فصلنامه علوم محیطی، دوره بیستم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

۱۲۸-۱۱۳

مقاله پژوهشی

مدل سازی و تخمین آلودگی صوتی در سکوی ایستگاه های متروی دروازه دولت و تجریش کلان شهر تهران

حمید سرخیل[۱*]، زینب کریمی اصل[۲] و محمد طلائیان عراقی[۲]

[۱] گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
[۲] گروه محیط زیست انسانی، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

سرخیل، ح.، ز. کریمی اصل و م. طلائیان عراقی. ۱۴۰۱. مدل‌سازی و تخمین آلودگی صوتی در سکوی ایستگاه‌های متروی دروازه دولت و تجریش کلان شهر تهران. فصلنامه علوم محیطی. ۲۰(۱): ۱۱۳-۱۲۸.

سابقه و هدف: مشکل آلودگی صدا جدی‌ترین مسئله‌ای است که بیشتر مردم به‌صورت عمومی با مقادیر بیش از حد مجاز آن، مواجه می‌باشند. هدف این پژوهش، بررسی میزان آلودگی صوتی حاصل از تردد قطار مترو شهری تهران در زمان ورود و خروج در ایستگاه‌های زیر زمینی دروازه دولت و تجریش می‌باشد.

مواد و روش ها: در این پژوهش که در ماه‌های تابستان و پاییز سال ۱۳۹۸ روی ایستگاه‌های دروازه دولت و تجریش از خط یک متروی تهران صورت گرفته است، مقادیر بیشینه و کمینه شدت صوت، در عرض سکو در فاصله‌های معین از لبه سکو و در دو نوبت صبح و عصر در فاصله زمانی هر سه روز یکبار، به تعداد ۴۸ ایستگاه اندازه گیری شده و تحلیل شده است. در ادامه تحقیق در ایستگاه تجریش با انجام برداشت‌های محدود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به تخمین توزیع آلودگی صوتی پرداخته شده است.

نتایج و بحث: مقادیر اندازه‌گیری شده در فاصله‌های معین از لبه سکو نشان می‌دهد که میزان آلودگی صدای حاصل از ورود قطار به سکو، ورود همزمان دو قطار به سکو، ورود قطار بدون توقف و عبور از سکو در بیشتر زمان‌ها، بالاتر از حد استاندارد بوده و در برخی ایستگاه‌های برداشت، به بالای ۱۰۰ دسی بل هم می‌رسید که این خود نشان دهنده شرایط بحرانی آلودگی صوتی در این سکوهای مترو می‌باشد.

نتیجه‌گیری: روش‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر به‌منظور تخمین میزان آلودگی صوتی در سکوهای مترو کارآمد بوده است. به‌طوریکه می‌توان با شناسایی محدوده‌های بحرانی، با ارائه تمهیداتی صدمه‌های حاصل از آلودگی صدا بر سلامت شهروندان را مدیریت نمود.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه مترو، نرم افزار مدل ویژن پرو، آلودگی صوتی، مدل شبکه عصبی مصنوعی.

* Corresponding Author: *Email A*ddress. Sarkheil@khu.ac.ir
http://dx.doi.org/ 10.52547/envs.2021.1004
http://dorl.net/dor/ 20.1001.1.17351324.1401.20.1.5.4

مقدمه

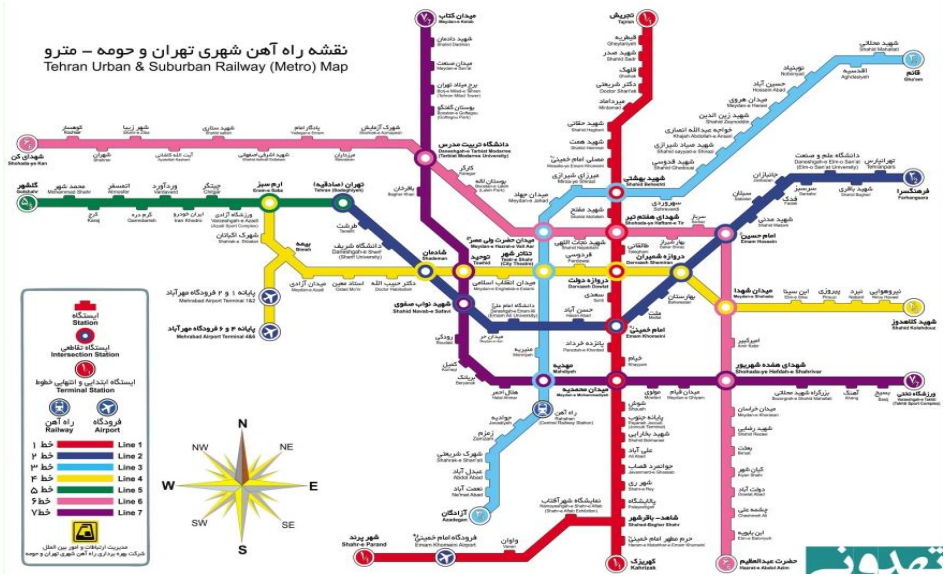
توجه به جنبه های بهداشت، ایمنی و محیط زیست[1] به منظور حفاظت از انسان و محیط در برابر آلودگی ها، مخاطرات و حوادث، بسیار حائظ اهمیت می باشد (Gorbanzadeh, *et al.*, 2016; Sarkheil, 2021; Sarkheil *et al.*, 2020; Sarkheil *et al.*, 2016; Sarkheil *et al.*, 2015). به گونه ای که عدم رعایت درست اصول و استانداردهای این بخش ها می تواند، آسیب های جبران ناپذیری را در حوزه های ایمنی، بهداشت، سلامت فردی و محیطی (آلودگی هوا، آلودگی خاک، آلودگی آب، آلودگی صوتی و از این قبیل) برای انسان و اکوسیستم های طبیعی به همراه داشته باشد (Sarkheil and Rahbari, 2016; Sarkheil and Tavakoli, 2015; Sarkheil *et al.*, 2019; Sarkheil and Rahbari, 2016). یکی از این جنبه های مهم آسیب رسان به سلامت انسان و همچنین تاثیر گذار بر محیط، آلودگی صوتی می باشد. صوت اگر به‌صورت کنترل نشده و بیش از حد مجاز باشد، می‌تواند آثار مخربی به همراه داشته باشد. بنابراین اندازه‌گیری و کنترل میزان شدت صوت اهمیت زیادی دارد (Guski *et al.*, 2017; Saadatian and Hosseini, 2014). بحران‌های بهداشتی ناشی از آلودگی صوتی به‌سرعت ظاهر نمی‌شود، اما از این موضوع نباید غافل شد که جمعیت شهرهای بزرگ با این مسئله و عوارض ناشی از آن، به‌عنوان یکی از مشکل‌های محیط زیستی مواجه‌اند. که این موضوع فکر برنامه ریزان را به خود معطوف ساخته است (Dehghan *et al.*, 2011). امروزه بیشتر شهرهای بزرگ جهان مجهز به سیستم حمل و نقل زیرزمینی هستند (CRTA, 2019). به‌طوریکه در حال حاضر بیش از ۱۲۰۰ کیلومتر ریلی در سراسر جهان در حال ساخت هستند که می‌توانند تعداد بی‌شماری از مسافران را روزانه جابه‌جا نمایند، با این وجود قطارها از منابع عمده تولید آلودگی صدا به‌شمار می‌روند (Yan *et al.*, 2020). گرچه مزیت‌های بسیاری از طریق حمل و نقل ریلی شهری حاصل می‌شود، اما سیستم حمل و نقل ریلی به‌عنوان دومین منبع سر و صدا بزرگترین سبک زندگی مدرن بشر در نظر گرفته شده است (Lictra *et al.*, 2015; Lictra *et al.*, 2016; Thompson, 2008; Hang *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2019). آلودگی صوتی یکی از شایع‌ترین مشکل‌های محیط زیستی کلان شهر تهران است که نسبت به سایر مشکل‌ها، کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Hamedani *et al.*, 2011). اثرهای آلودگی صدا مربوط به تأثیر آن روی دستگاه عصبی، وضع روانی و رفتاری، مشکل‌های شنوایی، ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرگیجه، کم خوابی، فشار خون، اضطراب، افسردگی و غیره می‌باشد (Saadatian and Hosseini, 2014). دریافت صداهای حاصل از ورود قطار مترو به سکو در نقاط مختلف آن، متفاوت است که اندازه گیری صدا برای هر نقطه که می‌تواند محل ایستادن مسافران روی سکو باشد، دارای اهمیت می‌باشد. بررسی آلودگی صوتی در راه آهن شهری تهران و حومه نشان داد که میانگین تراز معادل صوتی در داخل کابین‌ها کمتر از حد مجاز ولی در خارج از واگن‌ها بیشتر از حد مجاز است (Hamedani *et al.*, 2011). یک مدل برنامه ریزی غیر خطی مختلط با هدف به حداقل رساندن مجموع هزینه‌های تأخیر و هزینه‌های عملیاتی قطارها با سرعت متغیر در هر بلوک برای مشخص شدن میزان صدا نیز ارائه شده است (Hoggins, 1995). Ghoseiri and Morshedsolouk (2006) توسعه الگوریتمی فرا ابتکاری، با نام سیستم کلونی مورچه‌ها را برای حل مسئله زمان بندی حرکت قطارها معرفی

نمودند. Li *et al*. (2019) مدل ریاضی چند هدفه به‌منظور بهینه کردن زمان انتظار مسافران و همچنین مشخص کردن هزینه‌های انرژی ارائه نمودند. روش کنترل صدا در متروی روی زمین در شهر لس آنجلس در ۱۶ ایستگاه صورت گرفت. میانگین آلودگی صدای تولیدی ۷۰ الی ۸۰ دسی بل بود که مربوط به سرعت بالای تردد در بزرگراه و کوتاه بودن فاصله بین سکوی ایستگاه‌ها و خطوط جاده‌ای بزرگراه و حضور سیستم ساختاری در بالای پلت فرم‌ها بود. از راهکارهای بیان شده نصب تابلوهای اعلان وضعیت آلودگی در هر ایستگاه برای اطلاع مسافران بود (Schaffer, 2012). از سال ۲۰۰۵ مطالعات وسیعی جهت کاهش صدا در سکوهای مترو در ترکیه در حال انجام است. مرحله‌های انجام مدل کردن داده‌های ساختار معماری ایستگاه شامل: اتاق‌ها و سکوها ارائه شده است. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه برای سایر ایستگاه‌های مشابه مورد استفاده قرار گرفت (Su Caliskan, 2007 and). بنابراین برای پیش‌بینی و کنترل آلودگی صدا با استفاده از روش مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی می‌توان به نتایج مطلوب دست یافت. با پیش‌بینی افزایش جمعیت دهلی نو در سال ۲۰۲۱ به ۲۲/۵ میلیون، مبارزه جدی با آلودگی صدای تولیدی از خودروهای سبک و سنگین در دستور کار قرار گرفت. یکی از روش‌های پیش‌گیری آلودگی صدا، افزایش اتوبوس‌های تندرو و راه اندازی خطوط ریلی داخل شهر بود که سبب کاهش و کنترل خودروهای فرسوده و بوق زدن، سوخت غیر استاندارد و سرانجام اعلان یک روز ملی به‌عنوان روز مبارزه با آلودگی صدا گردید (CPCB, 2019).

هدف این پژوهش، مدل‌سازی آلودگی صوتی با استفاده از نرم افزارمدل ویژن پرو[۲]، روی سکوهای ایستگاه مترو دروازه دولت واقع بر خط یک متروی تهران، به‌عنوان ایستگاه محور اصلی براساس داده‌های برداشتی روی یک شبکه منظم، و همچنین تخمین پراکندگی آلودگی صوتی روی سکوهای ایستگاه مترو تجریش، با استفاده از برداشت داده محدود و تخمین با شبکه عصبی مصنوعی و نرم افزارمتلب[۳] می‌باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

خط یک متروی تهران از منطقه تجریش در شمال تهران شروع و پس از عبور از ایستگاه‌های قیطریه، شهید صدر، قلهک، دکتر شریعتی، میرداماد، شهید حقانی، شهید همت، مصلی، شهید بهشتی، شهید مطهری، شهدای هفتم تیر، طالقانی، دروازه دولت، امام خمینی، پانزده خرداد، خیام، محمدیه، شوش در زیر زمین و ادامه مسیر در روی زمین با عبور از ایستگاه‌های ترمینال جنوب، خزانه، علی آباد، جوانمرد قصاب، شهر ری، باقرشهر، شاهد، حرم مطهر امام خمینی(ره) به منطقه کهریزک در گوشه جنوبی بهشت زهرا ختم می‌شود. در بین این ایستگاه‌ها، ایستگاه‌هایی مانند شهید بهشتی، شهدای هفتم تیر، دروازه دولت، امام خمینی و میدان محمدیه دارای تقاطع با خط‌های دیگر مترو هستند. طول خط یک ۲۹ کیلومتر با تعداد ۲۹ ایستگاه (۱۹ ایستگاه زیر زمین و ۱۰ ایستگاه روی زمین) می‌باشد. طول سکوها در تمامی ایستگاه‌ها مساوی بوده و اندازه آن‌ها ۱۴۰ متر (مساوی طول قطارها) می‌باشد. هر قطار از ۷ واگن تشکیل شده که طول هر واگن ۲۰ متر و عرض آن ۲ متر است. ویژگی‌های خط یک (تجریش - کهریزک)، خط دو (فرهنگسرا - صادقیه)، خط سه (قائم - آزادگان)، خط چهار (ارم سبز - شهید کلاهدوز)، خط پنج (صادقیه - گلشهر)، خط شش (سولقان - حضرت عبدالعظیم)، خط هفت (یادگار امام - ورزشگاه تختی) در شکل (۱) مشخص شده است.



شکل ۱- خط‌های مختلف مترو در کلان شهر تهران

(مدیریت ارتباطات و امور بین الملل شرکت بهره برداری راه آهن شهری تهران و حومه، ۱۳۹۸)

Fig. 1- Different metro lines in the metropolis of Tehran (Tehran Urban and Suburban Railway Operation Co., 1398)

مواد و روش ها

منابع تولید صدا در سیستم مترو زیرزمینی به ساختار ایستگاه، ریل‌های قطار، عمر قطارها و نوع لوکوموتیو برقی و سایر موارد مرتبط می باشد.

ساختار ایستگاه: عنصرهای تشکیل دهنده معماری داخلی در سکوها شامل سنگ یا سرامیک در کف و دیواره‌ها می‌باشد، استفاده از پنل‌های ساده آلومینیومی، یا کامپوزیت و یا فلزهای آهنی در سقف که تنها تغیی ر در رنگ و ابعاد سبب تغییر در ظاهر ایستگاه‌ها شده و توانسته نمای زیبایی را به‌وجود آورد. این سازه‌ها با توجه به رطوبت بالا در ایستگاه‌ها نمی‌توانند عایق مناسبی در برابر صداهای ایجاد شده باشند. عایق کاری در سقف می‌تواند از توزیع صدا در سکوی ایستگاه‌ها تا حدودی جلوگیری نماید.

ریل های قطار: در صورت اندکی فاصله در ریل گذاری، هنگام عبور قطار، سایش بین چرخ‌ها و ریل اتفاق می‌افتد که در اثر آن صدا تولید می‌شود. سرو صدایی که از چرخ و ریل به‌وجود می‌آید شامل لکوموتیو و کلیه واگن‌ها می‌شود که با ترمز کردن حتی با سرعت متوسط در ورود به سکو، افزون بر انعکاس صدا، به داخل واگن‌ها، به سطح مجاور یعنی سکوها منعکس شده که گاهی شدت صوت به ۱۱۰ دسی بل هم می‌رسد. جهت کاهش صدا، استفاده از ترمزهای دیسکی، عمر ریل‌ها و چرخ‌ها، مجهزکردن قطارها به چرخ‌های لاستیکی یا چرخ‌های انعطاف پذیر و در نهایت کم کردن تعداد چرخ‌ها در صورت امکان می‌تواند مؤثر باشد.

عمر قطارها: میزان استفاده از قطارها در سالیان متمادی می‌تواند تراز صوت را بالا ببرد. باوجود اینکه در قطارهای قدیمی گاهی سروصدای ضربه‌های ناشی از اتصال واگن‌ها به‌شدت صدا می‌افزاید، اما بدنه و کف واگن‌ها، سیستم‌های تهویه بادبزنی و غیره نیز صداهای زیادی را تولید می‌کنند. بنابراین بازسازی سیستم‌ها در قطارهای قدیمی و جایگزین آن‌ها با فن آوری‌های نوین در کاهش صدا مؤثر است.

لکوموتیو برقی: تمام سروصداهایی که از این گونه لکوموتیوها خارج می‌شود مربوط به سیستم جلوبرنده، هواکش‌های خنک کننده موتورها و سیستم دنده‌های کاهنده است که اندازه سروصدای آن با سرعت قطار در ارتباط است. در سرعت‌های کمتر از ۱۵ km/h، تجهیزات کمکی عامل اصلی سروصدا هستند. تا حدودی سرعت ۵۰ km/h تجهیزات جلوبرنده عامل اصلی سروصدا

هستند. افزایش سرعت بالای ۵۰ km/h، که گاهی این صدای تولیدی به ۱۰۲ دسی بل هم می‌رسد مربوط به عبور قطارهایی است که در ایستگاه‌ها توقف نمی‌کنند. برای کاهش سروصدای لکوموتیوها، استفاده از روغن کاری مرتب اجزای مختلف سیستم‌ها، کاهش سرعت به کمتر از ۱۵ km/h در هنگام ورود به سکوها می‌تواند تا حدودی در کاهش صدا مؤثر باشد.

سایر منابع سروصدا: تجهیزات مورد استفاده در هر ایستگاه شامل: بلندگوی اعلانات، پله‌های برقی، تجهیزات سرمایشی یا گرمایشی و تهویه‌ها هستند. افزون بر این‌ها، ازدحام جمعیت در زمان‌های خاص، انعکاس صدای ترمز قطارها در هنگام ورود به سکوها و صدای شتاب در هنگام خروج را می‌توان بیان کرد. رعایت نظم در ورود و خروج قطارها در سکوها و نظارت بر عملکرد دستفروشان و ازدحام جمعیت می‌تواند در کاهش این نوع سروصداها بسیار مؤثر باشد.

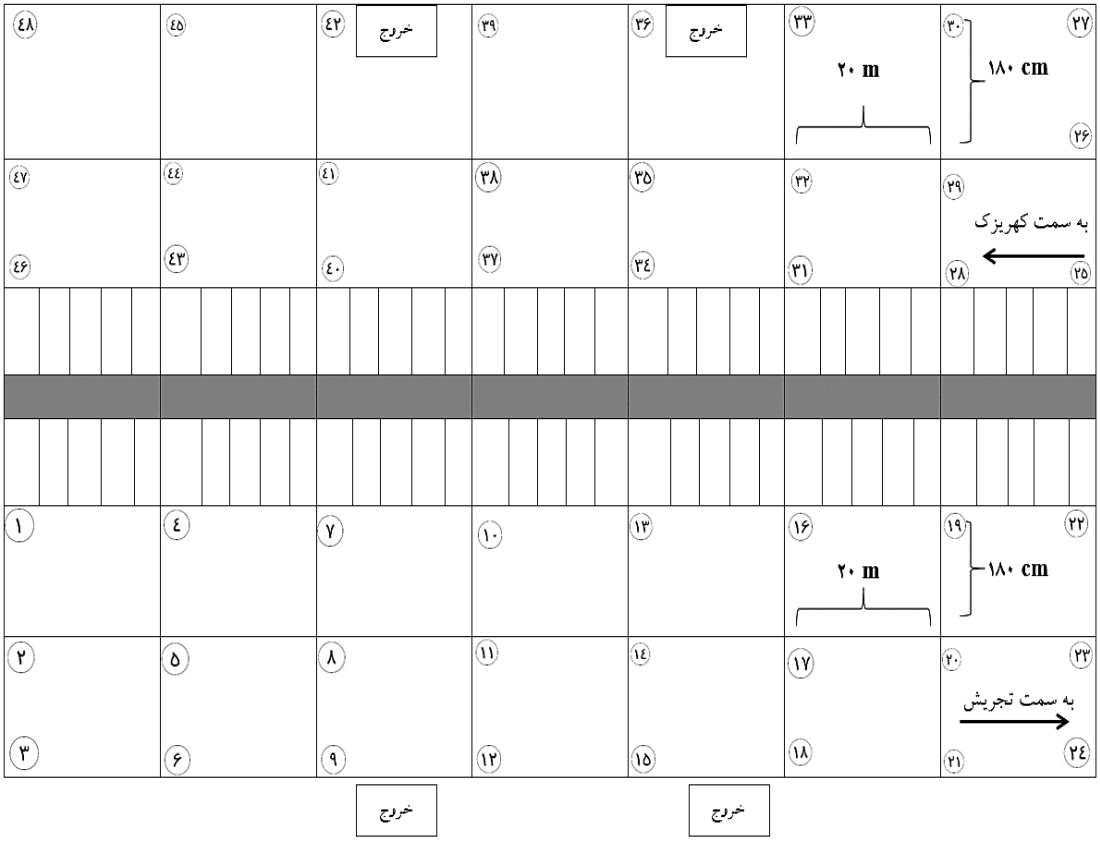
تراز سنج‌های صوتی انواع مختلفی دارند که در ابتدا با توجه به روش کاربرد در محیط، به شکل استاندارد ساخته می‌شوند. این دستگاه‌ها شامل نمایشگر، میکروفون، تقویت کننده و مدارهای وزنی هستند. در این تحقیق از صدا سنج آنالیزوردار ۴۵۰/۴۹۰ CEL – با ویژگی‌های کیت کامل صدا، صفحه نمایش بزرگ با نور پشت زمینه برای جاهای کم نور، قابلیت آنالیز همزمان اکتاوباند و ۳/۱ اکتاو، تراز اندازه گیری Lpk, Lmax, Lmin, Leq، حافظه ۲ مگابایتی و تطبیق داده شده با استانداردهای IEC 6080، ۶۰۶۵۱ IEC، ۶۱۶۷۲ IEC استفاده گردیده است (شکل۲).

شکل ۲- نمایی از دستگاه تراز سنج صوت
Fig. 2 – A view of the sound leveling device

مطالعه تراز صدا: تراز صوت در زمانی که دو قطار همزمان وارد سکو می‌شوند و یا یکی وارد و دیگری خارج می‌شود و یا یکی و دیگری بدون توقف خارج می‌شوند را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه گیری نمود. اندازه گیری فقط در یک حالت و آن هم زمانی که قطار وارد سکو در یک جهت می‌شود، صورت می‌گیرد که بیانگر میزان صدای حاصل از تجهیزات لکوموتیو و واگن‌ها، خط‌های ریلی که ترمز روی آن‌ها صورت گرفته، ازدحام جمعیت و گاهی حضور دستفروشان می‌باشد. از آنجاییکه صوت تولیدی در سکوها متغیر است، با استفاده از دستگاه تراز سنج صداهای ایجاد شده در هر نقطه از سکو ضبط می‌شوند و زمان کافی برای اندازه گیری در اختیار دستگاه قرار داده می‌شود. رقم خوانده شده میانگین نوسان‌های صدایی است که در بازه زمانی تعیین شده، ایجاد شده است. زمان تعیین شده برای اندازه‌گیری صوت در این تحقیق، بین ۱۰ الی ۳۰ دقیقه تعیین شد و برای در نظر گرفتن انعکاس صدا در شب تا ساعت ۲۰ شب ادامه یافته است.

مطالعه پیش‌بینی صدا: برای پیش‌بینی آلودگی صوتی از سه روش دستی، مدلی – درجه‌ای و رایانه‌ای استفاده می‌شود. در روش سوم با استفاده از نرم افزارهای خاص، می‌توان اندازه گیری‌ها دقیق به‌همراه محاسبات مربوطه انجام داد و نقشه‌های آلودگی صوتی را با رائه تصویرها برای منطقه‌های مشابه ترسیم نمود. در این روش، پیش‌بینی آلودگی صوتی با شبیه‌سازی صحیح قطارهای مترو در سکوها صورت می‌گیرد. این شبیه سازی‌ها که توسط مدل انجام می‌شود، می‌تواند برای خط‌های مترو، انشعابات مترو، حضور همزمان قطارها روی سکوها و یا عبور همزمان قطارها از سکوها و یا عبور همزمان در داخل تونل‌ها بسیار مفید باشد. هدف اصلی مدل‌سازی، فراهم نمودن تابع انتقال بین منبع و موقعیت‌ها و مکان‌های گیرنده که به نوع درجه بندی هم مرتبط است، می‌باشد.

نحوه اندازه گیری صدا: نحوه اندازه‌گیری صدا در مترو براساس روش استاندارد انجام شد تا بتوان نتایج را برای تمام سکوها با استفاده از نرم افزار مدل ویژن و روش شبکه عصبی مصنوعی به‌طور دقیق توسعه داد. در مورد محاسبه میزان صوت روی سکوهای مترو، استانداردی در ایران وجود ندارد، ولی در مورد شیوه انـدازه گیری صـــوت در تـونـل‌های زیـرزمـیـنـی، استانداردهای جهانی موجود است. به منظور برداشت داده ها در این تحقیق بازدید های متعدد از بخش های مختلف سکوها صورت پذیرفته و زمان زیادی نیز صرف شده است، تا شرایط متفاوت در نحوه ورود قطار و همچنین خروج قطار به ایستگاه ها، اندازه گیری شود. از بین خط‌ها، خط یک مترو، و از بین ایستگاه‌ها، ایستگاه دروازه دولت انتخاب گردید. بعد از کالیبره کردن دستگاه تراز سنج، بازه زمانی بین ۳۰ - ۱۰ دقیقه تنظیم شد. فاصله‌های زمانی روزانه از ساعت ۲۰ - ۷، هنگامی که سکوها کمابیش پر از جمعیت بودند، در نظر گرفته شد. با رعایت دستورالعمل اندازه گیری روی سکوها، ارتفاع میکروفون تراز سنج در ۲ متری از کف سکو قرار گرفت. اندازه گیری صدا در فاصله‌های ۱۸۰ سانتی متری و ۲ متری از بدنه قطار در عرض سکو انجام شد. نقاط منتخب در هر دو طرف سکوی ایستگاه بدین صورت بود که سه نقطه اصلی، یکی در ابتدای سکو، دومی در وسط سکو و سومی در انتهای سکو در نظر گرفته شد و اندازه گیری صدا در هنگام ورود، توقف و خروج قطار صورت گرفت. شکل (۲) بیانگر نقاط انتخابی در ایستگاه دروازه دولت است. در جدول(۱)، داده‌های اندازه گیری شده در سه مرحله برای ایستگاه دروازه دولت قابل مشاهده است.



شکل۳- موقعیت‌های طراحی شده جهت اندازه گیری صدا در هر دو طرف سکوی ایستگاه دروازه دولت

Fig. 3- Designated locations for measuring sound on both sides of the platform of the Darvazeh Doulat Station

جدول ۱- داده‌های ایستگاه دروازه دولت

Table 1. Darvazeh Doulat Station data

۱	Lmin =۷۸/٤ Lmax = ۱۰۱ Leq = ۸۷/۲	۲	Lmin =۷۲/۲ Lmax = ۹۵/۸ Leq =۸٤/۲	۳	Lmin =۷۵/۸ Lmax = ۹۵/۲ Leq =۸٤/۱	٤	Lmin =۷۲/۵ Lmax = ۹۵/۲ Leq =۸۵/۹	۵	Lmin =۷۲/۹ Lmax = ۹۵/۲ Leq =۸٤/۱	۶	Lmin =۷٤ Lmax = ۹۲/۲ Leq =۸٤/۲
۷	Lmin =۷۵/۲ Lmax = ۹۲/۲ Leq =۸۵/۷	۸	Lmin =۷۵ Lmax =۹۲/٤ Leq =۸۲/۱	۹	Lmin =۷۲/۹ Lmax = ۹۰/۲ Leq =۸٤/۱	۱۰	Lmin =۷٤/۲ Lmax = ۹۷ Leq =۸٤/۱	۱۱	Lmin =۷۲/۱ Lmax = ۹۵/۲ Leq =۸٤/۵	۱۲	Lmin =۷۲ Lmax =۹٤/۵ Leq =۸۲/۷
۱۳	Lmin =۷۲/۸ Lmax = ۹۷/۵ Leq =۸۵/۸	۱٤	Lmin =۷۱ Lmax =۹۲/۹ Leq =۸۲/۱	۱۵	Lmin =۷۰/۸ Lmax =۹۵ Leq =۸۲	۱۶	Lmin =۷۷ Lmax =۹۸ Leq =۸۲/٤	۱۷	Lmin =۷۵ Lmax = ۹۲/۷ Leq =۸۵	۱۸	Lmin =۷۱/۵ Lmax = ۹۲/۷ Leq =۸۲/۸
۱۹	Lmin = ۷۸/۲ Lmax = ۹۷/۱ Leq = ۸۵/۹	۲۰	Lmin = ۷۱/۱ Lmax = ۹۲/۲ Leq = ۸٤/۷	۲۱	Lmin = ۷۲/۲ Lmax = ۸۵/٤ Leq = ۸۲/۷	۲۲	Lmin = ۷۹ Lmax = ۹۸/۲ Leq = ۸۷/۲	۲۳	Lmin = ۷۷/٤ Lmax =۹۵/۷ Leq = ۸۱	۲٤	Lmin =۷۲/٤ Lmax = ۸۱/۷ Leq =۸۲
۲۵	Lmin = ۷۵/۲ Lmax = ۹۵/٤ Leq = ۸۷	۲۶	Lmin = ۷۵/٤ Lmax = ۹۱/۲ Leq = ۸۵/۹	۲۷	Lmin = ۷۱/۹ Lmax = ۸۵/۸ Leq = ۸۲/۱	۲۸	Lmin = ۷۸/۲ Lmax = ۹۱/۲ Leq = ۸۱/۷	۲۹	Lmin = ۷۵ Lmax = ۹۲/٤ Leq = ۸۲/۹	۳۰	Lmin = ۷٤/۵ Lmax = ۸٤/۹ Leq = ۸۲/۵
۳۱	Lmin = ۷۷/۲ Lmax =۱۰۱ Leq = ۸۵/٤	۳۲	Lmin = ۷۱ Lmax = ۹۲/۷ Leq =۸٤/۸	۳۳	Lmin = ۷۲/۲ Lmax = ۹۲/۱ Leq = ۸۲/٤	۳٤	Lmin = ۷۹ Lmax = ۹۸/٤ Leq = ۸۱/۲	۳۵	Lmin = ۷۰/۲ Lmax = ۹۱/۱ Leq = ۸۲/۷	۳۶	Lmin = ۷۲/۲ Lmax = ۹٤/۲ Leq = ۸۵/۷
۳۷	Lmin = ۷۸/۲ Lmax = ۹۷/۵ Leq = ۸۵/٤	۳۸	Lmin =۷۹/۸ Lmax = ۹۵/۱ Leq = ۸٤/۲	۳۹	Lmin = ۷۰/۱ Lmax = ۹۲/۸ Leq = ۸٤/۵	٤۰	Lmin = ۷۱/۲ Lmax = ۹۸/۱ Leq = ۸۱/۲	٤۱	Lmin = ۷٤/۸ Lmax = ۹۲/۲ Leq = ۸۲/۷	٤۲	Lmin = ۷٤/۹ Lmax =۹۱ Leq = ۸۲/۱
٤۳	Lmin = ۷۵/۸ Lmax = ۱۰۲/۱ Leq = ۸۸/٤	٤٤	Lmin =۷٤ Lmax = ۹۱/٤ Leq =۸٤/۷	٤۵	Lmin = ۷۵/۱ Lmax = ۹٤/۲ Leq = ۸٤/۲	٤۶	Lmin = ۷۷/۲ Lmax = ۹۷/۲ Leq = ۸۱/۷	٤۷	Lmin = ۷٤/۹ Lmax = ۹۱/۱ Leq = ۸۵/۲	٤۸	Lmin = ۷۵/٤ Lmax = ۹۵/۲ Leq = ۸۲/۷

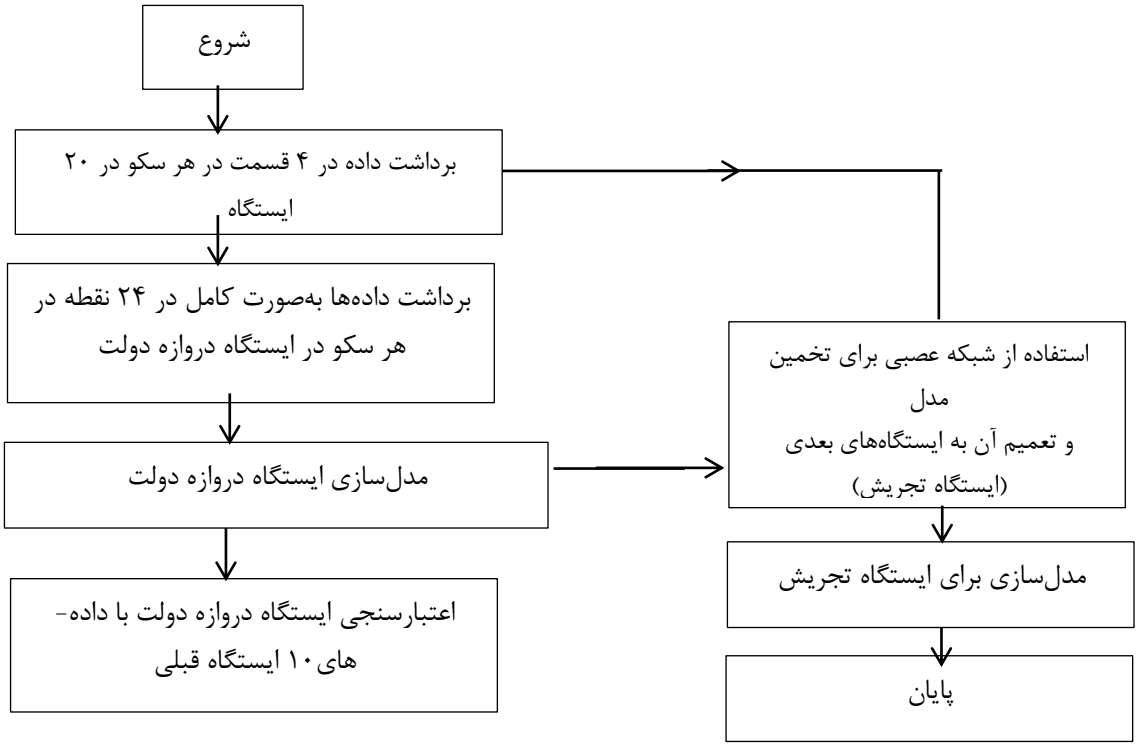
شبکه عصبی مصنوعی: برای دریافت و تخمین داده-های ایستگاه‌های دیگر خط یک، از نرم افزار شبکه عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. داده‌های ورودی به شبکه عصبی به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارت اند از: ۱- آموزش، ۲-اعتبارسنجی، ۳-تست. تعیین میزان خطاها نیز با بررسی داده‌های خروجی از جعبه افزار با رسم نمودار هیستوگرام مشخص می‌شود. افزون بر این، داده‌های تخمین زده شده برای ایستگاه تجریش وارد محیط نرم افزار مدل ویژن می‌شوند تا با مدل‌های به‌دست آمده از ایستگاه دروازه دولت مقایسه شوند.

مدل‌سازی داده‌ها

در این تحقیق، برای مدل‌سازی نقاط اندازه گیری شده در هر ایستگاه از نرم افزار مدل ویژن پرو استفاده شده است. اساس کار این مدل‌سازی، تخمین ریاضی با روش حداقل مربعات و روش ارتونرمال می‌باشد. پس از رسم مدل درون یابی شده روی بخش شمالی و جنوبی هر ایستگاه، فیلتر صدا روی پروفیل‌های طولی اعمال شده و در نهایت مدل نهایی آلودگی صوتی روی هر ایستگاه با استفاده از مدل درون‌یابی این نرم افزار ترسیم شده است. به‌طوریکه به-عنوان نمونه مرحله‌های انجام عملیات در ایستگاه دروازه دولت به‌صورت زیر بود:

۱- داده‌های هر دو سکوی ایستگاه وارد مدل گردید ۲- نتایج حاصل از مدل برای دو طرف سکو با داده‌های سکوهای ایستگاه‌های قبلی اعتبار سنجی شد. ۳- با استفاده از شبکه عصبی برای ۱۰ ایستگاه دیگر در همین مسیر، داده‌ها به‌صورت آزمایشی وارد و نقاط تخمین زده شد. ۴- در پایان، مدل سایر ایستگاه‌های خط یک ترسیم گردید.

مرحله‌های پیشرفت عملیات و مدل‌سازی ایستگاه دروازه دولت در شکل (۴) به نمایش گذاشته شده است.

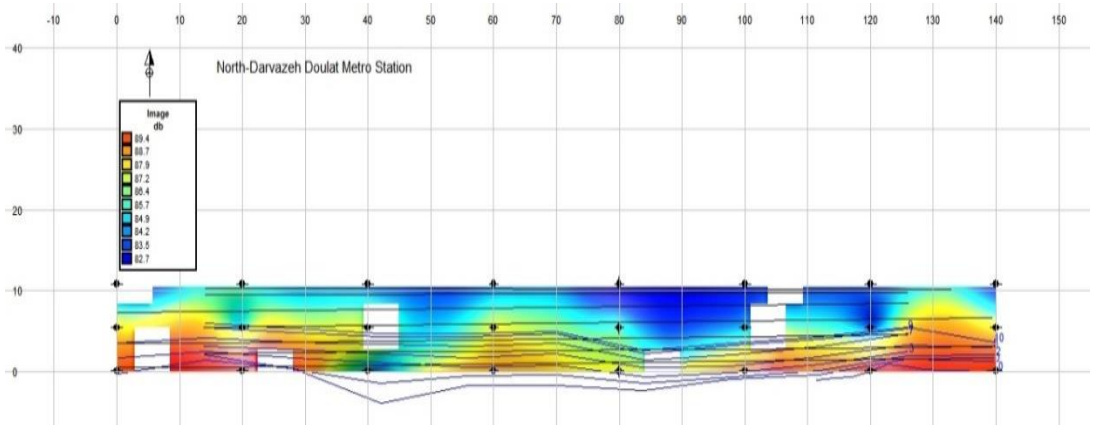


شکل۴- دیاگرام مدل‌سازی آلودگی صوتی در ایستگاه‌های خط یک مترو

Fig. 4- Diagram of modeling noise pollution at stations of line one of Tehran's metro

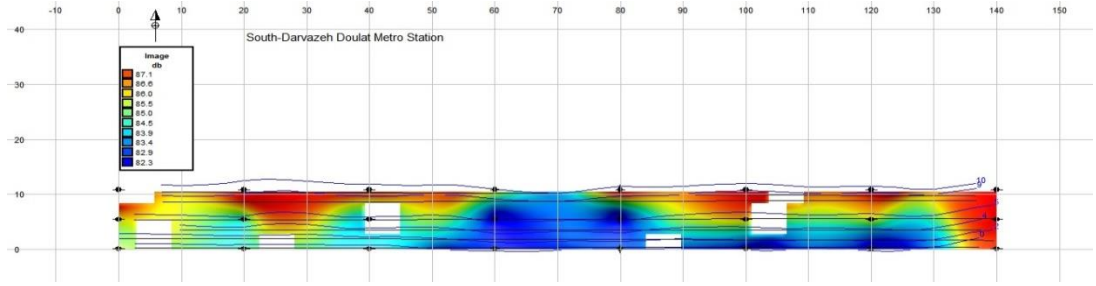
نتایج و بحث

نتایج مدل‌سازی شدت آلودگی صوتی در ایستگاه دروازه دولت در دو حالت الف- در سکوی شمالی (به سمت کهریزک) ب- در سکوی جنوبی (به سمت تجریش) ارائه شده است. داده‌های هر دو سکو براساس الگوی نرم افزار مدل ویژن، آماده سازی شده و داده‌های هر کدام از ایستگاه‌ها از طریق بخش ورودی وارد نرم افزار شده و سپس با استفاده از روش های درون یابی با کنترل میزان خطا، مدلسازی شده است. در این بخش، نقاط اندازه‌گیری شده به‌صورت ابتدایی در سکوی شمالی ایستگاه دروازه دولت مشخص شده‌اند. طیف‌های رنگی، نشان دهنده شدت آلودگی صوتی در ایستگاه‌ها یا نقاط اندازه گیری شده هستند، به‌طوریکه طیف‌های رنگی قرمز، نقاط اندازه گیری شده در قسمت لبه سکو را نشان می‌دهند که از شدت بالایی برخوردارند (شکل ۵ و۶).



شکل ۵- مدل اولیه درون‌یابی داده‌های سکوی شمالی ایستگاه دروازه دولت

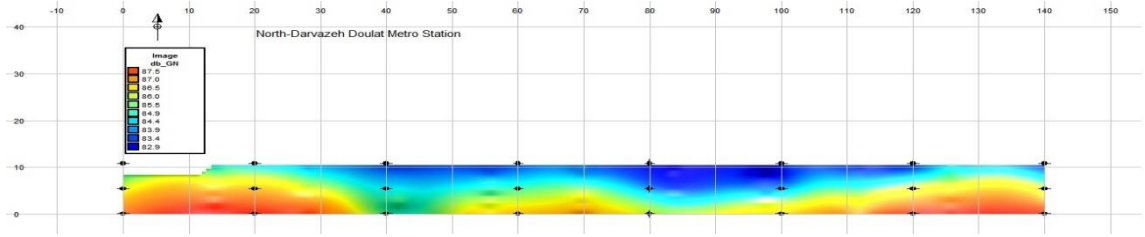
Fig. 5- The initial model of data interpolation of the north platform of Darvazeh Doulat Station



شکل ۶- مدل اولیه درون‌یابی داده‌های سکوی جنوبی ایستگاه دروازه دولت

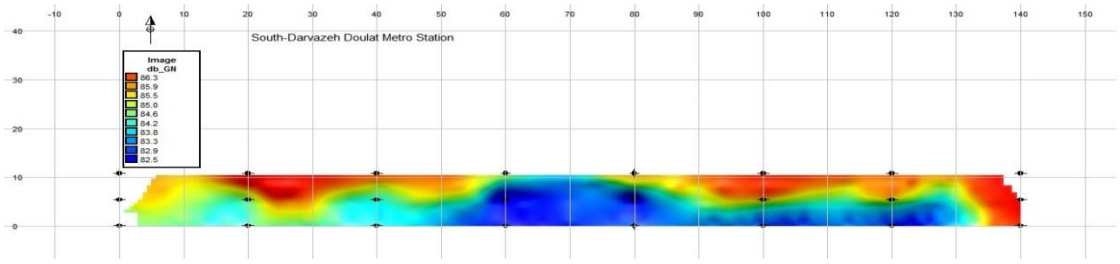
Fig. 6- The initial model of data interpolation of the south platform of Darvazeh Doulat Station

در ادامه به‌منظور کاهش اثرهای نویز، برای داده‌های هر کدام از سکوها از منوی Filters نرم افزار وارد بخش Convolution Filtersشده و گزینه Noise Generator را انتخاب نموده و در این مرحله فیلتر نویز صورت گرفته و اثرهای نویز داده‌ها و بخش‌های توخالی از مدل حذف شده‌اند و در این مرحله خط‌های تراورسی روی پروفیل-های طولی سکوی شمالی و جنوبی ایستگاه دروازه دولت رسم شده تا مدل برای فیلتر نویز آموزش لازم را ببینند. پس از انجام این مرحله مدل نهایی شدت آلودگی صوتی با نویز حذف شده ترسیم خواهد شد(شکل ۷ و ۸). در این مرحله با استفاده از منوی فیلتر نرم افزار که سبب کاهش اثرهای نویز داده‌ها شده و با توجه به خط‌های تراورسی که روی پروفیل‌های طولی سکوی شمالی ایستگاه دروازه دولت رسم شده است، مدل نهایی و کامل از سکوی شمالی با حذف کامل نویز داده‌ها ترسیم شد که در این شکل به‌روشنی می‌توان اثرهای آلودگی صوتی را از روی طیف‌های رنگی مشاهده کرد. همان طورکه گفته شد طیف‌های رنگی قرمز و روشن نقاط اندازه‌گیری شده در قسمت لبه سکو را نشان می‌دهند که شدت آلودگی صوتی در این نقاط نزدیک به ۱۰۰ دسی بل و بیشتر هم می‌رسد و هرچه به طرف طیف‌های رنگی آبی و تیره می‌رویم از شدت آلودگی صوتی کمتر می‌شود.



شکل ۷- مدل نهایی سکوی شمالی ایستگاه دروازه دولت

Fig. 7- The final model of the north platform of Darvazeh Doulat Station



شکل ۸- مدل نهایی سکوی جنوبی ایستگاه دروازه دولت

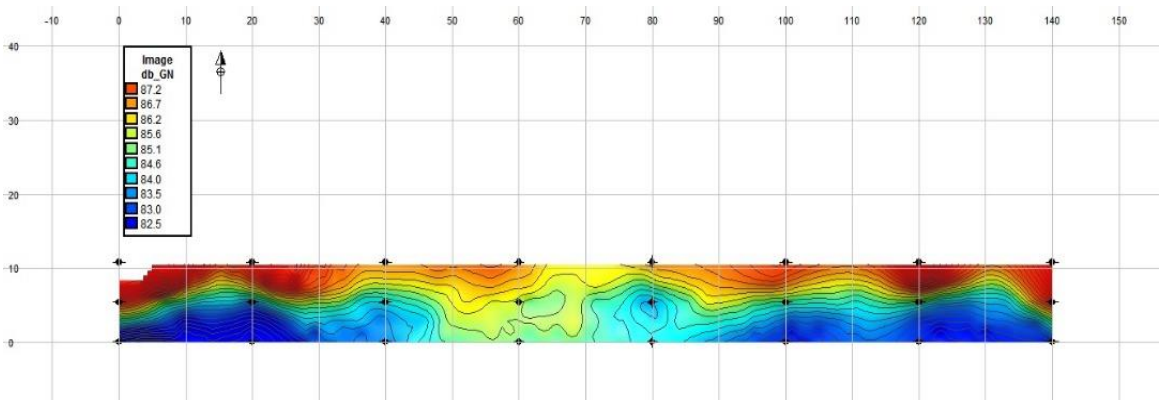
Fig. 8- The final model of the south platform of Darvazeh Doulat Station

به‌طوریکه نتایج نشان می‌دهد، استفاده از شبکه عصبی مصنوعی وکد نویسی در محیط نرم افزار متلب نیز می-تواند با انجام برداشت‌های محدودتر، نتایج تخمین مناسبی را برای ایستگاه تجریش و به تبع آن برای سایر ایستگاه‌های مترو با شرایط فیزیکی یکسان نشان دهد.

۱- داده‌های سکوی شمالی و جنوبی هر کدام جداگانه

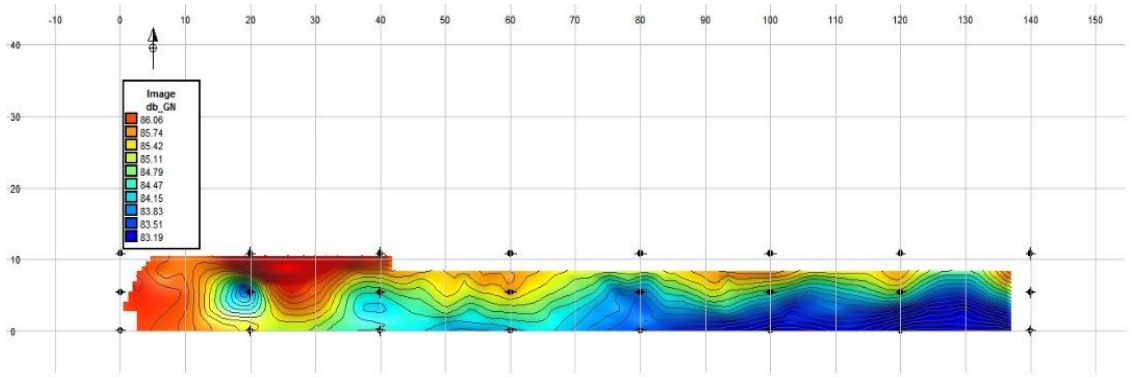
براساس فرمت نرم افزار مدل‌سازی می‌شوند.

۲- داده‌های هر کدام از ایستگاه‌ها از طریق بخش ورودی نرم افزار وارد نرم افزار شده و سپس مدل اولیه درون‌یابی داده‌ها رسم می‌شود(شکل ۹ و ۱۰).



شکل ۹- مدل اولیه درون‌یابی داده‌های سکوی شمالی ایستگاه تجریش

Fig. 9- The initial model of data interpolation of the north platform of Tajrish Station



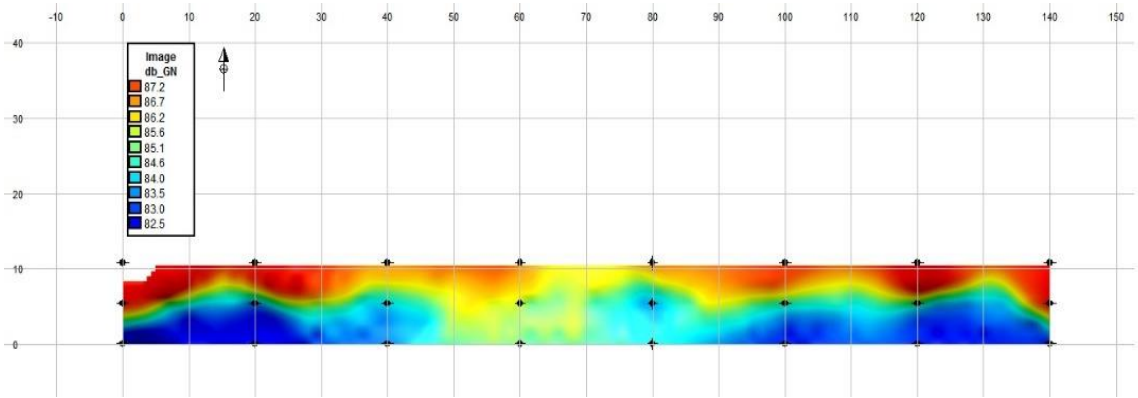
شکل ۱۰- مدل اولیه درون‌یابی داده‌های سکوی جنوبی ایستگاه تجریش

Fig. 10- The initial model of data interpolation of the southern platform of Tajrish Station

۳- به‌منظور کاهش اثرهای نویز، داده‌ها از منوی Filters نرم افزار وارد بخش Convolution Filters شده و گزینه Noise Generator انتخاب می‌شود.

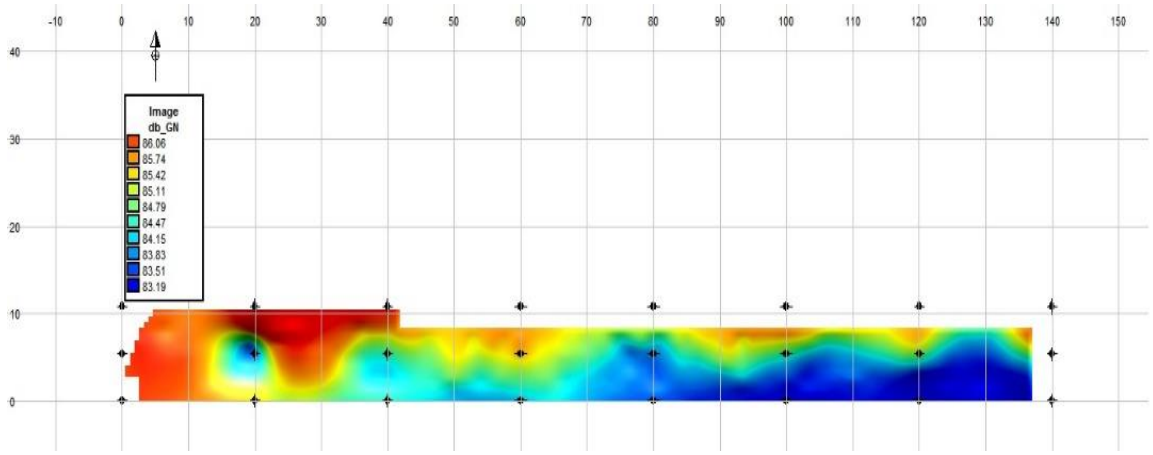
۴- بنابر نقشه نویز خط‌های تراورس به‌صورت افقی روی مدل رسم گردید، تا مدل برای فیلتر نویز آموزش لازم را ببینند.

۵- پس از انجام این مرحله، مدل نهایی شدت آلودگی صوتی با نویز حذف شده، ترسیم خواهد شد (شکل ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱- مدل نهایی سکوی شمالی ایستگاه تجریش

Fig. 11- The final model of the north platform of Tajrish Station



شکل ۱۲- مدل نهایی سکوی جنوبی ایستگاه تجریش

Fig. 12- The final model of the south platform of Tajrish Station

همانگونه که اشاره شده است، هدف اصلی این تحقیق، بررسی شدت صدای تولید شده از قطارهای مترو بر روی سکوها و تعیین میزان فرکانس دریافتی صدا می‌باشد. به گونه ای که دوعامل زمان و فاصله‌ای که صدا از لبه سکو انتقال می یابد، نیز دارای اهمیت می باشد. در قطارهای زیر زمینی تراز معادل صوت در روز و شب به‌دلیل بسته بودن فضا اندکی متفاوت است. افزون بر این، به‌دلیل تردد مداوم قطارها و فعالیت مداوم تجهیزات مکانیکی در اثر افزایش دما، در انعکاس صدا تا حدودی تغییر ایجاد می-کنند. از طرف دیگر، اندازه گیری سطح فشار صوتی به فاصله میکروفون از منبع و شرایط فیزیکی ویژه‌ای که اندازه گیری در آن صورت می‌گیرد، بستگی دارد. اما اندازه گیری‌ها در دفعه‌های زیاد روی سکوها درک ذهنی خوبی از منابع تولید صدا حاصل می‌کند که دقت در اندازه گیری توسط دستگاه را به مراتب افزایش می‌دهد. بنابراین داده-های جمع‌آوری شده نشان داد که بیش از ۹۰٪ داده‌ها بالاتر از سطح استاندارد هستند و استفاده از نرم افزارمدل ویژن پرو برای مقایسه داده‌های ایستگاه دروازه دولت با سایر ایستگاه‌ها و اعتبار سنجی داده‌ها گویای وجود آلودگی صوتی روی سکوها هستند. از این مدل برای داده-های پیش‌بینی شده ایستگاه‌های دیگر توسط شبکه عصبی نیز استفاده گردید که نتایج صحیحی را نشان داده است.

نتیجه‌گیری

برای بررسی صحت و اعتبار مدل تولید شده با شبکه عصبی مصنوعی، موقعیت داده‌های ایستگاه‌های اندازه-گیری شده روی سکوهای جنوبی و شمالی ایستگاه تجریش که با مدل ویژن پرو انجام گردیده بود، به‌صورت مشابه به شبکه عصبی مصنوعی ارائه گردید. نتایج حاصل از شبکه عصبی مصنوعی با نتایج به‌دست آمده از مدل مطابقت بسیار خوبی داشت، به‌طوریکه طیف‌های رنگی به‌دست آمده که مشخص کننده میزان انتشار و آلودگی صوتی هستند، گواه بر این ادعا می‌باشد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که آلودگی صدا در هر دو طرف سکوهای مترو وجود دارد. مدل‌های نهایی به‌دست آمده از سکوی شمالی و جنوبی ایستگاه دروازه دولت و ایستگاه تجریش که شدت آلودگی صوتی را به‌صورت طیف‌های رنگی نمایش داده‌اند، به‌طور کاملاً واضحی نشان می‌دهد که شدت آلودگی صوتی بیش از حد استاندارد در این سکوها و کلیه سکوهای خط یک می‌باشد.در این مدل هرچه ازطیف رنگ‌های آبی و تیره به سمت طیف رنگ‌های روشن وقرمز نزدیک می‌شویم، بر شدت آلودگی صوتی افزوده می‌شود. طیف قرمز رنگ نشانگر نقاط اندازه گیری شده در قسمت لبه سکو و نزدیک قطار می‌باشد که شدت آلودگی صوتی در این قسمت گاهی به ۱۰۰ دسی بل هم می‌رسد که می‌تواند سبب آسیب جدی بر سیستم شنوایی

و تمام سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن شود. با توجه به اینکه در حال حاضر مترو بیش از تمام وسیله‌های نقلیه مورد توجه شهروندان است، مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که، نارضایتی شهروندان به‌دلیل وجود نداشتن دستورالعمل‌های مرتبط با آلودگی‌ها، بویژه آلودگی صوتی است. اگر آمار به‌دست آمده از آلودگی‌ها را مشاهده کنیم، متوجه خواهیم شد که هزینه درمان چقدر بالا است. بسیاری از شهروندان در طول زمان دچار بیماری‌های خاصی از جمله: استرس، هیجان، افسردگی، خستگی روح و جسم، تنگی نفس و غیره می‌شوند. اگر قرار است حمل و نقل ریلی گسترش یابد، باید به موازات آن دستورالعمل‌های سخت محیط زیستی که ضامن سلامت شهروندان باشد، نیز تدوین شود. اما همان طور که مشاهده می‌شود، حرکت مترو در تونل‌ها، تقاطع‌ها و ایستگاه‌ها، صدای زیادی را به داخل قطار منتقل می‌کند. به نظر می‌رسد شکل هندسی انتخاب شده نیاز به اصلاح دارد. اصلاحی که باید روی سکوها نیز انجام شود. ازدحام جمعیت در بعضی از ساعت‌های روز، ظرفیت سکوها را به‌گونه‌ای اشباع می‌کند که حرکت را با مشکل مواجه می‌کند. تأخیر ورود قطارها به ایستگاه، سبب بیشتر شدن این ازدحام می‌شود. به‌طوریکه هجوم مسافران به داخل واگن‌ها بیشتر از ظرفیت واگن‌ها می‌شود. قدیمی شدن بخش‌های لکوموتیوها و واگن‌ها و تجهیزات مرتبط، منجر به افزایش سروصدا می‌شود. در حال حاضر بیشترین مشکل، مربوط به ایستگاه‌های مترو می‌باشد که کمبودهای زیادی را می‌توان در ایستگاه‌ها مشاهده کرد. همان طور که در تحقیق حاضر اشاره شد، سروصدا در سکوها و در ایستگاه‌های مترو بالاتر از حد استاندارد است. عامل‌هایی مانند مصالح نامناسب در ساختار سکوها، استفاده نکردن از مواد کاهش دهنده صدا، عریض نبودن ورودی و خروجی‌ها، در نظر نگرفتن سکوهای عریض برای ایستگاه‌های خاص، محدود بودن پله‌های برقی و آسانسورها، نیاز نداشتن به اعلان بلندگوها در ایستگاه‌ها، رسیدگی نکردن مداوم به تجهیزات و امکانات موجود در قطارها، استقرار دستفروشان روی سکوها، وجود نداشتن تابلوی اعلانات ویژگی‌های ایستگاه‌ها جهت انتخاب ایستگاه توسط شهروندان موجب افزایش صدا در سکوها می‌شود. در نهایت می‌توان بیان کرد که تضمین سلامت مسافران و شهروندان با استفاده از تحقیق‌های جامع‌تر به‌منظور شناسایی و اصلاح وضعیت آلودگی صدای مترو دست یافتی خواهد بود.

پی‌نوشت‌ها

[1] Health, Safety and Environment
[2] Model Vision Pro Software
[3] MATLAB Software

منابع

Ghorbanzade, T., Sarkheil, H. and Ramezani, R., 2015. Analysis of Occupational Hazardous Causes: Ergonomics, Thermal Stress, Noise and Vibration; Provision of HSE_MS Improvement Resolutions for Refinery A of Assaluyeh, Iran. Journal of Applied Environment Biological Sciences. 5, 8, 291–297.

Ghoseiri, K. and Morshedsolouk, F., 2006. An Ant Colony System Heuristic for Train Scheduling Problem. Journal of Transportation Research. 2, 4. (In Persian with English abstract).

Anonymous, 2019. Tehran Urban and Suburban Railway Operation Co., Tehran Urban & Suburban Railway Map (In Persian with English abstract).

Anonymous, 2019. Report on statistics and analysis of urban rail transit in 2018. China urban Rail Transit Association (CRTA), Urban Rail Transit. 38, 18–36.

Anonymous, 2017. Delhi’s ambient noise levels influenced by traffic flow - Case studies, Central Pollution Control Board (CPCB), Ministry of Environment, Forests & Climate Change.

Guski, R., Schreckenberg, D. and Schuemer, R., 2017. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. International Journal of Environmental Research and Public Health. 14, 1539.

Hamidi, M., Kavousi, A., Nasiri, P., Hamedani, A., Kiani, S. and Dehghan, H., 2012. Study of Noise Pollution in Urban and the Suburbs Railway Company of Tehran in 2010. Iran Occupational Health. 9, 2. (In Persian with English abstract).

Hamidi, M., Kavousi, A., Nasiri, P., Hamedani, A., Kiani, S., and Dehghan, H., 2012. Audio study in urban railways and Tehran society in 2010. Occupational health in Iran. 9, 2, 76-82. (In Persian with English abstract).

Han, J., Xiao, X.B., Wu, Y., Wen, Z.F. and Zhao, G.T., 2018. Effect of rail corrugation on metro interior noise and its control. Applied Acoustics. 130, 63–70.

Higgins, L.R., 1995. Maintenance Engineering Handbook (4th Ed.) https://doi.org/10.1016/C2009-0-00387-0

Li, L., Thompson, D., Xie, Y.S., Zhu, Q., Luo, Y.Y. and Lei, Z.Y., 2019. Influence of rail fastener stiffness on railway vehicle interior noise. Applied Acoustics. 145, 69–81.

Licitra, G., Fredianelli, L., Petri, D. and Vigotti, M.A., 2016. Annoyance evaluation due to overall railway noise and vibration in Pisa urban areas. Science of the Total Environment. 568, 1315–1325.

Licitra, G., Cerchiai, M., Teti, L., Ascari, E., Bianco, F. and Chetoni, M., 2015. Performance Assessment of Low-Noise Road Surfaces in the Leopoldo Project: Comparison and Validation of Different Measurement Methods. Coatings. 5, 3–25.

Saadatian, S., and Hosseini, K., 2014, Effects of sound and noise pollution on humans, the second national conference on agricultural engineering and management, environment and sustainable natural resources, Tehran. (In Persian with English abstract).

Sarkheil, H., 2021. Risk and incident analysis on key safety performance indicators and anomalies feedback in south pars gas complex. Results in Engineering. 9, 100210. https://doi.org/ 10.1016/ j.rineng.2021. 100210

Sarkheil, H., Tahery, B., Rayegani, B., Ramezani, J., Goshtasb, H. and Jahani, A., 2020. Evaluating the current status of the national health, safety, and environment management system for integration, harmonization, and standardization of environmental protection. Health Risk Analysis. 1, 18-24, 10.21668/health.risk/2020.1.02.eng

Sarkheil, H., Tavakoli, J. and Rezvani S., 2015. An innovative neglected invisible hazard identification (NIHI) at workplaces; the case of athletics Hall boroujen-Iran. International Journal of Occupational Hygiene. 7, 159-166.

Sarkheil, H., Tavakoli, J. and Rezvani, S., 2016. Inherent Safety Process Assessment in the Initial Phase of the Chemical Design Process: The Case of Acetic Acid Production Process. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 4, 1, 207–212.

Sarkheil, H. and Rahbari, S., 2016. Development of case historical logical air quality indices via fuzzy mathematics (Mamdani and Takagi–Sugeno systems), a case study for Shahre Rey Town. Environmental Earth Sciences. 75, 1319. DOI: 10.1007/s12665-016-6131-2

Sarkheil H. and Tavakoli J., 2015. Oil-Polluted Water Treatment Using Nano Size Bagasse Optimized-Isotherm Study. European Online Journal of Natural and Social Sciences. 4, 2, 392–400.

Sarkheil, H., Alavi-Tabar, A., and Fard, PS, 2019. An Innovative Method for Identifying and Detecting Factors and indication of Fraud Occurrences in Health, Safety and Environmental Management System Audits. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention.7, 2, 95-105. (In Persian with English abstract).

Sarkheil, H., Rahbari, S., 2016. HSE Key Performance indicators in HSE-MS establishment and sustainability: a case of south pars gas complex, Iran. International Journal of Occupational Hygiene. 8, 1, 52-60.

Schaffer, A., 2012. Passenger Exposure to Noise at transit platforms in Los Angeles. Luskin Center for Innovation. p 51.

Sü, Z. and Çalıskan, M., 2007. Acoustical Design and Noise Control in Metro Stations: Case Studies of the Ankara Metro System, Building Acoustics. 14, 3, 231–249.

Thompson, D.J., 2008. Railway Noise and Vibration: Mechanisms, Modelling, and Means of Control; Elsevier: Amsterdam.

Yan, L., Chen, Z., Zou, Y., He, X., Cai, C., Yu, K. and Zhu, X., 2020. Field study of the interior noise and vibration of a metro vehicle running on a viaduct: A case study in Guangzhou. International Journal of Environmental Research and Public Health. 17, 8, 2807.

Environmental Sciences Vol.20 / No.1 / Spring 2022

113-128
Original Article

Modeling and estimating noise pollution on metro platforms of Darvazeh Doulat and Tajrish Stations in Tehran metropolis

Hamid Sarkheil,[1*] Zeinab Karimi Asl [2] and Mohammad Talaeian Iraqi [2]

[1] Department of Applied Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
[2] Department of Human Environment, College of Environment, Karaj, Iran

Received: 2021.01.12 Accepted: 2021.06.14

Sarkheil, H., Karimi Asl, Z. and Talaeian Iraqi, M., 2022. Modeling and estimating noise pollution on metro platforms of Darvazeh Doulat and Tajrish Stations in Tehran metropolis. Environmental Sciences. 20(1): 113-128.

Introduction: The problem of noise pollution is the most severe problem that most people encounter with in public. The purpose of this study was to investigate the amount of noise pollution caused by Tehran metro train traffic at the time of arrival and departure at the underground stations of Darvazeh Doulat and Tajrish.

Material and methods: This study was conducted in the summer and autumn of 1398 in Darvazeh Doulat and Tajrish stations of Tehran Metro Line 1. The maximum and minimum values of noise pollution Intensity were recorded at specific distances from the edge of the platforms in the morning and evenings. Once every three days, 48 stations were measured and analyzed. In the continuation of the research in Tajrish Station, the distribution of noise pollution has been estimated by performing limited impressions using artificial neural network.

Results and discussion: The values measured at specific distances from the edge of the platform show that the amount of noise pollution from the arrival of trains to the platform, the simultaneous entry of two trains to the platform, the arrival of non-stop trains, and crossing the platform in most times, was higher than standard. In some harvesting stations, it reached over 100 decibels, which indicates the critical situation of noise pollution in these subway platforms.

[*]Corresponding Author: *Email A*ddress. Sarkheil@khu.ac.ir

Conclusion: The methods used in the present study have effectively estimated the amount of noise pollution in subway platforms. By identifying critical areas and providing measures to manage noise pollution, the damage on the health of citizens caused by noise pollution can be managed.

Keywords: Metro stations, Model Vision Pro software, Noise pollution, Artificial Neural Network model.