Journal of Research in Environmental Health

Volume 6, Issue 1, Spring 2020

Modeling the Relationship between Noise Pollution and Landscape Metrics of Urban Structures and Green Covers (Case Study: Esfahan City)

Reza Mazaheri
Master's Degree in Environmental Studies & Evaluation, Environmental Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,Gorgan,Iran.
(Corresponding Author):
Email: Rezamazaheri263@gmail.com

Abdolrasoul Salmanmahiny
Professor of Environmental Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan,Iran.

Hasan Rezaei
Assistant Professor of Environmental Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan,Iran.

Hamidreza Kamyab
Assistant Professor of Environmental Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan,Iran.

Yousef Sakieh
Lappeenranta-Lahti University of Technology (LUT), Lappeenranta, Finland

Received: 2020/01/29
Accepted: 2020/05/19

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Population growth and the increase in urban migration in the past decades have led to an increase in population density and size of major cities. Unfortunately, this kind of pollution has mostly gone unnoticed. The purpose of this study was to model the correlation between noise pollution level and landscape metrics of urban structures and vegetation.
Materials and Methods: A number of 67 stations were selected in different parts of Isfahan and noise parameters were measured at peak traffic hours (16 to 19) during the fall of the year 2016. Sampling stations were located through a systematic-random method based on the amount of construction, green spaces and structural diversity. There were 27 types of landscapes and three stations were randomly selected in each.
Results: In most stations, the noise level was above the permitted threshold(Residential 45-55, Residential-Commercial 50-60). IJI index measurements had the most stability and more uniform diagrams, at it was the first and second important index in most models. Considering the behavior of this Index, it can be an important factor in the study of landscape.
Conclusion: The random forest advanced regression method was used for the analysis. the most effective metrics identified in different buffers were IJI index, FRAC_MN index, CLUMPY index, CONTIG_MN index, SHAPE_MN index, ENN_MN index. Also, checking of the first six metrics in each of the buffers and land uses showed the importance of the metrics is different. Identification of important metrics in each buffer and land use helps better design urban blocks and their arrangement.

Keywords: Noise of pllution, landscape metrics, modeling, random in forest regression.

▶ **Citation:** Mazaheri R, Salmanmahiny A, Rezaei H, Kamyab H, Sakieh Y. Modeling the relationship between noise pollution and landscape metrics of urban structures and green covers (case study: Esfahan City). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Spring 2020;6 (1):45-55.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌سازی ارتباط بین میزان آلودگی صوتی و سنجه‌های سیمای سرزمین ساختارهای شهری و پوشش گیاهی با استفاده از روش جنگل تصادفی (مطالعه موردی شهر اصفهان)

رضا مظاهری
* دانشجوی کارشناسی ارشد رشته محیط زیست- ارزیابی و آمایش، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. (نویسنده مسئول):
پست الکترونیک:
Rezamazaheri263@gmail.com

عبدالرسول سلمان ماهینی
استاد، گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

حسن رضایی
استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

حمیدرضا کامیاب
استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

یوسف ساکیه
پست دکتری، دانشگاه صنعتی لاپرانتا-لاهتی، لاهتی، فنلاند.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۳۰

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: رشد جمعیت و همچنین افزایش مهاجرت به شهرها در دهه‌های گذشته باعث افزایش تراکم جمعیت و همچنین سطح شهرهای بزرگ شده است. آلودگی صوتی، یکی از مشکلات محیط‌زیستی در کلان‌شهرها است که در ابعاد مختلف روانی و جسمی، سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد. متأسفانه این نوع از آلودگی نسبت به سایر آلودگی‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است، لذا مطالعه حاضر با هدف مدل‌سازی ارتباط بین شدت آلودگی صوتی و سنجه‌های سیمای سرزمین ساختارهای شهری و پوشش گیاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها: به این منظور، تعداد ۶۷ ایستگاه در نقاط مختلف شهر اصفهان انتخاب و شدت صوت در زمان اوج ترافیک (ساعات ۱۶-۱۹) در طی فصل زمستان اندازه‌گیری شد. محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری از طریق یک روش سیستماتیک-تصادفی و با توجه به میزان ساخت‌وساز، فضای سبز و تنوع ساختاری مشخص شد. ۲۷ حالت سیمای سرزمین به‌دست آمد که در هر کدام از حالت‌ها، ۳ ایستگاه به‌صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری در آن انجام شد.

یافته‌ها: در بیشتر ایستگاه‌ها میزان آلودگی صوتی بالاتر از حد مجاز بود (مسکونی ۴۵-۵۵، تجاری-مسکونی ۵۰-۶۰ دسی‌بل). سنجه شاخص پراکندگی و مجاورت با توجه به اینکه در اکثر مدل‌ها در درجه اهمیت اول و دوم بوده، دارای بیشترین ثبات و نمودار یکنواخت‌تری بودند. با توجه به رفتار این سنجه، با قطعیت بالا می‌توان گفت این پارامتر می‌تواند یک عامل مهم در مطالعات صوت و سیمای سرزمین باشد.

نتیجه‌گیری: با استفاده از روش پیشرفته رگرسیونی جنگل تصادفی، تأثیرگذارترین سنجه‌ها در بافرهای مختلف شناسایی و بیشترین فراوانی از بین سنجه‌ها مربوط به سنجه‌های شاخص پراکندگی و مجاورت، میانگین فاصله فراکتالی، شاخص عدم انبوهی، شاخص همبستگی، شاخص میانگین توزیع شکل و میانگین فاصله اقلیدسی (FRAC_MN) بود. همچنین، بررسی ۶ سنجه اول در هر کدام از مدل‌های بافری و طبقات کاربری نشان داد که در هر کدام از آن‌ها، سنجه‌های متفاوتی دارای اهمیت بیشتری هستند. به‌دست آوردن سنجه‌های دارای اهمیت به طراحی لکه‌های شهری با کاربری مختلف و نحوه چیدمان کاربری‌ها کمک می‌کند.

کلید واژه‌ها: آلودگی صوتی، رگرسیون جنگل تصادفی، سنجه‌های سیمای سرزمین، مدل‌سازی

◀ **استناد:** مظاهری ر، سلمان ماهینی ع، رضایی ح، کامیاب ح، ساکیه ی. مدل‌سازی ارتباط بین میزان آلودگی صوتی و سنجه‌های سیمای سرزمین ساختارهای شهری و پوشش گیاهی با استفاده از روش جنگل تصادفی (مطالعه موردی شهر اصفهان). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. بهار ۱۳۹۹؛۶ (۱): ۴۵-۵۵.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رشد جمعیت و توسعه شهری متعاقب آن، منجر به افزایش آلودگی محیط زیست بر اثر فعالیت‌های انسانی شده است. یکی از آلودگی‌های خطرناک محیط زیست که متأسفانه به‌دلیل مشهود نبودن عوارض، توجه زیادی به آن نمی‌شود؛ آلودگی صوتی است (۱). ساختارهای شهری و فضای سبز نقش به‌سزایی در کاهش این آلودگی در محیط‌هایی همچون فضاهای مسکونی، تجاری، آموزشی و بیمارستانی دارند (۲). سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمّی کردن خصوصیات مکانی خاص لکه‌ها، طبقه‌ها و یا کل سیمای سرزمین هستند. مطالعات گذشته به‌طور مشخصی نشان داده‌اند که سنجه‌های سیمای سرزمین، ابزاری مناسب برای تجزیه و تحلیل ساختار و ترکیب سیمای سرزمین است (۳). صدا، شکلی از انرژی است که به‌وسیله اجسام متحرک یا نوسان کننده در فضا به‌وجود می‌آید. امواج صوتی، شکلی از امواج مکانیکی طولی هستند که در هوا منتشر شده و در برخورد با گوش انسان احساس شنیدن را ایجاد می‌کند. آلودگی صوتی منجر به افزایش خطر برای سلامتی انسان (۴) از جمله اثرات زیان‌آوری نظیر افت شنوایی، اختلال در خواب، افزایش فشارخون، ناراحتی‌های گوارشی، اثرات فیزیولوژیک و روانی (۵) و واکنش‌های فیزیکی و روانی در بدن مانند اختلال در رشد شناختی در کودکان می‌شود (۶، ۷، ۸، ۹). که نمایانگر انرژی صوتی کلی تجربه شده در یک دوره زمانی خاص باشد؛ به‌گونه‌ای که گویی صدا در این دوره هیچ‌گونه تغییری نکرده است (۱۰). نتایج مطالعه میرزایی و همکاران که به مدل‌سازی ارتباط کیفیت آب‌های سطحی و سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از سیستم استنتاج عصبی- فازی در استان مازندران پرداختند، نشان داد که کاربری‌ها و پوشش مختلف سرزمین در حوضه، تأثیر زیادی بر کیفیت آب خروجی، آلاینده‌های در دسترس و بارِ مواد محلول در رودخانه دارد (۱۱). در مطالعه رجایی و همکاران ارتباط شکل و ساختار لکه‌های پوشش گیاهی با منابع آلودگی غیرنقطه‌ای جهت ارائه راهکارهای مدیریتی بهبود کیفیت آب در حوزه آبخیر رودخانه تجن در استان مازندران بررسی شد. نتایج رگرسیون بین میزان آلودگی نیترات و سنجه‌های سیمای سرزمین در خروجی حوزه نشان داد که معیارهای سیمای سرزمین می‌تواند بیش از ۹۵٪ از واریانس تغییرات نیترات در کل حوزه آبخیر را نشان دهد (۱۲). در مطالعه ساکیه و همکاران در شهر کرج که به مدل‌سازی رابطه بین آلودگی صوتی و الگوی مکانی ساختارهای شهری و پوشش گیاهی پرداختند، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون و مدل‌های رگرسیون چندخطی نشان داد که رابطه وابسته به فاصله بین سنجه‌های فضای سبز و سطوح صوت وجود دارد. بر اساس رویکرد مکانی- آماری جدید در این مطالعه، این نتیجه حاصل شد که الگوی پیوسته‌تر و فشرده‌تر از فضای سبز نزدیک به مراکز آلودگی می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای از اثرات سازوکار پخش سروصدا بکاهد. یافته‌های این مطالعه نشان‌دهنده پتانسیل رویکرد اکولوژی سیمای منظر به‌عنوان یک نمونه برنامه‌ریزی مؤثر برای طراحی شهرهای سبزتر و آرام‌تر بود (۱۳).

نتایج مطالعه هان و همکاران که به تجزیه و تحلیل رابطه بین سروصدای محیطی و ریخت‌شناسی شهری در شهر شنزن چین پرداختند، نشان داد که سروصدای محیط زیست منطقه با شدت نور در شب و دمای سطح زمین همبستگی مثبت دارد، سروصدای ناشی از ترافیک به‌طور معناداری مرتبط با جریان‌های بزرگ و کوچک تا متوسط وسایل نقلیه است و با توجه به مناطق با کاربری‌های مختلف در شهر، زمین‌های ترافیکی و به‌دنبال آن کاربری‌های مسکونی- تجاری، بیشترین سهم را در سروصدای محیط زیست دارند (۱۴).

در این مطالعه سعی بر این است که روابط موجود بین آلودگی صوت با ساختار و فضاهای سبز شهری مدل‌سازی شود. برای کمّی‌سازی و ایجاد مدل مناسب از این ساختارها در شهر اصفهان از علم اکولوژی سیمای سرزمین و سنجه‌های موجود در آن استفاده شد. در ابتدا داده‌های مربوط به سطح تراز صوت با استفاده از دستگاه صوت‌سنج از ایستگاه‌های مختلف شهر نمونه‌برداری و پس از آن، آنالیزهای آماری و مدل‌سازی این روابط صورت گرفت. به‌دست آوردن این روابط می‌تواند به طراحان و برنامه‌ریزان شهری در

www.SID.ir

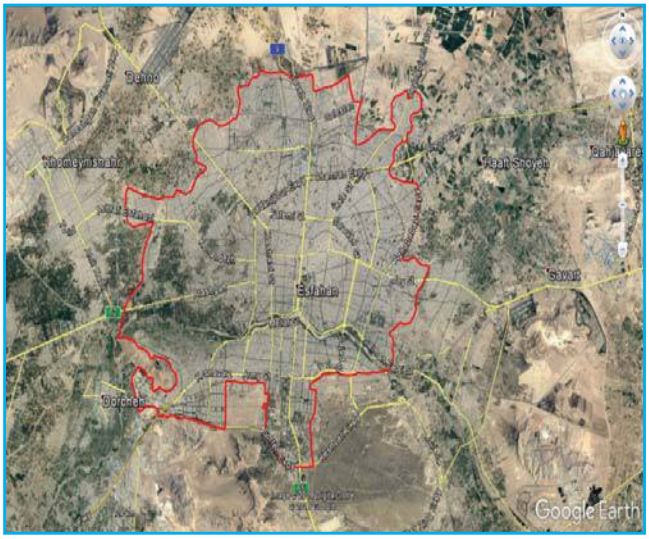
Archive of SID

طراحی ساختارهای شهر و فضاهای سبز در جهت کاهش آلودگی صوتی کمک کند. منابع ایجاد آلودگی صوت در این مطالعه انواع صوت‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی به‌ویژه صداهای ناشی از فعالیت وسایل نقلیه موتوری است.

روش کار

محدوده مطالعاتی

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۴۵ کیلومتر مربع (معادل ۶/۵۷٪ از مساحت کشور) بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی در بخش مرکزی ایران در جلگه‌ای حاصل‌خیز واقع شده و به‌طور خلاصه می‌توان گفت اکثر شهرها و روستاهای آن حاصل جریان زاینده‌رود است. منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و در شهر اصفهان واقع شده است (شکل ۱). این منطقه در برگیرنده مساحتی معادل ۱۶۴ کیلومتر مربع است.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

نمونه‌برداری

در این مطالعه از یک روش سیستماتیک- تصادفی جهت قرارگیری تمامی حالت‌های سیمای سرزمین شهر اصفهان در نمونه‌گیری‌ها استفاده شد. در این روش نقشه سه لایه تراکم پوشش گیاهی، تراکم ساختمانی و تنوع (ساختار شهری و پوشش گیاهی) تهیه گردید. برای تهیه نقشه‌های تراکم ساختمانی و تنوع ساختاری از نقشه کاربری زمین شهر اصفهان استفاده شد. نقشه کاربری با روش حداکثر احتمال[1] تهیه گردید که ضریب کاپای نقشه طبقه‌بندی شده ۸۹٪ بود (شکل ۲).

برای تهیه لایه پوشش گیاهی از شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)[2] استفاده شد (شکل ۲ ب).

تصویر تنوع ساختاری، تنوع موجود در پنجره تحلیلی ۷ در ۷ را بر اساس کاربری‌های موجود در آن نشان می‌دهد (شکل ۲ ب). در شکل ۲ ت، لایه تراکم شهری نیز بر اساس فراوانی سلول‌های شهری که در پنجره تحلیلی ۷ در ۷ ایجاد گردید، نشان داده شده است. سپس، سه لایه تهیه شده با توجه به نحوه توزیع تراکم به سه طبقه کم، متوسط و زیاد طبقه‌بندی شدند (شکل ۲ ت). با روی هم‌گذاری سه لایه فوق، نقشه حالت‌های مختلف ساختاری در شهر اصفهان ایجاد و بر اساس این طبقات فرآیند نمونه‌برداری انجام شد.

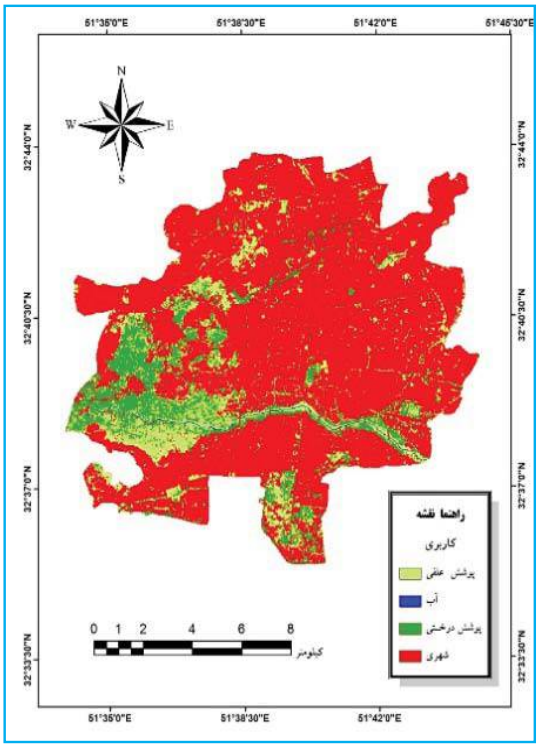
با مراجعه به معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری اصفهان و بررسی داده‌های سنسورهای چهارراه‌ها و گذرهای اصلی شهر، زمان اوج ترافیک مشخص گردید.

شایان ذکر است در روزهایی که شهر اصفهان از لحاظ جوی در شرایط نامساعد آب‌وهوایی همچون افزایش وزش باد و یا افزایش چشم‌گیر آلاینده‌های جوی مخصوصاً ذرات معلق بود، از نمونه‌برداری خودداری شد تا حتی‌المقدور از ایجاد خطای ناشی از شرایط جوی و صدای باد در نمونه‌های برداشت شده جلوگیری شود. مقادیر تراز فشار صوت (SPL)[3] در بازه‌های زمانی ۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه‌ای در شبکه وزنی اندازه‌گیری A، حالت آهسته[4] و در هر ایستگاه ۳ بار که در مجموع معادل ۱۰ دقیقه است، اندازه‌گیری و در حافظه دستگاه ذخیره و از طریق نرم‌افزار مربوطه به رایانه وارد شد. سپس از داده‌های به‌دست آمده و با استفاده از فرمول‌های مربوط به تراز معادل فشار صوت و تراز آماری، فرمول تراز معادل فشار صوت در نرم‌افزار اکسل به‌صورت مرحله به مرحله پیاده و داده‌ها

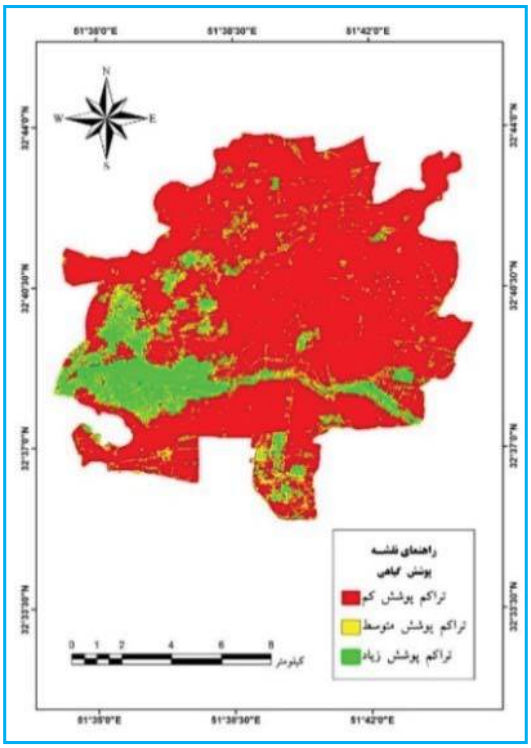
1. Maximum likelihood
2. Normalized Difference Vegetation Index
3. Sound Pressure Level
4. SLOW

www.SID.ir

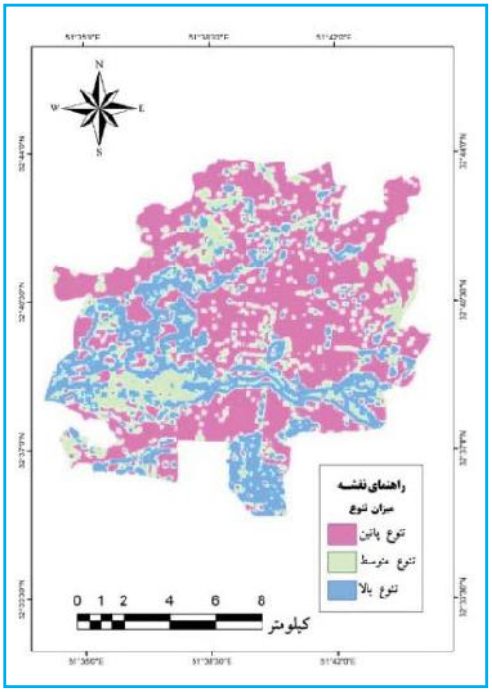
Archive of SID



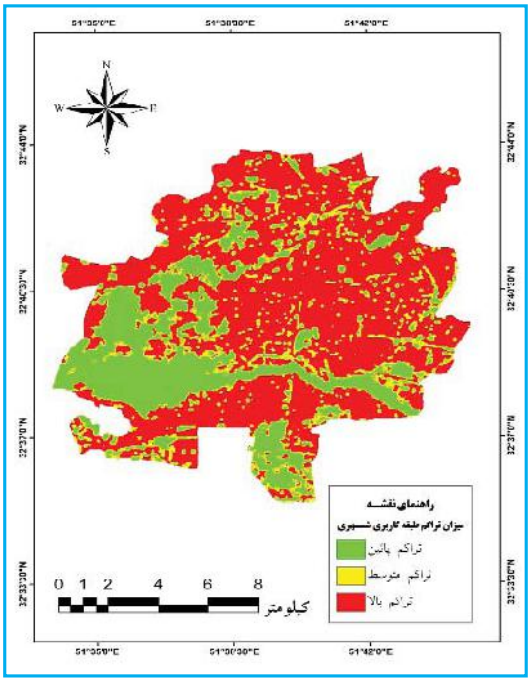
شکل ۲. الف. نقشه کاربری زمین منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. ب. نقشه تراکم پوشش گیاهی



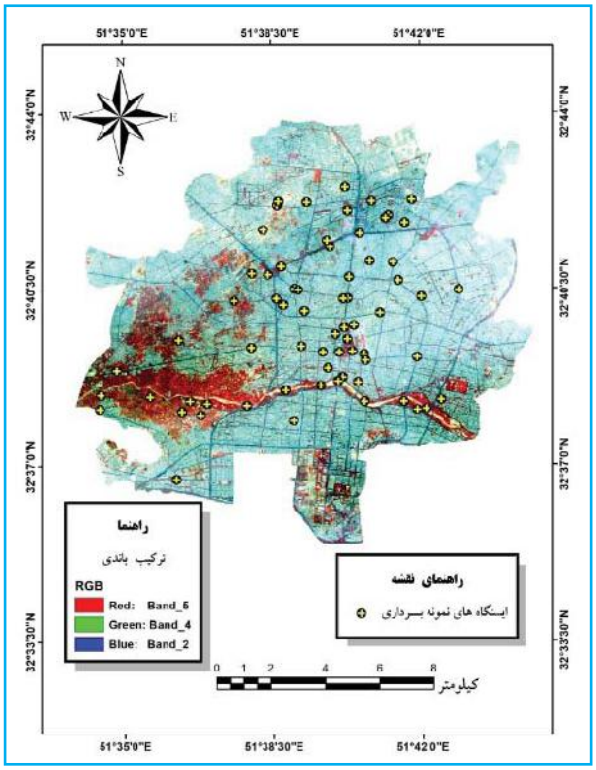
شکل ۲. پ. نقشه میزان تنوع ساختاری



شکل ۲. ت. نقشه تراکم شهری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری

وارد آن و مقادیر تراز معادل صوت ۱۰ دقیقه‌ای (Leq_{10})[1] برای هرکدام از ایستگاه‌ها به‌دست آمد.

داده‌های سیمای سرزمین

سنجه‌های سیمای سرزمین، الگوریتم‌هایی برای کمّی کردن خصوصیات مکانی خاص لکه‌ها، طبقه‌ها و یا کل سیمای سرزمین به‌کار می‌روند. مطالعات گذشته به‌طور مشخصی نشان داده‌اند که سنجه‌های سیمای سرزمین، ابزاری مناسب برای تجزیه و تحلیل ساختار و ترکیب سیمای سرزمین هستند (۸). انتخاب سنجه‌های مناسب به هدف مطالعه، خصوصیات سیمای سرزمین و ویژگی فرآیندهای اکولوژیک وابسته است. سنجه‌های سیمای سرزمین[2] مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از مرور منابع ۲۴ سنجه انتخاب شد. در ایستگاه‌ها بافرهای ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری ایجاد شد. در هر کدام از این مدل‌های بافری و طبقات کاربری نقشه کاربری اراضی از جمله شهری، پوشش درختی و پوشش علفی، مقادیر تمامی ۲۴ سنجه با استفاده از نرم‌افزار فرگستت[3] به‌دست آمدند.

تجزیه و تحلیل آماری

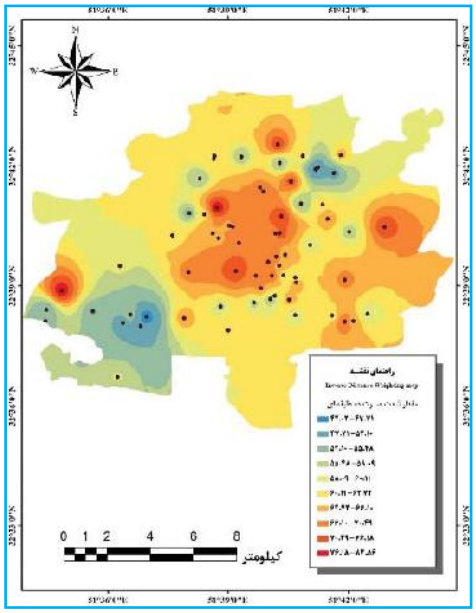
روش آماری ناپارامتری و نوین جنگل تصادفی[4] برای تعیین سنجه‌های مهم و اثرگذار بر روی شدت صوت به‌کار برده شد. جنگل تصادفی یک نوع مدرن از روش‌های درخت-پایه[5] شامل انبوهی از درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی است (۱۵). این روش قدرتمند در مطالعات اکولوژیک به نسبت ناشناخته است. رویکرد جنگل تصادفی مبتنی بر روش‌های جدید ترکیب اطلاعات است که در آن تعداد زیادی درخت تصمیم ایجاد شده و سپس تمام درختان با هم برای پیش‌بینی ترکیب می‌شوند. زمانی که متغیرهای مستقل و وابسته مشخص شدند، جنگل‌های تصادفی با رویاندن یک درخت تصمیم شبیه کارت[6] شروع می‌شود. این درخت از چندین لحاظ با درخت کارت استاندارد متفاوت است: نخست، از تمام داده‌های موجود و در دسترس برای رویاندن درخت استفاده نمی‌شود؛ در عوض از نمونه بوتسترپ استفاده می‌کند که تنها ۶۶٪ از داده‌های اولیه را شامل می‌شود. نکته حائز اهمیت در خصوص این روش این است که به جهت ناپارامتری بودن، برای آن همانند مدل‌های رگرسیون خطی معادله ارائه نمی‌شود. مزیت دیگر این روش این است که نیازمند فرض نرمال بودن داده‌ها نیست و می‌تواند به روابط غیرخطی نیز بپردازد. در مطالعه حاضر از جذر میانگین مربعات خطا برای قضاوت عملکرد جنگل تصادفی استفاده شد (۱۶). طبق مطالعات اکولوژیک انجام شده با استفاده از جنگل تصادفی می‌توان گفت هرچه مقدار خطای ریشه میانگین مربعات[7] پایین‌تر و به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده مدلی قوی‌تر است (۱۷).

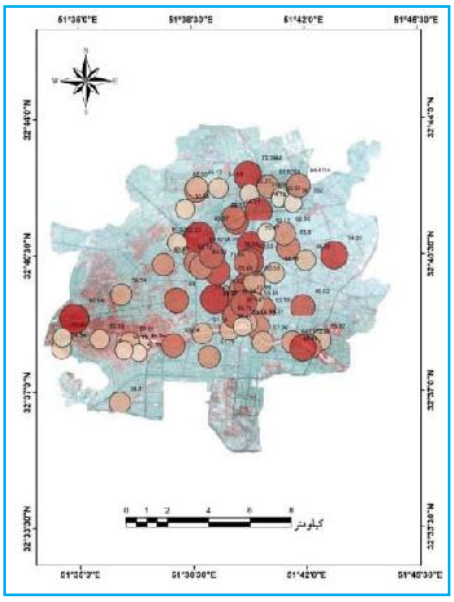
1. Equivalent sound Level
2. Landscape metrics

3. FRAGSTATS
4. Random Forest
5. Tree-based
6. CART
7. RMSE

www.SID.ir

Archive of SID





شکل ۴. الف و ب. نقشه مقادیر شدت صوت (سمت چپ-الف) و پهنه‌بندی به روش IDW (سمت راست-ب)

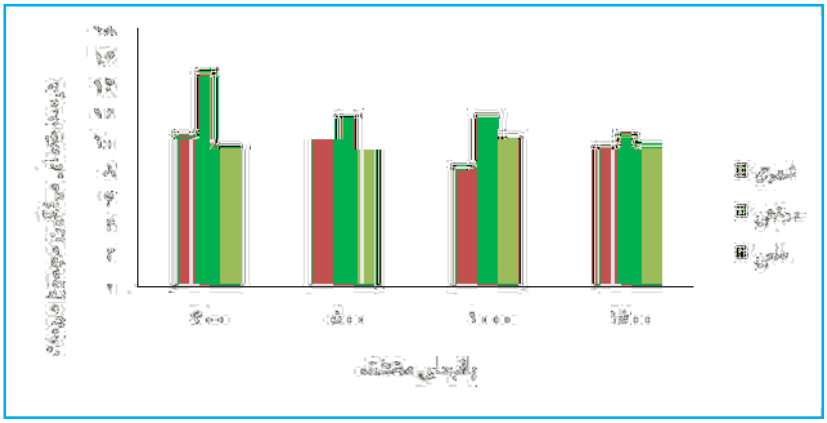
یافته‌ها

آشکارسازی آلودگی صوتی

در شکل ۴ پس از آن‌که نمونه‌برداری شدت صوت ۱۰ دقیقه‌ای در تمام ایستگاه‌ها انجام شد، نقشه پهنه‌بندی صوت به روش وزن‌دهی بر اساس عکس فاصله تهیه شد.

تجزیه و تحلیل جنگل تصادفی

با استفاده از روش رگرسیونی پیشرفته جنگل تصادفی، مهم‌ترین سنجه‌ها در هر مدل بافری و طبقات کاربری به‌دست آمدند. نمودارهای درصد خطای میانگین مجموع مربعات (RMSE)[1] داده‌های اعتبارسنجی[2] از بسته کرت[3] در نمودار ۱ آورده شده است. هرچه درصد این خطا کمتر باشد، نشان‌دهنده قوی‌تر بودن ارتباط در آن مدل بافری است. در اینجا بیشترین ارتباط در بافر ۱۰۰۰ متری طبقه شهری مشاهده شد.

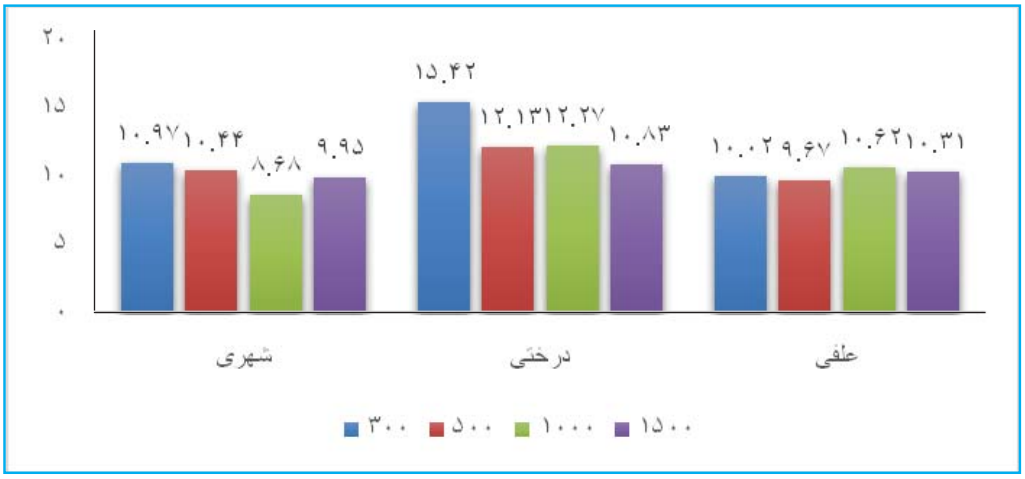


نمودار ۱. نمودار خطای میانگین مجموع مربعات

1. Root Mean Square Error
2. Test
3. Caret

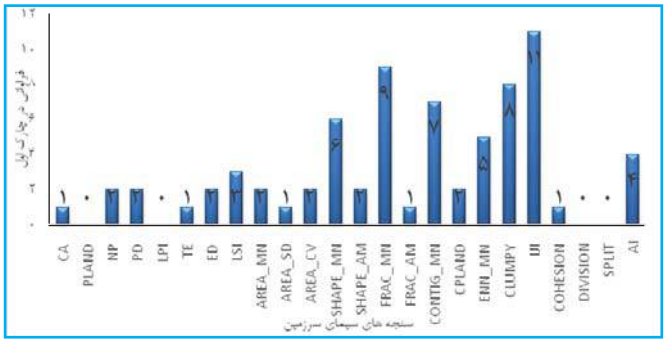
www.SID.ir

Archive of SID

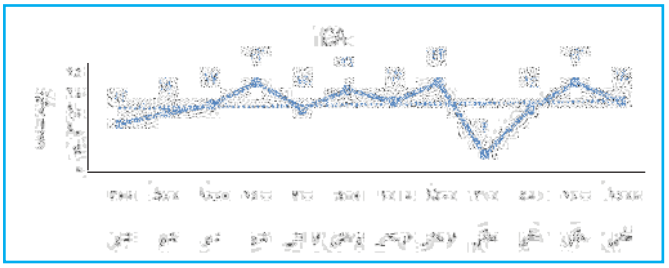


ادامه نمودار ۱. نمودار خطای میانگین مجموع مربعات

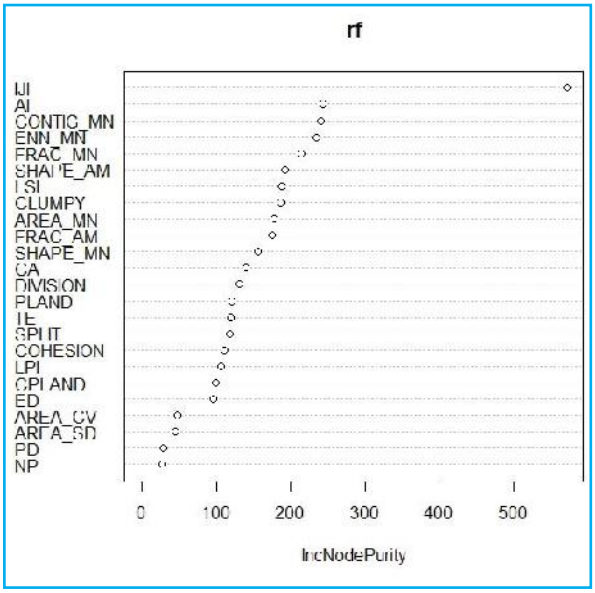
در نمودار ۲ با استفاده از جنگل تصادفی نمودار، اهمیت نسبی سنجه‌ها به‌دست آمد. با استفاده از این نمودار و بررسی آن‌ها در چارک اول (۶ سنجه اول دارای بیشترین اهمیت) نمودار فراوانی سنجه‌ها در چارک اول استخراج گردید (نمودار ۳). با بررسی این مقادیر، اهمیت نسبی برای هر سنجه به‌صورت جداگانه نیز نمودار رفتار سنجه برای هر کدام از سنجه‌ها به‌طور مجزا به‌دست آمد (نمودار ۴).



نمودار ۳. فراوانی سنجه‌ها در چارک اول در کل طبقات کاربری و بافری



نمودار ۴ . نمودار رفتار سنجه CA



نمودار ۲ . نمودار اهمیت نسبی سنجه در بافر ۳۰۰ متری طبقه شهری

سنجه‌های از هم گسستگی[1]، طبقه بندی سیمای منظر[2]، بزرگترین لکه [3] و درصد سیمای سرزمین [4] در چارک اول (۶ سنجه اول دارای اهمیت) نبوده و دارای مقدار صفر و در نتیجه به‌عنوان ضعیف‌ترین سنجه‌ها بودند.

1. SPLIT (Splitting index)
2. DIVISION (Landscape Division Index)
3. LPI (Largest Patch Index)
4. PLAND

www.SID.ir

Archive of SID

سنجه شاخص پراکندگی و مجاورت با توجه به اینکه در اکثر مدل‌ها در درجه اهمیت اول و دوم بوده، دارای بیشترین ثبات و نمودار یکنواخت‌تری بودند. با توجه به رفتار این سنجه، با قطعیت بالا می‌توان گفت این پارامتر می‌تواند یک عامل مهم در مطالعات صوت و سیمای سرزمین باشد.

بحث

مطالعه حاضر با هدف کشف روابط احتمالی بین ساختارهای مختلف شهری مانند ساختمان‌ها و سازه‌ها، فضای سبز و بخش‌های تلفیقی از شهر با میزان آلودگی صوتی و یافتن میزان ارتباط این موارد با میزان آلودگی صوتی انجام شد و برای دست‌یابی به این مهم با توجه به محدودیت‌های موجود، از تصاویر ماهواره‌ای و انجام طبقه‌بندی برای دستیابی به سنجه‌های سیمای سرزمین برای رسیدن به پارامترهای کمّی از بخش‌های موجود در شهر اصفهان استفاده شد. سنجه‌های سیمای سرزمین مورد استفاده نیز با استفاده از مرور منابع قوی از بین تعداد زیادی مطالعه در این زمینه و تجربه پژوهشی همکاران این تحقیق انتخاب گردید. در واقع در این قبیل مطالعه با توجه به وجود عدم قطعیت بالا در مطالعات محیطی و عوامل محیطی متعدد در میزان آلودگی صوتی، به‌طور قطع نمی‌توان از علل و نحوه روابط بین آلودگی صوتی و عوامل محیطی صحبت کرد، از همین رو در این مطالعه نیز سعی شد تنها تأثیر دو عامل لکه‌های ساختار شهری و فضای سبز از طریق انتخاب سنجه‌های سیمای سرزمینی مورد نظر و با ایجاد بافرها با قطر متفاوت و در نتیجه فاصله از منبع تولید کننده صوت مورد ارزیابی واقع شود. از نتایج تجزیه و تحلیل جنگل تصادفی برای هر بافر و طبقه کاربری برای تهیه نمودارهای اهمیت سنجه استفاده شد. از طریق این نمودارهای اهمیت، جداول چارک اول تهیه شد. بر اساس نمودار ۳، بیشترین فراوانی از بین سنجه‌ها در چارک اول در کل حالات، به‌ترتیب سنجه‌های شاخص پراکندگی و مجاورت، میانگین فاصله فراکتالی، شاخص عدم انبوهی، شاخص همبستگی، شاخص میانگین توزیع شکل و میانگین فاصله اقلیدسی با تعداد فراوانی به‌ترتیب ۱۱، ۹، ۸، ۷، ۶ و ۵ بودند. شاخص پراکندگی و مجاورت لکه، به‌عنوان یک عامل مهم و اصلی در تمامی مدل‌های بافری و طبقات کاربری آورده شده است. شاخص بعدی دارای اهمیت میانگین، فاصله فراکتالی است. افزایش بُعد فراکتال و تودرتو بودن هندسی در حاشیه یک کاربری، مانع از ورود صوت به آن شده و در واقع مانند یک حائل صوت عمل می‌کند. شاخص بعدی، عدم انبوهی است. این شاخص می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که هرچه میزان انبوهی و تراکم لکه کمتر باشد، آلودگی صوتی کمتر است. شاخص دارای اهمیت بعدی، شاخص همبستگی است. این شاخص ارتباط مکانی سلول‌ها را در یک شبکه سلولی از لکه ارزیابی می‌کند تا از این طریق معیاری جهت پیکربندی مرز لکه فراهم شود. شاخص میانگین توزیع شکل، ساده‌ترین و مستقیم‌ترین معیار برای نشان دادن پیچیدگی شکل است که به‌طور مستقیم می‌توان گفت هرچه لکه دارای شکل پیچیده‌تر و یا به عبارتی نسبت محیط به مساحت بالاتری داشته باشد، دارای نفوذ صوت کمتری به داخل آن خواهد بود. ششمین سنجه از جهت درجه اهمیت، میانگین فاصله اقلیدسی است که نشان‌دهنده فاصله تا نزدیک‌ترین لکه همسایه از همان نوع لکه است و یا به‌عبارتی، مشخص کننده میزان انزوای لکه است.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش جنگل تصادفی، نشان داد که با توجه به میزان میانگین مجموع مربعات خطای محاسبه برای داده‌های اعتبارسنجی مدل و درصد آن، کمترین خطا (۸/۶۸٪) و در نتیجه قوی‌ترین مدل بافر ۱۰۰۰ متری در طبقه کاربری شهری و بیشترین مقدار آن مربوط به مدل بافر ۳۰۰ متری (۱۵/۴۲٪) در طبقه کاربری پوشش درختی است. در مطالعات مربوط به اکولوژی و کار در طبیعت به‌دلیل عدم قطعیت بالا در آن‌ها، تا مقدار ۲۰٪ از خطای میانگین مجموع مربعات به‌صورت نسبی پذیرفته و قابل قبول است و می‌توان رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته را معنادار تلقی نمود. هر اندازه مقدار این خطا به صفر نزدیک‌تر باشد، مدل با دقت بیش‌تری روابط را پیش‌بینی می‌کند (۱۸).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش ساکیه و همکاران نشان می‌دهد نتایج تقریبا هم‌سو بوده است. ساکیه و همکاران به این نتیجه رسیده‌اند که ارتباط مربوط به افزایش فاصله از منبع صوتی قابل توجهی بین ساختارهای شهری و سطوح صوت یافت نشد. همچنین، الگوی پیوسته‌تر و فشرده‌تر از فضای سبز نزدیک به مراکز آلودگی صوتی می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای از اثرات سازوکار پخش سروصدا بکاهد و الگوی مناطق ساختمانی با پراکندگی بیشتر و تراکم پایین و دارای فضای سبز در بین آن برای کاهش آلودگی صوتی مناسب است. در این مطالعه نیز نتایج نشان داد که رابطه مشخصی بین تغییر بافر (فاصله از منبع صوت) و شدت صوت وجود ندارد. مدل بافر ۳۰۰ متری دارای بیشترین میزان میانگین مربعات خطا بوده و ضعیف‌ترین مدل است. در بافرهای دیگر تقریباً سنجه‌های چارک اول در لایه‌های مختلف تکرار شده‌اند. همچنین بررسی سنجه‌های دارای بیشترین اهمیت در این مطالعه نیز مانند مطالعه ساکیه و همکاران نشان داد که شاخص پراکندگی و مجاورت لکه‌های دارای اهمیت زیادی بوده و در کاربری شهری این سنجه مهم‌ترین سنجه است که نشان می‌دهد هرچه لکه‌های شهری پراکنده‌تر باشد، شدت صوت نیز پایین‌تر است. شاخص بعدی که در این مطالعه دارای بیشترین اهمیت بود، شاخص بُعد فراکتالی است که نشان‌دهنده تودرتو بودن حاشیه لکه‌ها ست. این شاخص بیشتر در طبقات کاربری درختی و علفی اهمیت دارد که همانند نتایج مطالعه ساکیه و همکاران نشان‌دهنده این مسئله است که هرچه فضای سبز فشرده و پیچیده‌تر در حاشیه‌ها وجود داشته باشد، بیشتر از شدت صوت می‌کاهد. همچنین همچون مطالعه ساکیه و همکاران در این مطالعه با بررسی منطقه و شدت صوت به‌نظر می‌رسد الگوی منطقه سبز پیوسته‌تر و ساختارهای ساختمانی کمتر متراکم ممکن است بتواند به‌طور قابل توجهی اثرات منفی ناشی از آلودگی صوتی را کاهش دهد. همچنین در انتخاب سنجه‌های دارای اهمیت بیشتر نیز سنجه‌های پراکندگی و مجاورت، شاخص عدم انبوهی به عنوان پراهمیت‌ترین سنجه‌ها در هر دو مطالعه انتخاب شدند.

بیان ریاضی روابط بین متغیرهای محیطی و مشخصه‌های زیستی و فیزیکی تنها کمکی برای تفسیر مشاهدات میدانی است، زیرا در اکوسیستم‌های طبیعی به‌دلیل پویایی عوامل زیستی، حتی قوی‌ترین روابط همبستگی نیز نمی‌توانند قطعی فرض شوند. از همین جهت است که در این پژوهش حتی با وجود استفاده از روش جنگل تصادفی در بهترین حالت با برترین سنجه‌ها ضریب رگرسیونی ۴۰٪ بود. این مسئله نشان می‌دهد عوامل متعددی در میزان آلودگی صوتی تأثیرگذار است که در اینجا تنها ۴۰٪ از آن مربوط به سیمای سرزمین است.

از نتایج به‌دست آمده در این دست از مطالعات می‌توان با توجه به سنجه‌هایی که روابط بین آن‌ها و شدت صوت معنادار قلمداد شده است، در طراحی لکه‌های شهری و فضای سبز در بحث طراحی و معماری شهری استفاده نمود. البته برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر و بهتر، نیاز به کاهش محدودیت‌ها مانند استفاده از تصاویر ماهواره‌ای دقیق‌تر، دستگاه‌های نمونه‌برداری پیشرفته‌تر، افزایش بازه زمانی انجام مطالعات و استفاده از عوامل بیشتر دخیل در آلودگی است. باید توجه داشت انجام این قبیل مطالعات حتی در صورت عدم قطعیت بالا و ضریب رگرسیونی پایین می‌تواند علی‌رغم ابتدایی بودن، شروعی برای توجه به بررسی این روابط و انجام مطالعات گسترده‌تر به این شیوه بوده و در آینده بتواند راهی برای دستیابی به پارامترهای تأثیرگذار بر معماری شهری و کاهش آلودگی صوتی و حتی دیگر آلاینده‌های محیطی باشد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از استاد راهنمای پایان‌نامه جناب آقای دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی که با صبر و حوصله در انجام این

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش یاری فرمودند و از اساتید مشاور جناب آقایان دکتر حسن رضایی، حمیدرضا کامیاب و یوسف ساکیه که در تمامی مراحل انجام این مطالعات و تهیه مقاله بنده را مشاوره و یاری دادند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1-Mohammadyan M, Fahim M, Balarak D.Survey of Noise in Urmia City in 2013. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2015;14(11) :965-976. (In Persian)

2-Moshtaghi M, Kaboli M, Karami M, Kasmaee Z, Samaee Z. Predicting the situation of noise pollution in the underpasses of life and construction under construction in Khojir National Park. Environmental Science and Technology.2013; 15(3): 13-22. (In Persian)

3-McGarigal K, Marks B. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, U.S Forest Service General Technical Report PNW-GRT-351. 1995.

4-Mohammadi AK , Alidadi H , Delkhosh MB , Fallah SH , Amouei AA,et al. Noise Pollution Measurement in Crowded Areas of Neyshabur during primary Three monthes of 2015. Journal of Research in Environmental Health.2017;2(4):276-284. (In Persian)

5-Zekry F, Ghatass. Assessment and Analysis of traffic Noise Pollution in Alexandria City, Egypt. World Applied Sciences.2009;6(3): 441-443.

6-Naddafi K, Yunesian M, Mesdaghinia AR, Mahvi AH, Asgari S. Noise Pollution in Zanjan City in 2007. Journal of Zanjan University of Medical Sciences.2007;16(62):85-96. (In Persian)

7-Bendokiene I, Grazuleviciene R, Dedele, A. Risk of hypertension related to road traffic noise among reproductive-age women. Noise Health. 2011;13: 371-377.

8-Guillermo R, Juan M, Trujillo C,et al. Study on the relation between urban planning and noise level. Applied Acoustics . 2016;111: 143-147

9-Van Kempen E, Babisch W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. J Hypertens. 2012; 30: 1075-1086.

10-Saffarzadeh M, Rahimi F .Sound Pollution in Transportation systems. Environmental Protection Agency.2002; 1:39-55. (In Persian)

11-Mirzayi M, Riyahi Bakhtiyari AR , Salman Mahini AR , Gholamali Fard M. Modeling Relationships between Surface Water Quality and Landscape Metrics Using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, A Case Study in Mazandaran Province.Journal of Water and Wastewater. 2016; 27(1); 81-92. (In Persian)

12-Rajaei F, Esmaili Sari A, Salman Mahini AR, Delavar M, et al. Journal of Environmental Science and Engineering.2015;2(8):49-60. (In Persian)

13-Sakieh Y, jaafari Sh, Ahmadi M , Danekar A. Green and calm: Modeling the relationship between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. Urban Forestry & Urban Greening. 2017; 24: 195-211.

14-Han X, Huang X , Liang H, Ma S, Gong J. Analysis of the relationships between environmental noise and urban morphology. Environmental Pollution. 2018; 233:755-763.

15-Breiman, Leo. 'Randomforest'. 2001: 1–33. Web.

16-Cutler D.R., TC. Edwards, K.H. Beard A. Cutler,and K.T. Hess. Random Forests for Classification in Ecology, Ecology. 2007;88 (11): 2783-2792

17-Javadi Alinejad M, Seyedian S.M, Rouhani H, Fathabadi A.H, Stochastic modeling of sediment yield using random forest and quantile regression. Journal of Water and Soil Conservation. 2017; 24(4):103-122.(In Persian)

18-Breiman, Out-of-bag Estimation Leo, and California Berkeley. 'No Title'.1–13. Print.

www.SID.ir