Archive of SID

مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی در معابر اصلی شهر کرج با استفاده از روش تاپسیس

مقاله پژوهشی

زهره عیسی‌خان‌بیگی، دانش آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مظاهر معین‌الدینی*، استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

افشین دانه‌کار، استاد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:Moeinaddini@ut.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۱/۲۰- پذیرش: ۹۸/۰٤/۲۸

صفحه ۱٦٤-۱٤۹

چکیده

امروزه تعیین محل مناسب جهت اجرای پروژه، می‌تواند از مهم‌ترین عوامل موفق بودن آن است. این پژوهش با هدف مکان‌یابی موانع صوتی شهر کرج انجام شده است. در این پژوهش، معیارها و زیرمعیارهای مهم مکان‌یابی موانع صوتی تعیین و در مرحله بعد نقشه‌های استاندارد شده هر یک تهیه شد. با استفاده از مقایسه زوجی وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها تعیین شد. سپس با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC)، گزینه‌های دارای شایستگی لازم برای استقرار موانع صوتی به دست آمدند. سپس با بازید میدانی، اندازه‌گیری شدت تراز صوتی و بررسی امکان نصب، در نهایت نه محور ارتباطی یا معبر انتخاب شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش تاپسیس (TOPSIS)، ۹ محور منتخب اولویت‌بندی شدند. نتایج این تحقیق نشان داد مهم‌ترین معیارها برای مکان‌یابی موانع صوتی به ترتیب معابر شهری، تراز معادل صوت، ترافیک شهری، نوع کاربری، تراکم جمعیت، مراکز حساس به صوت، فاصله کاربری تا بر معابر، توپوگرافی (شیب)، ارتفاع ساختمان‌ها و پوشش گیاهی هستند. بیشترین تراز صوت اندازه‌گیری شده به ترتیب مربوط به محور دوم (M2) در منطقه دو شهرداری کرج، محور اول (M1) در منطقه یازده و محور پنجم (M5) در منطقه پنج بود. با توجه به اولویت‌بندی ۹ محور ارتباطی، ارجحیت برای نصب مانع به ترتیب برای چهار محور نخست عبارت از محور نهم (M9) واقع در بلوار گلشهر و بلوار دانش، محور هفتم (M7) بلوار شهید رجایی – ظفر، محور ششم (M6) بلوار علامه جعفری- بلوار جمهوری اسلامی – ارس و محور دوم (M2) آزادراه کرج- قزوین، محور پل فردیس تا بلوار گلشهر است. نتایج این پژوهش می‌تواند برای استقرار موانع صوتی مورد توجه صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان شهری کرج و در مجموع رویکرد استفاده شده در این پژوهش در سایر شهرها مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: موانع صوتی، مکان‌یابی، روش TOPSIS، کرج

۱-مقدمه

یکی از مهم‌ترین معضلات محیط‌زیستی در نواحی شهری آلودگی صوتی است که کاهش آن به منظور بالا بردن سطح کیفی زندگی و کم کردن اثرات آن بر سلامت شهروندان ضرورت دارد. آلودگی صوتی انتشار هرگونه صوت

www.SID.ir

Archive of SID

آزاردهنده یا مضر برای سلامت و محیط‌زیست یا هر پدیده صوتی که چنین احساسی ایجاد کند تعریف شده است (Fiedler and Zannin., 2015). پیامدهای زیان‌بار آلودگی صوتی بر انسان به‌صورت مستقیم و در کوتاه مدت پدیدار نمی‌شود بلکه غالباً به‌صورت تدریجی ظاهر شده و در درازمدت مستقیماً بر دستگاه عصبی انسان، اثر گذاشته و پیامدهای منفی آن بروز می‌کند و آثار روانی صدا بر حسب شخص، موقعیت و زمان متفاوت است (یوسفی، ۱۳۹۰).

با توجه به تحقیقات انجام‌شده ثابت شده است که آلودگی صوتی می‌تواند به کارایی شنوایی و سلول‌های عصبی آسیب بزند و باعث تغییر موقت و دائم آستانه شنوایی و افزایش ترشح هورمون آدرنالین شود. همچنین تغییر ضربان قلب، تنگی عروق، افزایش فشارخون، سکته‌قلبی، سردرد و میگرن، اختلال در خواب، ناراحتی‌های عصبی، استرس، اضطراب، بداخلاقی، خشونت، نتیجه قرار گرفتن در معرض سروصدای آزاردهنده است (یوسفی، ۱۳۹۰؛ قوام، ۱۳۷۵؛ مرتضوی، ۱۳۸۰ Stansfeld etal., 2005; Blojevic etal.,1997; Korte.and Grant., 2001; Smith., 1991; Haines., 2001;Srivastava., 2012). منابع تولیدکننده صوت در شهر متنوع هستند و به دو گروه ثابت و متحرک (ترافیکی) تقسیم می‌شود منابع ثابت تولیدکننده صوت شامل پایانه‌های حمل‌ونقل بار و مسافر، صنایع، ساخت‌وساز، فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های قطار، کارخانه‌ها و کارگاه‌ها بوده و منابع متحرک تولیدکننده صوت عبارت از انواع خودروها، موتورسیکلت‌ها، نشست و برخاست هواپیما و حرکت قطار و مترو، البته باید بیان شود منابع متحرک، بالاترین میزان صوت را تولید می‌نمایند (Kalaboe etal., 2000; Bhattacharya etal., 2001 and Tiwari etal., 2013). با توجه به رشد سریع شهرها، لزوم توسعه، تغییر یا تعریض معابر در کاربری‌های مسکونی رو به افزایش است و برای ساکنین مجاور معابر، سروصدای فزاینده ناشی از ترافیک به چالشی بزرگی تبدیل‌شده است. این افزایش بیش‌ازحد صدا در معابر به خاطر افزایش تعداد ماشین‌ها و افزایش سرعت آن‌ها است. با افزایش جمعیت شهرها و بیشتر شدن تعداد خودروها، چاره‌ای جز افزایش ظرفیت محورهای اصلی شبکه معابر باقی نمی‌ماند. در چنین شرایطی باید دست به تعریض معبر زد، از فضاهای زیرزمینی و دالان‌های هوایی بهره برد و یا اقدام به احداث یک محور کمکی کرد. هم‌زمان با طراحی و اجرای هریک از این گزینه‌ها، باید برای به حداقل رساندن تبعات اجتماعی، اقتصادی و البته محیط‌زیستی ناشی از افزایش ظرفیت معابر تلاش کرد (احدی و کریمی، ۱۳۹٤). برای کنترل و کاهش آلودگی صوتی در نقاط بحرانی می‌توان روش‌های مختلفی را بکار برد که می‌توان به کنترل صوت در منبع، کنترل صوت در دریافت‌کننده، کنترل صوت در مسیر اشاره نمود (Merritte,1983؛ احدی و کریمی، ۱۳۹٤). یکی از شناخته‌شده‌ترین راهکارها برای کنترل آلودگی صوتی در مسیر، نصب دیوارهای صوتی مناسب و یا خاکریزهای صوتی مناسب در مجاورت مکان‌هایی با کاربری‌های حساس به صدا مثل مراکز آموزشی، درمانی، مسکونی و اداری است با نصب موانع صوتی در جاده‌ها می‌توان میزان انتقال صوت به وجود آمده در اثر ترافیک را کاهش داد (Morgan and Hothersal.,1998؛ احدی و کریمی، ۱۳۹٤). موانع صوتی (زنده و غیرزنده) عمدتاً با مسدود کردن مسیر مستقیم حرکت صوت بین منبع تولید و دریافت‌کننده‌های آن، میزان صوت را کاهش می‌دهند (زبانی و همکاران، ۱۳۸۷، ایمان پور نمین و همکاران، ۱۳۹٤). موانع صوتی غیرزنده به سه نوع انفعالی، جذب‌کننده و منعکس‌کننده تقسیم می‌شوند که در سه نوع شفاف، بتونی و آجری هستند.

دیوارهای صوتی دارای اشکال متنوعی هستند و در سه نوع کاملاً بسته، نیمه بسته و سر کج هستند (Kotzen and English.,1999). مکان‌یابی عبارت از تحلیل‌هایی است که منجر به یافتن بهترین مکان یا مکان‌ها برای یک کاربری مشخص می‌شود (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۰و آقایی و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع مکان‌یابی با به کارگیری معیارها، فاکتورهای مؤثر و با استفاده از مدل‌های جامع به تعیین

www.SID.ir

Archive of SID

مکان‌های مناسب مورد نظر برای کاربری می‌پردازد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعاتی در ارتباط با مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی انجام شده است. از جمله مهم‌ترین معیارهای مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی بکار رفته می‌توان به توپوگرافی (شیب زمین) وضعیت ترافیک شهر، نوع معابر، تعداد و انواع تقاطع‌ها، نوع کاربری‌های اطراف منطقه، تراکم نقاط حساس (مراکز درمانی وآموزشی)، فاصله کاربری‌ها تا بَر بزرگراه، تراز صوتی در حاشیه بزرگراه موردنظر، فاصله منازل مسکونی تا بَر بزرگراه، ارتفاع کاربری مسکونی و عدم وجود ساختمان‌های بلند مرتبه در بَر بزرگراه و تراکم کاربری مسکونی و تراکم جمعیت اشاره کرد (آقایی و همکاران، ۱۳۹۱، خوبان و همکاران، ۱۳۸۵، فرهمند قوی و همکاران، ۱۳۸۰، قوسی و مهرآوران، ۱۳۸۱، یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰، کریمی و همکاران، ۱۳۹۱، جعفری و همکاران، ۱۳۹۳، صیادی اناری و همکاران، ۱۳۹۳، میری و همکاران، ۱۳۹٤، فتحی و همکاران، ۱۳۹٤، Kotzen and English.,1999 و Oldham and Egan., 2015، Mansouri et al., 2006).

روش تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، روشی ساده ولی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود. این روش در سال ۱۹۹۲ توسط چن و هوانگ مطرح شده است. الگوریتم تاپسیس یک تکنیک چند شاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده آل است. این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. از مزایای این روش نسبت به سایر اولویت‌بندی‌های مکانی این است که معیارهای کمی و کیفی را تواماً در مبحث مکان‌یابی دخالت می‌دهد. خروجی آن می‌تواند ترتیب اولویت گزینه‌ها را مشخص و این اولویت را به صورت کمی بیان کند و تضاد و تطابق بین شاخص‌ها را نیز در نظر بگیرد، (Asgharpour, 2006 حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳).

در شهر کرج با توجه به توسعه معابر شهری و افزایش تعداد و تردد وسائط نقلیه که می‌تواند باعث افزایش میزان تراز صوتی شود و موجب سلب آسایش و سلامت شهروندان گردد و به دلیل اثرات آلودگی صوتی بر سلامت جامعه، بررسی آلودگی صوتی در محیط‌های شهری از اهمیت بالایی برخوردار است (سازگارنیا و همکاران، ۱۳۸٤). تاکنون مطالعات جامعی در رابطه با مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی در شهر کرج صورت نگرفته است، انجام این تحقیق و لزوم بررسی در این زمینه بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین اهداف این پژوهش عبارت از تعیین مهم‌ترین معیارها، شناسایی پهنه‌های شایسته برای محل استقرار موانع صوتی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب محل استقرار موانع صوتی بود.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مشخصات منطقه مورد مطالعه

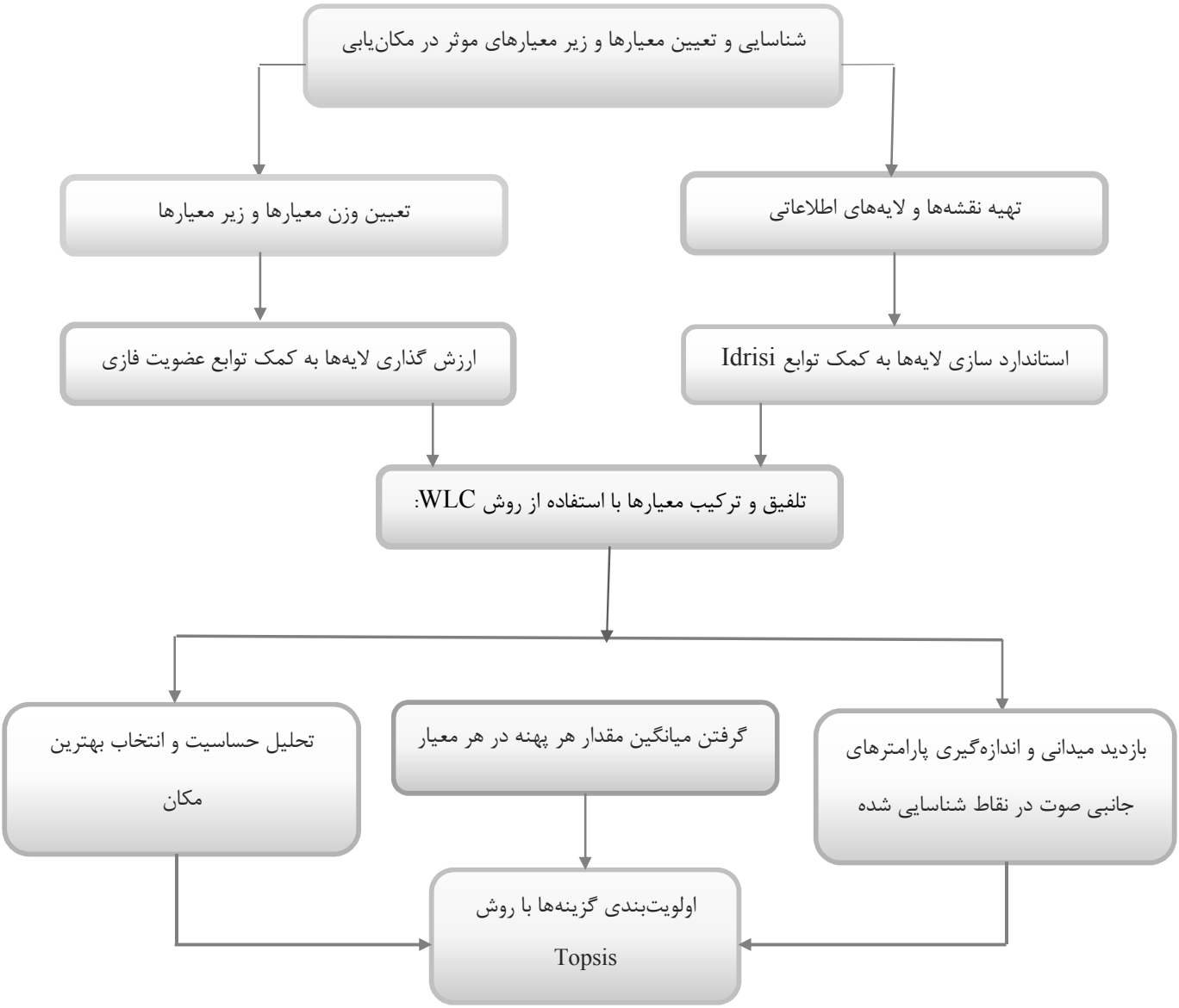
شهر کرج مرکز استان البرز است. شهرستان کرج ۱۷۵/۳۹ کیلومترمربع (بدون احتساب حریم قانونی) وسعت دارد و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه و ۱ ثانیه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲ دقیقه و ۵۸ ثانیه تا ۵۰ دقیقه ٤۹ ثانیه شرقی در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز قرارگرفته است شکل (۲). دامنه تغییرات ارتفاعی شهر کرج بین ۱۲۵۰ تا ۱۵۰۰ متر از آب‌های آزاد و شیب غالب آن کمتر از ۱۵ درصد با جهت غالب جنوبی است. اقلیم شهر کرج نیمه‌خشک سرد است. متوسط روزانه دما در این شهر در یک دوره ۲۱ ساله برابر با ۱۵/۸ درجه سلسیوس و میانگین بارش برابر با ۲٤٤ میلی‌متر ثبت شده است. جهت باد غالب در شهر کرج، شمال‌غربی است که متوسط سرعت باد غالب بین ۷/۷ تا ۹/۲ متر بر ثانیه است (سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر کرج، ۱۳۹۰). جمعیت این شهر طبق آمار رسمی سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵برابر۱،۹۷۳،٤۷۰ نفر است. بر طبق نتایج کلی سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ شهر

www.SID.ir

Archive of SID

کرج چهارمین شهر پر جمعیت ایران است. افزایش جمعیت شهر کرج افزایش وسائط نقلیه را در پی داشته است. در شهر کرج میدان شهید سلطانی به عنوان پایانه مسافربری کرج محلی پر تردد و شلوغ در منطقه دو شهرداری است و بیشترین وسائط نقلیه سنگین و سبک در این میدان تردد دارد و پایانه اتوبوس‌رانی شهید کلانتری نیز در منطقه دو واقع شده است، اتوبان کرج –قزوین هم از میان منطقه دو عبور می‌کند. همچنین آزادراه تهران- کرج هم از میان منطقه یازده کرج عبور می‌کند. لذا این دو منطقه از مناطق پر تردد کرج هستند (جعفری و همکاران،۱۳۹۳).

۳-روش تحقیق

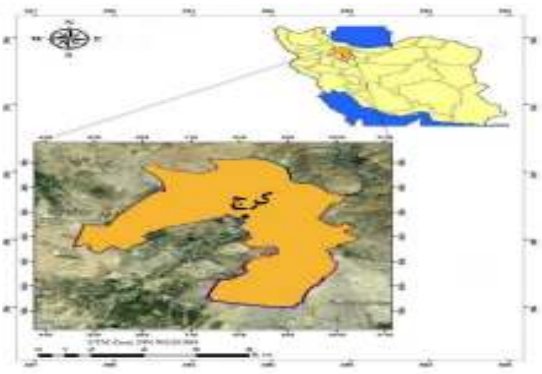


نگاره انجام کار در شکل (۱) مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. نگاره انجام کار



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در گام های زیر انجام شد (شکل ۱).

- گام اول- شناسایی مهم‌ترین معیارها در مکان‌یابی موانع صوتی:

به منظور شناسایی معیارها و شاخص‌ها با هدف مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی، مطالعات مرتبط در دو حوزه آلودگی صوتی و مکان‌یابی موانع صوتی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت معیارهای موثر در مکان‌یابی موانع صوتی استخراج گردید. علاوه بر معیارهای بکار رفته در این مطالعه محدودیت‌ها و تعارضات برای حذف مناطقی که به صورت صددرصد قابلیت نصب مانع وجود نداشت، استفاده شد.

- گام دوم -تهیه نقشه‌های معیارها

در این مرحله لایه‌های اطلاعاتی کلیه معیارهای مورد استفاده در مکان‌یابی، در محیط GIS استخراج گردید.

- گام سوم- تلفیق و ترکیب معیارها با استفاده از روش WLC:

اجرای WLC در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی شامل مراحل زیر است (Malczewski, 1999):

۱. استاندارد نمودن هر معیار؛

به منظور بی‌مقیاس نمودن نقشه ها برای رویهم‌گذاری آنها، نقشه‌های معیارها و زیرمعیارها استانداردسازی فازی شدند. یکی دیگر از مهم‌ترین پارامترها در استانداردسازی فازی انتخاب نوع تابع و استفاده از تعیین حد آستانه یا نقاط کنترل است. اما نکته‌ای که بایستی در انتخاب تابع به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن آن است در اینجا منظور از کاهشی حداقل شونده یا نزولی بودن تابع و منظور از افزایشی، حداکثر شونده یا صعودی بودن تابع است. به این صورت که اگر با افزایش مقدار معیار یا زیرمعیار شایستگی منطقه برای نصب مانع افزایش یابد در نتیجه از تابع افزایشی استفاده می‌گردد.

۲. تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها؛

جهت وزندهی به معیارها، ساختار سلسله مراتب تصمیم‌گیری تهیه شد و در ادامه پرسشنامه نظرسنجی متخصصان به روش مقایسه زوجی تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تنظیم و برای متخصصان در زمینه صوت و موانع صوتی ارسال گردید پس از جمع‌آوری نظرات کارشناسان خبره در این زمینه به منظور وزن دهی به معیارها در قالب مقایسات زوجی نظرات در محیط نرم‌افزاری ExpertChoiseبا هم ادغام گردید. به منظور جلوگیری از ورود برخی نظرات احتمالی غیرکارشناسی، مقادیر سازگاری قضاوت‌ها (CR)، محاسبه گردید چنانچه این نسبت (CR) کمتر از ۰/۱ باشد مقایسه‌ها قابل قبول خواهد بود.پس از قابل قبول واقع شدن مقادیر CR از این اوزان جهت انجام WLC استفاده گردید.

۳. تهیه نقشه، بدین معنی که لایه های نقشه استاندارد شده در وزن مربوطه ضرب می‌شود؛

٤. رویهم‌گذاری «جمع» برای نقشه‌های استاندارد شده وزن‌دار؛

۵. تعیین پهنه‌های دارای بیشترین شایستگی.

- گام چهارم- اندازه‌گیری صوت در نقاط شناسایی شده:

در این پژوهش کل شهر کرج به عنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شده بود و می‌بایست اندازه‌گیری صوت در تمام معابر شهر کرج صورت می‌گرفت و گستردگی شبکه معابر شهر کرج پیچیدگی‌ها و دشواری‌هایی در پی داشت و به دلیل عدم امکان انجام اندازه‌گیری صوت در کل معابر شهر کرج از این رو در این تحقیق برای رفع این مشکل ابتدا قطعات مناسب و مستعد برای نصب مانع صوتی با روش WLC شناسایی گردید، سپس به منظور تعیین تراز معادل صوت (Leq) در پهنه‌ها (محورها) که یکی از معیارهای

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی این تحقیق بود و شناسایی پهنه‌های دارای بالاترین شدت تراز صوت در بین پهنه‌های منتخب، اندازه‌گیری صوت تنها در آن پهنه‌ها صورت گرفت. همچنین در بازدید میدانی از پهنه‌های انتخاب شده به منظور تعیین تراز معادل صوت و بررسی تعارضات و معیارهایی که وجود آنها باعث ایجاد محدودیت در اجرای نصب و کاهش شایستگی منطقه برای نصب موانع صوتی می‌گردد چک لیستی از خصوصیات منطقه مورد نظر تهیه شد سپس نتایج مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در نهایت تعدادی از پهنه‌ها برای اولویت‌بندی نهایی غربال شدند.

- گام پنجم – اولویت‌بندی گزینه‌های منتخب:

در این تحقیق جهت اولویت‌بندی گزینه‌ها از روش TOPSIS استفاده شد. در این روش مرتب‌نمودن گزینه‌ها براساس امتیاز ارجحیت کلی است و گزینه دارای بیشترین امتیاز، بهترین گزینه است (Malczewski, 1999 ., حبیبی و همکاران ۱۳۹۳). در این مرحله و بر اساس معیارهای بکار رفته در بخش مکان‌یابی و همچنین بعد از اندازه‌گیری صوت و بازدید میدانی از مکانهای منتخب سه معیار اصلی تراز صوت معادل و ارتفاع ساختمان‌ها (۳/۵ متر ارتفاع برای هر طبقه) و فاصله کاربری‌ها از معابر (به دلیل در نظر گرفتن فاصله مناسب منازل مسکونی از موانع صوتی) برای اولویت‌بندی گزینه‌ها به معیارهای اصلی اضافه گردید. سپس با استفاده از روش تاپسیس اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام شد. در این مطالعه رویکرد TOPSIS با استفاده از نرم افزار تاپسیس TOPSIS Solver 2.0.0 انجام گرفت. این روش شامل شش مرحله بوده که به ترتیب در این تحقیق انجام شده است (اصغرپور،۱۳۷۷).

۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و بی‌مقیاس‌سازی آن؛
۲. وزن‌دهی به ماتریس تصمیم نرمالایز شده؛
۳. محاسبهٔ گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر یک از معیارها؛
٤. تعیین میزان فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی؛
۵. محاسبه نزدیکی نسبی گزینه i (Ai) به راه حل ایده‌آل؛
٦. رتبه‌بندی گزینه‌ها.

معیارهای مکان‌یابی موانع صوتی:

معیارهایی که وجود آنها در منطقه به منظور استقرار موانع صوتی ضروری بوده و یا باعث افزایش شایستگی منطقه برای نصب می‌گردد شامل معیارهای اصلی مانند نوع کاربری (مسکونی، تجاری–خدماتی، صنعتی، مسکونی – تجاری و تجاری – صنعتی)، تراکم جمعیت، توپوگرافی (شیب)، مراکز حساس به صوت (مراکز درمانی و مراکز آموزشی)، تراکم پوشش گیاهی، معابر شهری و ترافیک شهری بوده است. همچنین معیارهایی در دسته تعارضات و عوامل محدودکننده در هنگام اجرا قرار گرفت، که شامل قرار گرفتن در بافت‌های فرسوده شهر کرج، نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی، جایگاه پمپ بنزین و گاز و نهر آب است. استانداردسازی نقشه هر یک از معیارها و زیرمعیارها در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد در انتخاب محل استقرار موانع صوتی معیار معابر با وزن (۰/۳۵۸) دارای بیشترین وزن اهمیت نسبی و معیار پوشش گیاهی با وزن (۰/۰۳٤) دارای کمترین وزن اهمیت نسبی در مکان‌یابی محل نصب موانع صوتی است همچنین به ترتیب بعد از معیار معابر، معیارهای ترافیک (۰/۲۳٦) و کاربری (۰/۱۵٤)، تراکم جمعیت (۰/۱۰۵)، مراکز حساس (۰/۰٦۸) و توپوگرافی (شیب) (۰/۰٤۵) در درجه اهمیت بعدی قرار دارند. در جدول (۱) نتایج وزندهی معیارها و زیر معیارها ارائه شده است.

معرفی مکانهای شایسته برای نصب موانع صوتی:

برای بررسی شایستگی پهنه‌ها برای نصب موانع صوتی، تمامی نقشه‌های معیارهای استاندارد شده فازی (شکل‌های ۳ تا ۹) و اوزان به دست آمده جدول (۱) در محیط نرم‌افزاری ایدریسی با یکدیگر تلفیق شدند و همزمان نقشه‌های محدودیت در نصب مانع نیز وارد و تلفیق شدند. در نهایت با استفاده از روش WLC نقشه شایستگی برای نصب موانع صوتی حاصل شد شکل (۷)، نقشه نهایی پهنه‌های حاصل از WLC و یا موقعیت محورهای به دست آمده (M1 تا M9) در شکل (۹) نشان داده شده است. در این پژوهش در نهایت ۹ گزینه یا (محور) شناسایی شد. برای راحتی تفسیر، پهنه‌ها به دو گروه آزادراهی و بزرگراهی– بلوار تقسیم‌بندی شدند که هر یک از قطعات در این گروه‌ها کدگذاری شدند که در ادامه معرفی می‌شوند. گروه قطعات آزادراهی شامل محور اول (M1) در آزادراه تهران- کرج تا تقاطع بلوار جهان‌نما (منطقه ۱۱)، محور دوم (M2) در آزادراه کرج- قزوین، محور پل فردیس تا بلوار گلشهر (منطقه دو)، محور سوم (M3) در آزادراه کرج –قزوین از تقاطع گلشهر تا تقاطع آزادراه کرج قزوین و بلوار بهشتی (منطقه پنج) است. قطعات بزرگراهی عبارت از محور چهارم (M4) در بلوار شورا – ملارد (مناطق ۱۰، ۱۱ و ۲)، محور پنجم (M5) در بلوار بسیج – مطهری تا تقاطع بلوار استقلال (منطقه پنج)، محور ششم (M6) در بلوار علامه جعفری- بلوار جمهوری اسلامی – ارس، محور هفتم (M7) در بلوار شهید رجایی – ظفر (منطقه شش)، محور هشتم (M8) نیز در بلوار بهشتی و محور نهم (M9) در بلوار گلشهر و بلوار دانش هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) معیارها، زیرمعیارها و وزن نسبی آنها به همراه نقاط کنترل، شکل تابع عضویت و نوع تابع عضویت فازی

معیارهای اصلی	زیرمعیار سطح ۱	زیرمعیار سطح ۲	زیرمعیار سطح ۳	وزن زیرمعیارها	وزن معیارهای اصلی	نقاط کنترل				شکل تابع فازی	نوع تابع
						a	b	c	d		
توپوگرافی (درصد شیب)	*	*	*	*	۰/۰۴۵	۰	*	*	٦	MI*	S*
معابر شهری	معابر	۱-تعداد باند عبوری و عرض معابر (متر)	*	۰/۰۵۹		*	*	۲	٤	MD*	UD*
		۲- نوع معابر	شبکه بزرگراهی	۰/۰۹۱		*	*	۲۵۱	۲۵٦	MD	UD
			آزادراه	۰/۰۷۲	۰/۳۵۸	*	*	۲۳٦	۲٤٦	MD	UD
			شریانی درجه ۱	۰/۰۳٦		*	*	۲۰۱	۲۳٦	MD	UD
			شریانی درجه ۲	۰/۰۲۲		*	*	۱٤٦	۲۰۱	MD	UD
			جمع و پخش‌کننده	۰/۰۰۱۳		*	*	۵۹	۱٤٦	MD	UD
	تقاطع‌ها به (متر)	۱- تقاطع‌های همسطح	*	۰/۰۳۰		*	*	۰	۵۰	MD	S
		۲- تقاطع‌های غیر همسطح	*	۰/۰۳٤		*	*	۰	۵۰	MD	S
ترافیک شهری	حجم تردد وسایل نقلیه	*	*	۰/۱٦۰		۳۰۰	*	*	۲۰۰۰	MI	UD
	شبکه حمل‌ونقل	الف) شبکه حمل‌ونقل عمومی (اتوبوس‌رانی و تاکسیرانی)	الف) خطوط ا توبوسرانی به (متر)	۰/۰۰۱۱		*	*	۵	۲۰	MD	S
			ب) ایستگاه اتوبوس به (متر)	۰/۰۰۸		*	*	۵	۲۰	MD	S
			ج) پایانه‌های اتوبوس واحد و برون‌شهری به (متر)	۰/۰۰٦	۰/۲۳٦	*	*	۵	۲۰	MD	S
			د) ایستگاه تاکسی به (متر)	۰/۰۰۳		*	*	۵	۲۰	MD	S
			ه) پایانه تاکسی به (متر)	۰/۰۰۳		*	*	۵	۲۰	MD	S
		ب) شبکه ریلی برقی	خطوط مترو به (متر)	۰/۰۰۷		*	*	۰	۱۰۰	MD	S

www.SID.ir

Archive of SID

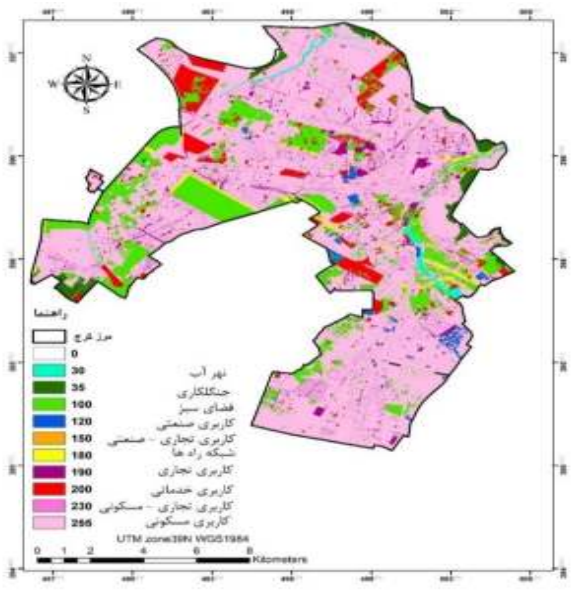
معیارهای اصلی	زیرمعیار سطح ۱	زیرمعیار سطح ۲	زیرمعیار سطح ۳	وزن زیرمعیارها	وزن معیارهای اصلی	نقاط کنترل				شکل تابع فازی	نوع تابع
						a	b	c	d		
ترافیک شهری	جاذبه‌های سفر	ج) شبکه ریلی غیر برقی	ایستگاه مترو (متر)	۰/۰۰۳		*	*	۰	۱۰۰	MD	S
			خطوط راه‌آهن (متر)	۰/۰۰۱۱		*	*	۵	۵۰	MD	S
			ایستگاه راه‌آهن (متر)	۰/۰۰۵		*	*	۵	۵۰	MD	S
		اماکن زیارتی به (متر) اماکن گردشگری –تاریخی به (متر) مراکز خرید (مراکز تجاری)	*	۰/۰۰۵		*	*	۵	۲۰	MD	S
			*	۰/۰۰۳		*	*	۵	۵۰	MD	S
			*	۰/۰۱۰		*	*	۵	۵۰	MD	S
تراکم پوشش گیاهی و فضای سبز به (متر)	پارکها	*	*	۰/۰۱۷		*	*	۰	۵۰	MD	S
	فضای سبز حاشیه معابر	*	*	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳٤	*	*	۰	۱۰۰	MD	S
	جنگلکاری	*	*	۰/۰۰۵		*	*	۰	۱۰۰	MD	S
نوع کاربری		*	*	*	۰/۱۵٤	*	*	۰	۲۵۵	*	UD
مراکز حساس به صوت به (متر)		*	*	*	۰/۱۰۵	*	*	*	۲۰	MD	S
تراکم جمعیت به (نفر)		*	*	*	۰/۰٦۸	۸۰	*	*	۳۰۰۰	*	UD

www.SID.ir

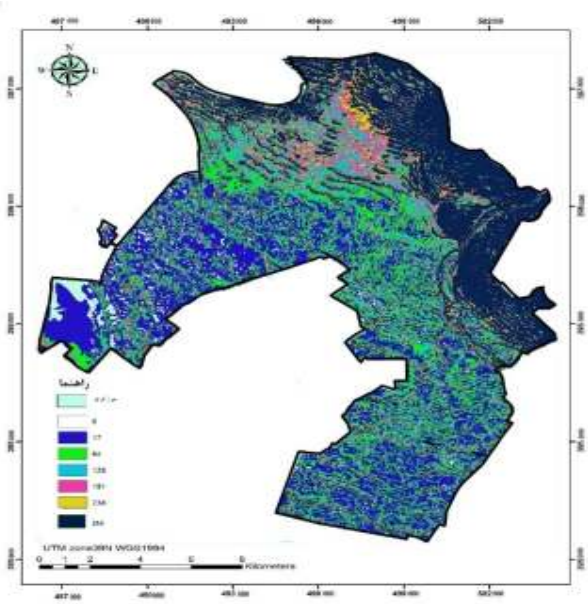
Archive of SID

نقشه های استاندارد شده فازی معیارها در شکل (۳) تا (۹)

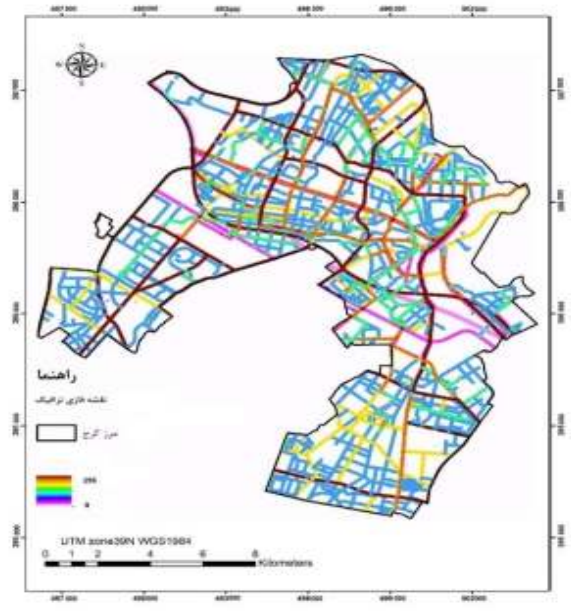
ارائه شده است.



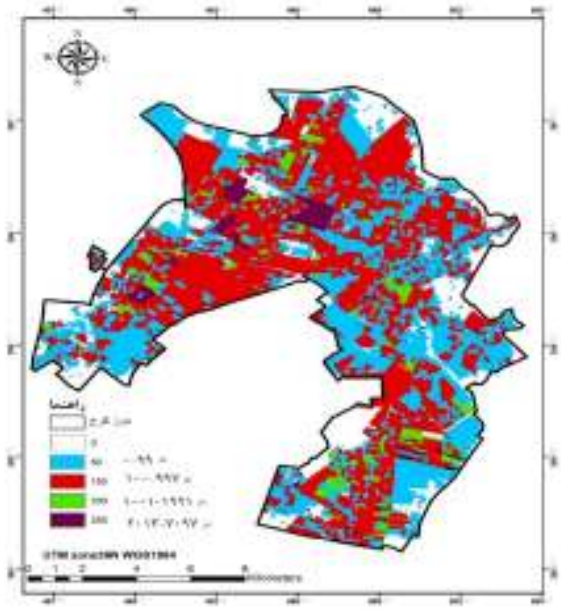
شکل ۳. نقشه کاربری استاندارد شده



شکل ٤. نقشه شیب استاندارد شده



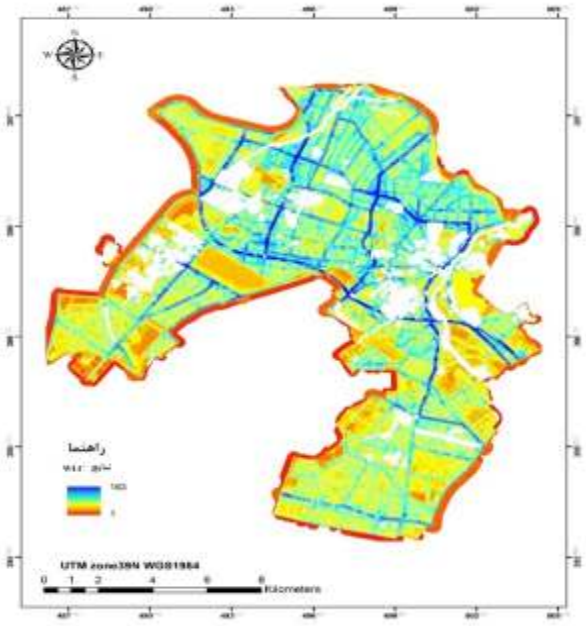
شکل۵. نقشه ترافیک استاندارد شده



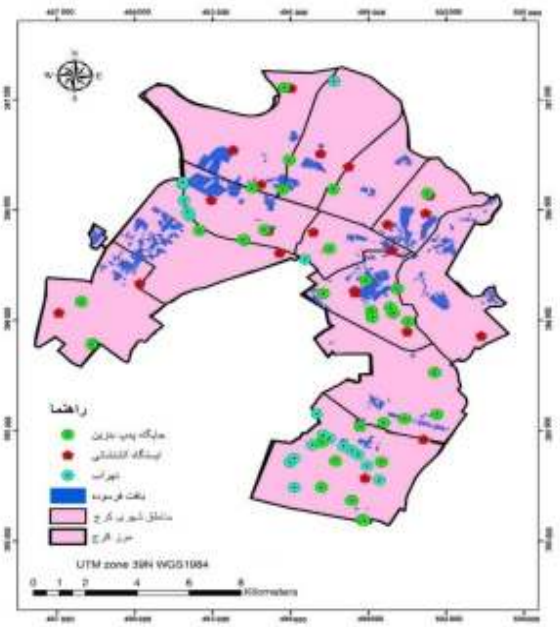
شکل ٦. نقشه تراکم جمعیت استاندارد شده

www.SID.ir

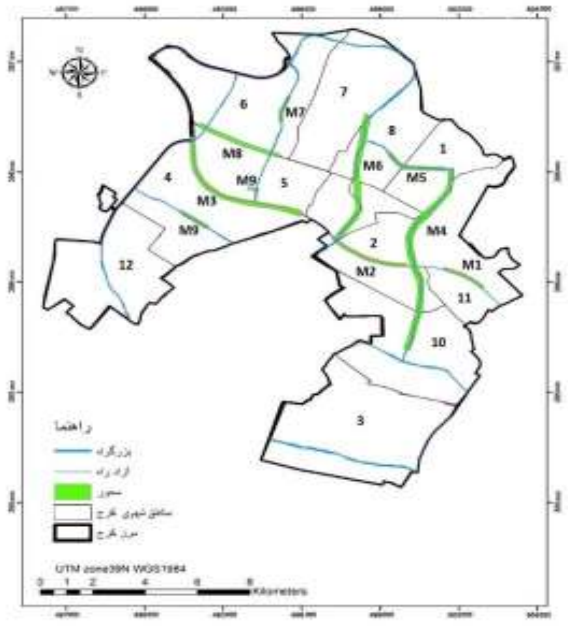
Archive of SID



شکل۷. نقشه شایستگی گزینه های حاصل از روش WLC



شکل ۸. نقشه محدودیت‌های نصب مانع



شکل ۹. نقشه نهایی موقعیت پهنه‌ها (محورها)

www.SID.ir

Archive of SID

٤-اندازه‌گیری صوت در پهنه‌های منتخب (محور)

نتایج بررسی پهنه‌های دارای بالاترین شدت تراز صوت از میان مکان‌های شناسایی شده برای نصب موانع صوتی در ایستگاه‌های منتخب نشان داد که حداکثر تراز صوت ثبت شده در محدوده مطالعاتی ۸۰/۷ دسی بل A مربوط به محور دوم (M2) پل فردیس – گلشهر در آزادراه کرج – قزوین است که اختلاف آن با میزان مجاز استاندارد تعیین شده توسط سازمان محیط‌زیست برای مناطق مسکونی (۵۵ دسی بل در روز) ۲۵/۷ دسی بل است که بحرانی‌ترین پهنه از نظر آلودگی صوتی است. حداقل تراز صوت معادل ثبت شده ٦۹ دسی بل در محور ٤ در بلوار شورا است و اختلاف آن با میزان مجاز استاندارد تعیین شده برای مناطق مسکونی ١٤ دسی بل است جدول (۲). مقایسه Leq در تمام محورها نشان داد که میانگین تراز معادل صوت در تمام ایستگاه‌ها بالاتر از استاندارد صوت در ایران بود، همچنین جدول (۲) وضعیت شدت تراز صوتی هر یک از محورها، به همراه میزان اختلاف تراز صوت متناسب با نوع کاربری اطراف آنها با مقادیر استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۲. وضعیت شدت تراز صوت در بین پهنه‌های منتخب

تراز معادل صوت (Leq) (db) در محورها		شماره محور	میزان اختلاف تراز صوت با استاندارد در روز متناسب با نوع کاربری		
			مسکونی-تجاری	تجاری-خدماتی	مسکونی
کمترین تراز صوت (Lmin)	٦۹ دسی بل	محور چهارم		١٤	
بیشترین تراز صوت (Lmax)	۸۰/۷ دسی بل	محور دوم			۲۵/۷
میانگین‌تراز صوت تمام پهنه‌ها	۷۳/۵ دسی بل	در تمام محورها			
انحراف از استاندارد (Stdv)	۳/٤ دسی بل	در تمام محورها			
ضریب تغییرات صوت (CV)	٤/٦ دسی بل	در تمام محورها			
محورهای دارای بیشترین‌تراز صوت	۷۷/۷-۷۹-۸۰/۷	دوم- پنجم -اول	۱۹-۲۲/۷-۲۵/۷		*

در شکل (۱۰) ضخامت‌های مختلف قسمت‌های قرمز رنگ میزان تراز صوت در هر محور را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱۰. میزان تراز صوت در محورها

۵-اولویت‌بندی پهنه‌ها (محورها) با استفاده از روش تاپسیس

پهنه‌های منتخب در بخش قبل، با استفاده از روش تاپسیس اولویت‌بندی شدند. در این بخش بعد از بازدید میدانی تعداد اطلاعات بیشتری از گزینه‌ها (پهنه ها) در قالب معیارهای جدید به‌دست آمد. معیارهای نهایی برای اولویت‌بندی پهنه‌های منتخب و وزن آنها که از روش مقایسه زوجی و روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) و با استفاده از نرم‌افزارSuper Decisions به‌دست آمده، و نتایج وزن‌دهی در جدول (۳) ارائه شده است. طبق جدول (۳) معیار معابر (۰/۲۵۸) دارای بالاترین میزان اهمیت نسبی و معیار پوشش گیاهی (۰/۰۱۵) دارای کمترین میزان اهمیت نسبی در اولویت‌بندی پهنه‌های به دست آمده برای اولویت‌بندی پهنه‌های منتخب را داشت. همچنین به ترتیب معیارهای Leq (۰/۲۲٤) و ترافیک (۰/۱٦٤) و کاربری (۰/۱۱۵) و تراکم جمعیت (۰/۰۸۰) و مراکز حساس (۰/۰۵٦) و فاصله کاربری از معابر (۰/۰۳۹) توپوگرافی (شیب) (۰/۰۲۹) و ارتفاع ساختمان‌ها (۰/۰۲۰) در درجه اهمیت بعدی قرار داشتند.

جدول ۳. نتایج وزندهی و ترتیب اهمیت معیارهای اصلی

معیارهای اصلی	وزن معیارها
معابر شهری	۰/۲۵۸
Leq	۰/۲۲٤
ترافیک	۰/۱٦٤
کاربری	۰/۱۱۵
تراکم جمعیت	۰/۰۸۰
مراکز حساس به صوت	۰/۰۵٦
فاصله کاربری از معابر	۰/۰۳۹
توپوگرافی (شیب)	۰/۰۲۹
ارتفاع ساختمان‌های مجاور معابر	۰/۰۲۰
پوشش گیاهی	۰/۰۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مربوط به گزینه (محور) ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر یک از معیارها مشخص شد و سپس میزان فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی تعیین گردید این نتایج در جدول (٤) ارائه شده است.

جدول ٤. فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

محور	فاصله گزینه‌ها از جواب ایده آل مثبت	فاصله گزینه‌ها از جواب ایده آل منفی
محور ۱ (M1)	۰/۰۵	۰/۰۲
محور ۲ (M2)	۰/۰۱٦	۰/۰۱۸
محور ۳ (M3)	۰/۰٤۲	۰/۰۱۸
محور ٤ (M4)	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹
محور ٥ (M5)	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷
محور ٦ (M6)	۰/۰۲۳	۰/۰۲۸
محور ۷ (M7)	۰/۰۱۳	۰/۰۲٦
محور ۸ (M8)	۰/۰۳۰	۰/۰۲٦
محور ۹ (M9)	۰/۰۱۸	۰/۰٤٥

همانطور که در جدول (٥) نشان داده شده، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که از میان گزینه‌های پژوهش، محور M9 (۰/۷۱) بیشترین اولویت برای نصب موانع صوتی را دارد. همچنین محور M7 (۰/٦٥)، محور M6 (۰/٥٥) و محور M2 (۰/٥۱) در رتبه‌های بعدی قرار دارند که این نیز نشان دهنده اهمیت بالای این دو محور در راستای هدف پژوهش است. همچنین محور M5 (۰/٤۸)، محور M8 (۰/٤٦) و محور M4 (۰/۳٤)، محور M3 (۰/۳۰) و محور M1 (۰/۲٥) نیز در جایگاه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ٥. نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها با روش تاپسیس

محورها	شاخص نزدیک نسبی	رتبه هر گزینه
محور ۱ (M1)	۰/۲٥	۹
محور ۲ (M2)	۰/٥۱	٤
محور ۳ (M3)	۰/۳۰	۸
محور ٤ (M4)	۰/۳٤	۷
محور ٥ (M5)	۰/٤۸	٥
محور ٦ (M6)	۰/٥٥	۳
محور ۷ (M7)	۰/٦٥	۲
محور ۸ (M8)	۰/٤٦	٦
محور ۹ (M9)	۰/۷۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

٦-نتیجه‌گیری

در این مطالعه معیارها و زیرمعیارهای مهم برای مکان‌یابی محل استقرار موانع صوتی تعیین و در مرحله بعد نقشه‌های استاندارد شده هر یک از آنها تهیه شد. با استفاده از مقایسه زوجی، وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعیین شد. سپس با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC)، گزینه‌هایی که شایستگی لازم برای استقرار موانع صوتی را داشتند به دست آمدند. سپس با بازید میدانی، اندازه‌گیری شدت تراز صوتی و بررسی امکان نصب، در نهایت نه محور ارتباطی یا معبر انتخاب شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش تاپسیس (TOPSIS) نه محور منتخب اولویت‌بندی شدند. و طبق نتایج وزن دهی به دست آمده از روش ANP جدول (۳) اثرگذارترین معیارها در مکان‌یابی محل نصب مانع به ترتیب اهمیت به شرح زیر است. ۱- معابر شهری ۲- تراز صوت معادل ۳- ترافیک ٤- کاربری ٥- تراکم جمعیت٦- وجود مراکز حساس ۷- توپوگرافی (شیب) ۸- ارتفاع ساختمان‌ها ۹- فاصله کاربری از معابر و ۱۰- پوشش گیاهی هستند. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد بر اساس جدول (۳) از میان معیارهای پژوهش معیار معابر شهری بیشترین اهمیت را دارد و به دنبال آن به ترتیب Leq (تراز صوت) و ترافیک در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین در بین انواع معابر، آزادراه‌ها و بزرگراه‌های عبوری از کنار کاربری‌های مسکونی در اولویت هستند. همچنین طبق جدول (۲) میانگین تراز معادل صوت در تمام ایستگاه‌ها با استاندارد صدای ایران مقایسه شد و در تمام ایستگاه‌ها صدا بالاتر از حد استاندارد بود (۷۳/٥ دسی‌بل) و میزان انحراف از استاندارد (Stdv) در تمام محورها (۳/٤) است. همچنین ضریب تغییرات صوت (CV) در تمام محورها (٤/٦) است. بر اساس جدول (۲) بیشترین تراز صوت اندازه‌گیری شده به ترتیب مربوط به محورهای دوم (M2) واقع در منطقه دو شهرداری کرج، محور اول (M1) واقع در منطقه ۱۱ شهرداری و محور پنجم(M5) واقع در منطقه پنج شهرداری بود، و حداکثر تراز صوت ثبت شده در محدوده مطالعاتی(۸۰/۷۰) دسی بل مربوط به محور دوم (M2) واقع در پل فردیس – گلشهر در بزرگراه کرج – قزوین است که دارای (۲٥/۷) دسی بل میزان اختلاف از تراز صوت استاندارد اعلام شده برای مناطق مسکونی در روز است و حداقل تراز صوت معادل ثبت شده (٦۹) دسی بل مربوط به محور چهارم در بلوار شورا است. با توجه به اولویت‌بندی نه محور ارتباطی، ارجحیت برای نصب مانع به ترتیب برای چهار محور نخست عبارت از محور نهم (M9) واقع در بلوار گلشهر و بلوار دانش، محور هفتم (M7) واقع در بلوار شهید رجایی – ظفر، محور ششم (M6) واقع در بلوار علامه جعفری- بلوار جمهوری اسلامی – ارس و محور دوم (M2) واقع در آزادراه کرج- قزوین، محور پل فردیس تا بلوار گلشهر است. همانطور که در نقشه پهنه‌های منتخب نیز مشاهده می‌شود از مناطق سه و هفت و دوازده شهرداری کرج هیچ پهنه‌ای انتخاب نشده است و این نشان دهنده آن است که این مناطق حداقل معیار لازم برای نصب را نداشته اند.

تشکر و قدارنی:

از حمایت‌های شهرداری کرج و شواری اسلامی شهر کرج تقدیر و تشکر می‌شود.

۷-پی‌نوشت‌ها

1-Weighted Linear Combination

۸- مراجع

-آقایی، ح. عبدی، ص. فلاح زواره، م.، (۱۳۹۱)، "تجارب طراحی و بهره‌برداری از موانع صوتی در شهر تهران (پروژه حاشیه غربی بزرگراه کردستان تهران)"، اولین کنفرانس مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران.

-احدی، س.کریمی، ا.، (۱۳۹٤)، "گزارشات آلودگی هوا و صدا در مناطق شهرداری تهران منطقه ۳"، گزارش فنی شرکت کنترل کیفیت هوا شماره QM94/07/08 (U)/01، http://air.tehran.ir بازیابی شده در تاریخ ۲/۱۹// ۹۵.

-احدی، س.کریمی، ا.، (۱۳۹٤)، "گزارشات آلودگی هوا و صدا در مناطق شهرداری تهران منطقه یازده"، گزارش فنی

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت کنترل کیفیت هوا شماره QM94/11/09 (U)/01، http://air.tehran.ir بازیابی شده در تاریخ ۲/۱۹// ۹۵.

-اصغرپور، م. ج.، (۱۳۷۷)، "تصمیم‌گیری های چند معیاره"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ. اول.

-ایمان‌پور نمین، آ. مرادیان، م. یزدان پناه، م. (۱۳۹٤)، "آلودگی صوتی در محیط‌های شهری و تأثیر راهکارهای مدیریتی ترافیک بر محیط‌زیست شهری (مطالعه موردی: منطقه شش شهرداری تهران)"، پنجمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، تهران، دانشگاه تهران.

-خوبان، ل. نصیری، پ. عباسپور، م. ۱۳۸۵. مکان‌یابی و طراحی موانع صوتی بزرگراه همت (محدوده شهرداری منطقه ۲۲ تهران). دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت، تهران، موسسه مطالعاتی زیست محیط پاک.

-جعفری، ش. دانه کار، ا. شیخ گودرزی، م. معین الدینی، م.۱۳۹۳. پهنه بندی آلودگی صوتی شهر کرج با استفاده از نمونه برداری مقطعی. فصلنامه گیاه، خاک و اکوسیستم پایدار، شماره ۱، ص ۱۰۷-۱۲٦.

-حبیبی، آ. ایزد یار، ص. سرافراز، ا. ۱۳۹۳. تصمیم گیری چند معیاره فازی، انتشارات کتیبه گیل.

-زبانی، س. (۱۳۸۷)، "ارائه حریم‌های مجاز صدا و طراحی سدهای آکوستیکی در کنار بزرگراه همت"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران. ص. ۱۵۰-۱۵۱.

-سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر کرج، (۱۳۹۰)، "طرح جامع فضای سبز شهر کرج: گزارش نقشه‌های پایه و شناخت فضای سبز شهر کرج. دانشگاه تهران اداره کل برنامه ریزی و نظارت پژوهشی، ص.۹٤.

-سازگارنیا، آ. بحرینی طوسی، س، م. مرادی، ه.، (۱۳۸٤)، "آلودگی صوتی و شاخص صدای ترافیک در چند خیابان اصلی شهر مشهد در ساعات پرترافیک تابستان"، مجله فیزیک پزشکی ایران. جلد ۸ ، شماره٤، ۲۱، دوره ۲، ص.-۳۰-۲.

-صیادی اناری، م. موفق، ا. (۱۳۹۳)، "ارزیابی آلودگی صوتی بیرجند با استفاده از تکنیک های آماری و GIS مجله محیط شناسی، دوره ٤، شماره ۳، ص.۷۰-٦۸.

-فتحی، م. جعفری موغاری، ح. پورمنافی، س. سفیانیان، ع. (۱۳۹۵)، "مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان سلسله در استان لرستان با استفاده از روش‌های MCE و الگوریتم تکاملی"، دومین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.

-فتحی، س. نصیری، پ. منظم اسماعیل پور، م. مرادی، ر. رزاقی، ف. (۱۳۹٤)، "بررسی میزان آلودگی صوتی در منطقه ۵ مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست"، دوره ۱۷، شماره ۲.

-فرهمند قوی، ف. نصیری، پ. (۱۳۸۰)، "مکان‌یابی نصب موانع صوتی در مسیر بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری تهران سال ۱۳۷٦. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره ۱۱، دوره ٤، ص. ۷۳-۸۲.

-قوام، م، ع. (۱۳۷۵)، "حمایت کیفری از محیط‌زیست"، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست. ص.۲۳۷.

-مرتضوی، ب.، (۱۳۸۰)، "مبانی مهندسی محیط‌زیست"، انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ص. ٦۹.

-معتمدی، م. کوشکی نیان، م. قلی نژادعباسی، آ. حاتمی نژاد، ح.، (۱۳۹۰)، "بررسی جغرافیایی پیرامون مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی شهرفاروج)"، فصلنامه سپهر، شماره ۹۰، دوره ۲۳، ص. ۱۰٦-۱۱۲.

-میری، م. رحیمی رنکی، م. نوری، پ.، (۱۳۹٤)، "آلودگی صوتی در بزرگراه استان البرز"، چهارمین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

-یوسفی، س، ا، (۱۳۹۰)، "بررسی تاثیر فرم شهری بر آلودگی صوتی با استفاده از GIS در شهر یزد". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیطزیست، دانشگاه تهران، ص. ۱٤۳.

-Asgharpour, M.J., (2006), "Multiple Criteria Decision Making.5th Edition". University Tehran press, pp.399 (In Persian).

-Fiedler, P.E.K. and Zannin, P.H.T., (2015), "Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-noise maps and measurements". Environmental Impact Assessment Review: Vol. 51: pp.1-9.

-Stansfeld, S. B, Berglund, C. Clark., I.Lopez-Barrio, P, Fischer., E, Ohrstrom. MM, Haines, J, Head, S, Hygge, I, van Kamp, and BF, Berry, (2005), "Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a crossnational study". Lancet, 365: pp.1942-1949.

-Belojevic, G., Jakovlevic, B., Aleksic, O., (1997), "Subjective reactions for traffic noise with regard to some Personality traits Environmental International".23:pp.221–224

-Korte, C. and Grant, R., (2001), "Traffic noise, environmental awareness and pedestrian behavior". Environment and Behaviour.12: pp.408-420.

-Srivstava, S. (2012), "Effect of noise pollution and its solution through eco-friendly control devices in the north east India.Procedia Engineerring". 38:pp.172-176.

-Smith, A.A., (1991), "Reviw of the non audiotory effects of noise on health". Work and Stress, 5(1): pp. 49-62.

-Haines, MM.,Stansfeld, SA., (2001), "Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children". Head Journal. 31 (2): pp. 265-277.

-Klaboe, R., Kolbenstvedt, M., Clench-Aas, J., Bartonova., A., (2000), "Oslo traffic study-part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance". Journal of Atmospheric Environment. 34: pp. 4727-4736.

-Kotzen, B. and English, C., (1999), Environmental noise barrier; a guide to their acoustic and visual design; pp.257.

-Tiwari,v., Prashant, A., Kadu, Ashish, Mishra, R., (2013), "Study of noise pollution due to railway and vehicular traffic at level crossing and its remedial measures". American Journal of Engineering. (2), pp.16-19.

-Bhattacharya, C.C., Jain, S. S., Sing, S. P., Parida, M., Namita Mittal, Ms., (2001), Development of comprehensive highway noise model for India condition Indian Road Congress Journal. 481: pp.453-488.

-Merritte, F, S., (1983), "Standard handbook for civil engineers". Mcgraw-Hill Book Company.New York, pp.1168.

-Morgan, P.A. and Hothersal, D.C., (1998), Influence- of shape and absorbing surface a numerical study of railway noise barriers. Journal of Sound and Vibration. 217 (3): pp.405-417.

-Malczewski, J., (1999), "GIS and multicriteria decision analysis". John Wiley & Sons.

-Oldham, D.J. and Egan, C.A., (2015), "A parametric investigation of the performance of multiple edge highway noise barriers and proposals for design guidance". Applied Acoustics. 96: pp.139-152.

-Mansouri, N., Pourmahabadian, and Ghasemkhani, M., (2006), "Road traffic noise in downtown area of Tehran". Journal of Environmen Health science, 3: pp.267-272.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir