل‌ونقل یا پیاده‌سازی ابزارهای اقتصادی برای مدیریت آلودگی صوتی استفاده کرد. بحث اساسی پشت ارائه جدول شماره ۱. حول این موضوع اصلی می‌چرخد: کمی‌سازی اثرات زیست‌محیطی. این جدول تلاش می‌کند تا هزینه‌های اجتماعی آلودگی صوتی را کمی کند. آلودگی صوتی، به‌ویژه ناشی از ترافیک، می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر سلامت و رفاه انسان از جمله بیماری‌های مرتبط با استرس، اختلال خواب، کاهش عملکرد و کیفیت پایین‌تر زندگی داشته باشد. با این حال، این اثرات اغلب در قیمت‌گذاری ترافیک جاده‌ای (به‌عنوان مثال، مالیات سوخت، هزینه‌های ثبت‌نام وسیله نقلیه و

مجموع هزینه آلودگی صوتی در تمام مناطق ذکر شده در جدول ۴ بالغ بر ۸۰۹۱۹۸۶۳۴ یورو است - هزینه سرانه آلودگی صوتی در بین مناطق به‌طور قابل توجهی متفاوت است و از ۵۶ یورو تا ۱۰۸ یورو متغیر است. مناطق ۱۲ تا ۲۲ در مقایسه با مناطق ۱ تا ۱۱ دارای اعداد قابل توجهی بالاتری برای آلودگی صوتی هستند. داده‌ها نشان می‌دهد که برخی از مناطق با هزینه‌های بالاتر مرتبط با آلودگی صوتی روبرو هستند که می‌تواند به دلیل تراکم جمعیت بالاتر، فعالیت‌های صنعتی، ترافیک یا سایر عوامل مؤثر در آلودگی صوتی باشد. شایان‌ذکر است که هزینه کل آلودگی صوتی تحت تأثیر سطح آلودگی صوتی و هم هزینه سرانه آلودگی صوتی است. مناطقی که سطح آلودگی صوتی بالاتری دارند و هزینه‌های سرانه بالاتری دارند، هزینه‌های کل آلودگی بالاتری دارند. علاوه بر این، جدول نشان می‌دهد که توزیع آلودگی صوتی و هزینه‌های مرتبط با آن در مناطق شهری نابرابر است.

## کاربرد مکانیسم قیمت‌گذاری برای برآورد خسارت آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران

آن برجسته می‌کنند، مطابقت دارد (Nash & Wheatley, 2017).

با توجه به قیمت‌های زیست‌محیطی آلودگی صوتی ارائه شده در جدول ۱، هزینه‌های سرانه آلودگی صوتی در مناطق شهری تهران از ۵۶ تا ۱۰۸ یورو برای هر نفر در سال بسته به سطح صوتی متغیر است. این هزینه‌ها منعکس‌کننده بار اجتماعی آلودگی صوتی، از جمله اثرات بهداشتی و کاهش کیفیت زندگی است که به اندازه کافی توسط کاربران سیستم حمل‌ونقل پوشش داده نمی‌شود. این اختلاف بین هزینه‌های فردی و اجتماعی بر نیاز به مداخلات سیاسی برای پر کردن شکاف تأکید می‌کند. مفهوم داخلی سازی هزینه‌های خارجی از طریق ابزارهای مبتنی بر بازار، مانند مالیات‌های صوتی یا هزینه‌ها، توسط تحقیقاتی پشتیبانی می‌شود که اثربخشی انگیزه‌های اقتصادی را در کاهش سطوح آلودگی صوتی نشان می‌دهد (Baranzini & Carattini, 2017). در تهران، اجرای چنین ابزارهایی می‌تواند افراد و کسب‌وکارها را به اتخاذ رفتارها و فناوری‌های کاهش‌دهنده سروصدا تشویق کند و در نتیجه هزینه‌های خصوصی را با هزینه‌های اجتماعی همسو کند.

هنگام مقایسه نتایج ما با مطالعات مشابه، بدیهی است که هزینه‌های خارجی آلودگی صوتی ترافیک می‌تواند بسته به زمینه و ویژگی‌های خاص منطقه مورد مطالعه متفاوت باشد. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای که در هلند توسط دو وریس (۲۰۲۳) انجام شد، قیمت‌های زیست‌محیطی را برای آلودگی صوتی از ۱۸ تا ۱۲۰ یورو در هر دسی‌بل برای هر نفر در سال، بسته به سطح صدا، پیشنهاد کرد. این قیمت‌ها بر اساس تأثیر صدا بر سلامت انسان و محیط‌زیست تعیین شد و بالاترین قیمت‌ها به بالاترین سطوح سروصدا اختصاص یافت. درحالی‌که مطالعه ما رویکرد مشابهی را در نظر گرفتن اثرات بهداشتی اتخاذ می‌کند، بافت خاص شهر تهران منجر به برآورد هزینه‌های متفاوتی شده است.

غیره) لحاظ نمی‌شود. با اختصاصاً رزش پولی به آلودگی صوتی، سیاست‌گذاران می‌توانند هزینه‌های واقعی اجتماعی ترافیک را بهتر درک کنند و تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد سیاست حمل‌ونقل بگیرند. از سوی دیگر ایده این است که کسانی که باعث آسیب زیست‌محیطی می‌شوند باید مسئول پرداخت هزینه آن باشند. با اختصاص هزینه به آلودگی صوتی، جدول مبنایی را برای دریافت هزینه از کسانی که باعث آلودگی صوتی می‌شوند (مثلاً از طریق مالیات یا هزینه صوتی) فراهم می‌کند. این نه تنها به پوشش هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلودگی صوتی کمکی کند، بلکه انگیزه‌ای اقتصادی برای کاهش آلودگی صوتی ایجاد می‌کند در نتیجه، درحالی‌که مقادیر دقیق جدول قابل‌بحث است (همان‌طور که در محدوده مقادیر برای هر سطح سروصدا منعکس شده است)، اصل اساسی تخصیص هزینه برای آسیب‌های زیست‌محیطی مانند آلودگی صوتی یک مفهوم اساسی در اقتصاد و سیاست زیست‌محیطی است.

کمی سازی و داخلی سازی هزینه‌های خارجی مرتبط با آلودگی صوتی ترافیک، گام‌های مهمی به سوی سیاست‌های حمل‌ونقل شهری پایدارتر است. این مطالعه با تکیه بر روش‌های مشابه با روش‌های به کار گرفته شده توسط دانشگاه دلفت (de Vries, 2023)، ارزیابی جامعی از سطوح آلودگی صوتی در ۲۲ منطقه شهری تهران ارائه کرده و هزینه‌های خارجی مرتبط را برآورد کرده است.

یافته‌های تحقیق نشان‌دهنده تنوع گسترده در سطوح آلودگی صوتی است، با مناطق خاصی مانند منطقه ۱۵، سطوح صوتی تا ۷۲,۹۵ دسی‌بل، بسیار بالاتر از آستانه در نظر گرفته شده برای سلامت انسان مضر است (شهرداری تهران، ۲۰۲۲). ارزیابی اقتصادی این سطوح آلودگی صوتی بر اساس یک رویکرد چندلایه است که مقادیر متفاوتی با توجه به شدت اثرات زیست‌محیطی اختصاص داده شده است. این با مطالعاتی که ضرورت قیمت‌گذاری آلودگی صوتی را برای پرداختن به شدت‌های مختلف و پیامدهای سلامتی قرار گرفتن در معرض

کند و چارچوبی برای کمی سازی و درون سازی این هزینه ها در تهران ارائه می کند. با شناخت آلودگی صوتی به عنوان یک اثر منفی خارجی، ارزش گذاری هزینه های اجتماعی آن و در نظر گرفتن توزیع تأثیرات، سیاست گذاران می توانند تصمیمات آگاهانه ای برای کاهش آلودگی صوتی و بهبود رفاه ساکنان تهران اتخاذ کنند. تحقیقات آتی می تواند این چارچوب را به سایر مناطق شهری ایران تعمیم دهد یا اثربخشی اقدامات مختلف کاهش نویز را در زمینه های مشابه مقایسه کند.

## ۵. جمع بندی

رویکرد حاکم بر این مطالعه در مورد قیمت گذاری زیست محیطی آلودگی صوتی ترافیکی در تهران موجب جلب توجه به اثرات اقتصادی آلودگی صوتی و نیاز به ادغام آن در برنامه ریزی حمل و نقل شهری جلب می شود. با مناطقی مانند منطقه ۱۵ که سطوح آلودگی صوتی تا ۷۲٫۹۵ دسی بل را تجربه می کنند، نمی توان پیامدهای آن را برای سلامت عمومی نادیده گرفت. مدل قیمت گذاری پیشنهادی توسط مطالعات بین المللی، تأیید می کند مردم برای محیط های ساکت تر ارزش قائل هستند و مایل به پرداخت هزینه هستند. این مطالعه همچنین ضرورت اجرای عادلانه سیاست برای جلوگیری از تأثیر نامتناسب مناطق کمتر ثروتمند را برجسته می کند. هزینه قابل توجه سالانه آلودگی صوتی که ۸۰۹ میلیون یورو تخمین زده می شود، نشان دهنده فوریت برای اقدام است. سیاست گذاران می توانند از این یافته ها برای معیار و ارزیابی مداخلات باهدف کاهش آلودگی صوتی استفاده کنند. این مقاله با توصیه می کند که تحقیقات آینده باید در کاربرد عملی سیاست های کاهش سروصدا برای تعیین اثربخشی آنها در بهبود شرایط زندگی شهری درحالی که ملاحظات اقتصادی را متعادل می کنند، نتیجه گیری کند.

## ۶. مراجع

– Andersson, M., Hjelmar, O., & Persson Waye, K. (2015). Noise taxes and noise abatement in urban road transport: An

با این حال، اثرات توزیعی آلودگی صوتی و هزینه های مرتبط با آن نیاز به بررسی دقیق دارد. داده های ما نشان می دهد که آلودگی صوتی به طور نامتناسبی بر برخی مناطق شهری تأثیر می گذارد و نگرانی هایی را در مورد عدالت زیست محیطی ایجاد می کند. این یافته های مطالعات دیگر همسو است که بار نابرابر اثرات خارجی محیطی را بر گروه های جمعیتی و اجتماعی-اقتصادی (Wolch, Byrne, & Newell, 2014)؛ بنابراین، هرگونه تدابیر سیاسی باید برای محافظت از جمعیت آسیب پذیر و تضمین تخصیص عادلانه هزینه طراحی شود.

علاوه بر این، تجزیه و تحلیل ما نشان داده است که کل هزینه آلودگی صوتی برای شهر تهران تقریباً ۸۰۹ میلیون یورو در سال برآورد شده است. این رقم قابل توجه، فوریت پرداختن به آلودگی صوتی را به عنوان یک موضوع بهداشت عمومی و اقتصادی نشان می دهد. با مقایسه نتایج ما با مراکز شهری مشابه در سطح جهانی، بدیهی است که هزینه های آلودگی صوتی تهران با سایر شهرهای بزرگی که با چالش های مشابه روبرو هستند برابری می کند (Murphy & King, 2014)؛ بنابراین، تجارب و سیاست های این شهرها می تواند بینش های ارزشمندی را برای سیاست گذاران تهران ارائه دهد.

علاوه بر این، مطالعه ما اهمیت متعادل کردن هزینه های اقدامات کاهش صدا را با مزایای کاهش آلودگی صوتی برجسته می کند. این شامل تجزیه و تحلیل جامع از مقرون به صرفه بودن گزینه های مختلف سیاست، با در نظر گرفتن زمینه و محدودیت های خاص تهران است. به عنوان مثال، اجرای موانع صوتی یا محدود کردن فعالیت های صنعتی خاص در مناطق پرجمعیت ممکن است به میزان قابل توجهی سطوح آلودگی صوتی را کاهش دهد، اما می تواند هزینه های اقتصادی بالایی را نیز به همراه داشته باشد؛ بنابراین، ارزیابی دقیق مبادلات برای اطمینان از تصمیم گیری بهینه ضروری است. در نتیجه، مطالعه ما به مجموعه دانش در مورد هزینه های زیست محیطی آلودگی صوتی ترافیک کمک می

Health Response." *\*Environmental Health Perspectives\**, 122(2), 115-119.

– King, G., & Murphy, E. (2016). "Environmental Noise Barriers: A Guide to their Acoustic and Visual Design". *\*Routledge\**.

– Mäkelä, M. (2017). The distributional effects of noise pricing in urban transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52, 336-350.

– Murphy, E., & King, E. A. (2014). *Environmental noise pollution: noise mapping, public health, and policy*. Elsevier.

– Nash, C. A., & Wheatley, D. J. (2017). Valuing noise pollution in residential areas. *Environmental and Resource Economics*, 67(4), 733-765.

– Nelson, J.P. (1982). "Residential Choice, Hedonic Prices, and the Demand for Urban Air Quality." *\*Journal of Urban Economics\**, 12(3), 357-369.

– Schäfer, A., Dürr, B., & Gross, M. (2018). The social acceptability of noise pricing in urban transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 216-228.

– Tehran Municipality. (2022). Noise pollution data for urban areas of Tehran. Tehran Municipality.

– van den Bergh, J. C. J. M., & Verbruggen, A. (2014). Environmental policy integration: A co-benefits approach. *Environmental Science & Policy*, 38, 120-130.

– van Kempen, E., Kruize, H., Boshuizen, H., Ameling, C., Staatsen, B., & de Hollander, A. (2002). "The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart

econometric analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 37, 1-13.

– Babisch, W. (2008). "Road traffic noise and cardiovascular risk." *\*Noise & Health\**, 10(38), 27-33.

– Baranzini, A., & Carattini, S. (2017). Effectiveness, earmarking and labeling: testing the acceptability of carbon taxes with survey data. *Environmental Economics and Policy Studies*, 19(1), 197-227.

– Cohen, J.P., & Coughlin, C.C. (2008). "Spatial Hedonic Models of Airport Noise, Proximity, and Housing Prices." *\*Journal of Regional Science\**, 48(5), 859-878.

– de Vries, P. (2023). Environmental pricing models for urban noise pollution. University of Delft.

– Dekkers, L., & van den Berg, L. (2007). The effectiveness of tradable permits for noise abatement. *Ecological Economics*, 60(2-3), 427-438.

– Fritschi, L., Brown, L., Kim, R., Schwela, D., & Kephelopoulos, S. (2011). "Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe." *\*The World Health Organization European Centre for Environment and Health\**, Bonn.

– Gössling, S., & Humpe, A. (2010). The effectiveness of aviation taxes as a policy measure to reduce the environmental impact of air transport. *Journal of Air Transport Management*, 16(5), 246-253.

– Hammer, M.S., Swinburn, T.K., Neitzel, R.L. (2014). "Environmental Noise Pollution in the United States: Developing an Effective Public

disease: a meta-analysis." \*Environmental Health Perspectives\*, 110(3), 307-317.

– Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244.