

چارچوبی برای تعیین کارایی روش کنترل صدا با استفاده از رویکرد فازی

غلامعباس شیرالی^{۱*}، محمدجواد زارع سخویدی^۲

چکیده

زمینه و هدف: این مقاله سعی دارد تا با استفاده از منطق فازی اقدام به تعیین کارایی روش کنترل صدا بر اساس داده‌های به‌دست آمده نماید. روش بررسی: از میان روشهای مختلف کنترل صدا در محیطهای صنعتی، شش روش (محصورسازی، نصب جاذب، محصورسازی به همراه نصب جاذب، کنترل اکتیو، استفاده از وسایل حفاظت فردی و مداخلات مدیریتی) بر اساس قضاوت کارشناسان به عنوان نمونه انتخاب گردید. برای هر کدام از روشهای کنترلی انتخاب شده، دامنه‌ای از کاهش صدای ممکن بر اساس نظرات افراد مجرب و استفاده از متون علمی موجود در آن حیطه‌ها انتخاب گردید. علاوه بر این، برای هر روش کنترلی، هزینه احتمالی برای اجرا نیز بر آورد گردید و با استفاده از متغیرهای موجود اقدام به تعیین کارایی روش گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که با دانستن مقدار کاهش و هزینه مورد نیاز برای اجرای هر روش، به راحتی می‌توان کارایی آنرا محاسبه نمود. به‌عنوان مثال با مقدار کاهش ۲۰/۳۱۳۲ دسی‌بل و هزینه‌ای معادل ۲۴۴۳/۶۱۰۷ میلیون ریال، کارایی ۵۰ درصد قابل پیش‌بینی است.

نتیجه‌گیری: در این مقاله از مدل‌سازی مبتنی بر منطق فازی جهت تعیین کارایی روش کنترل صدا استفاده شده است و همچنین مشخص شد که چگونه می‌توان به‌وسیلهٔ اطلاعات اندک نظیر هزینه و میزان کاهش صدا از مناسب بودن و کارا بودن یک روش کنترل آگاه شد.

کلید واژگان: منطق فازی، روش‌های کنترل صدا، کارایی.

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای.

۲- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای.

۱- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۲- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

* نویسندهٔ مسؤول:

غلامعباس شیرالی؛ گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۹۱۶۱۱۳۵۶۰۲

Email: g.shirali52@gmail.com

اعلام قبولی: ۱۳۹۱/۹/۸

دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۱/۹/۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱/۲۰

مقدمه

عضویت این خلاء را پر کرده و با استفاده از آن می‌توان هر کدام از شرایط را به خوبی تفسیر کرد (شکل ۲). اولین کاربرد این روش در صنعت به دهه ۸۰ و کاربرد آن توسط ژاپنی‌ها بر می‌گردد. تا به امروز کاربردهای بسیار گسترده‌ای از این روش گزارش شده است. در زمینه بهداشت حرفه‌ای و محیط زیست نیز در سال‌های اخیر مطالعات متعددی بر اساس این منطق صورت پذیرفته است. کاربرد این منطق در زمینه کنترل صدا، ارزیابی تأثیرات زیست محیطی و ایمنی، بیش از همه به چشم می‌خورد. نمونه‌ای از کاربرد این روش در مسائل آلودگی صوتی را می‌توان در منابع ۱، ۲ و ۴ یافت. البته مطالعات معدودی نیز در زمینه کاربرد این روش جهت ارزیابی آلودگی‌های شیمیایی و انتشار گازهای آلاینده و همچنین روشیایی صورت پذیرفته است (۴). هدف این مقاله این است که بر اساس داده‌های کیفی به دست آمده از قضاوت‌های کارشناسان چارچوبی را برای تعیین کارایی روش کنترل صدا در صنایع ارائه نماید. البته در این مدل تمام پارامترهای موجود ارائه نگردیده و مهمترین آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی

از میان روش‌های مختلف کنترل صدا در محیط‌های صنعتی، شش روش به عنوان نمونه انتخاب گردید و مطابق منطق فازی به تصمیم‌گیری در خصوص کارایی آنها با توجه به اطلاعات موجود اقدام شد. روش‌های انتخابی شامل:

- ۱- محصورسازی، ۲- نصب جاذب، ۳- کنترل اکتیو، ۴- تغییرات مدیریتی و ۵- استفاده توأم از محصورسازی و نصب جاذب و وسایل حفاظت فردی می‌باشند. ملاک انتخاب روش‌های مورد بررسی دامنه و گستردگی کاربرد آنها به عنوان گزینه کنترل صدا در صنعت می‌باشد. برای هر کدام از روش‌های کنترلی انتخاب شده، دامنه‌ای از کاهش صدای ممکن بر اساس نظرات افراد مجرب و سایر متون علمی موجود در آن حیطه‌ها انتخاب گردید

تماس با های صنعتی و حتی امروزه در محیط‌زیست یکی از موارد اجتناب‌ناپذیر است و عوارض مختلفی را در انسان بر جای صدا در محیط می‌گذارد. امروزه قوانین و استانداردهای متعددی در زمینه حدود مجاز تماس با صدا در فرایندهای صنعتی یا محیط زیست وجود دارد که مسئولان را مجاب می‌کند تا تراز صدای منتشره از فرایند یا دستگاه خود را در حد مشخصی نگه دارند. برای کاهش تراز صدا در محیط‌های مختلف، راه‌کارهای کنترلی متنوعی تاکنون پیشنهاد گردیده است که در هر مورد پاره-ای از این راه‌کارها بهترین بازدهی را خواهند داشت (۱). از زمان پیدایش منطق فازی توسط لطفی‌زاده در سال ۱۹۷۱ تا به امروز، این منطق کاربردهای فراوانی در مدل-سازی روابط غیرخطی در بین داده‌های ورودی و خروجی در صنایع یافته است. یکی از دلایل اصلی توجه فراوان به این منطق در مدل‌سازی، توانایی آن در تبدیل داده‌های کیفی به داده‌ها و پاسخ‌هایی است که ساختار محاسباتی دارند. به عبارتی دیگر، منطق فازی راه‌کاری جهت رسیدن به یک تصمیم‌گیری روشن از داده‌های مبهم می‌باشد. در این منطق با استفاده از یک‌سری قوانین "اگر- پس" می‌توان از داده‌های ناکافی و مبهم به نتایجی مطمئن دست یافت (۲). منطق فازی بر خلاف منطق ارسطویی در مجموعه‌ها به یک عضو اجازه می‌دهد تا به طور هم‌زمان در چندین مجموعه عضویت داشته باشد، به طور مثال اگر حد مجاز تماس با صدا در ایران را ۸۵ دسی‌بل تصور کنیم و مقدار بیش از آن را به عنوان وجود خطر و کمتر از آن را به صورت عدم وجود خطر قلمداد نماییم، در شرایطی که با صدایی برابر با ۸۴ و ۶۰ دسی‌بل در تماس باشیم، طبق منطق ارسطویی در هیچ‌کدام از موارد ذکر شده تخطی از قانون رخ نداده و شرایط در مجموعه عدم وجود خطر قرار می‌گیرند (شکل ۱) (۱). اما به وضوح روشن است که دو حالت موجود از لحاظ خطر در یک سطح قرار ندارند. در منطق فازی مفهومی به نام درجه

وضعیت متغیرهای ورودی و خروجی مدل و همچنین مقادیر فازی که به هر یک اختصاص داده شده در جدول ۲ ارایه شده است.

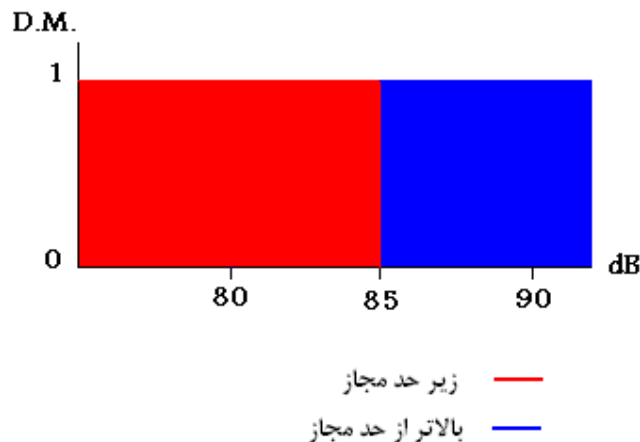
یافته‌ها

نتایج به دست آمده در این مطالعه همان گونه که در شرح روش آورده شده است، تعیین کارایی روش به کار رفته در کنترل صدا با توجه به هزینه و کاهش صدای ورودی می‌باشد. الگوی مذکور با استفاده از دو متغیر ورودی هزینه و میزان کاهش صدا و متغیر خروجی (کارایی روش) پی‌ریزی شد و بر اساس آن بلوک قاعده (بلوک تصمیم‌گیری) مطابق شکل ۳ ایجاد گردید. سپس با توجه به متغیر زبانی هزینه و کاهش صدا مجموعه فازی برای این دو پارامتر ایجاد شد که نتیجه آن به ترتیب در شکل ۴ و ۵ ارایه شد. نتایج مربوط به متغیر زبانی کارایی و مقادیر آن را می‌توان به ترتیب در شکل ۶ و جدول ۳ مشاهده نمود. در نهایت، تمام اطلاعات موجود با استفاده از نرم-افزار FuzzyTech مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند (او۱)، که نتیجه آن را می‌توان در شکل ۷ مشاهده نمود.

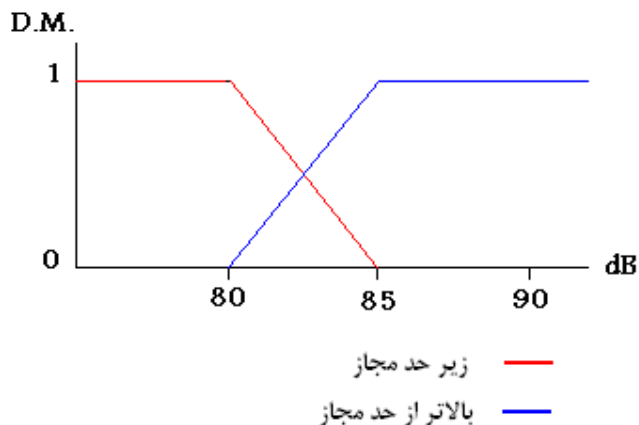
(۵) (جدول ۱). علاوه بر این، برای هر روش کنترلی هزینه‌های اجرایی با نظر متخصصان و با توجه به هزینه ساخت هر متر مربع محصور کننده، نوع و هزینه هر متر مربع جاذب، هزینه نصب و حمل و نقل نیز برآورد گردید. برآورد انجام شده بر روی هزینه و مقدار کاهش صدا در هر روش در چهار دسته کم، متوسط و زیاد و خیلی زیاد تقسیم‌بندی شد. تمام محاسبات ریاضی فازی این مطالعه با نرم‌افزار تخصصی "Fuzzy Tech 5.72a" صورت پذیرفت.

مراحل اصلی در طراحی مدل فازی اخیر را می‌توان با استفاده از الگوریتم زیر بیان کرد:

- ۱- انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی؛
- ۲- تعیین دامنه متغیرهای ورودی و خروجی؛
- ۳- تعیین درجه عضویت هر کدام از متغیرهای ورودی و خروجی؛
- ۴- ایجاد مجموعه قواعد یا متغیرهای زبانی (متغیرهایی هستند که مقادیر آنها کلمات و جملاتی هستند که در زبان طبیعی وجود ندارد) بیانگر ارتباط میان ورودی‌ها و خروجی‌ها؛ و
- ۵- ارزیابی کفایت چارچوب ارایه شده (۶).



شکل ۱: دیدگاه منطق ارسطویی در خصوص صدای کمتر از حد استاندارد



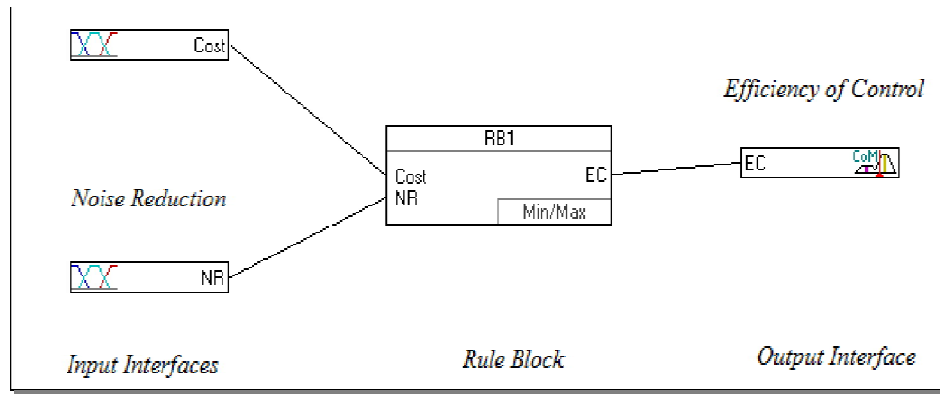
شکل ۲: دیدگاه فازی در خصوص صدای کمتر از حد استاندارد

جدول ۱: روش های کنترلی مورد بررسی در مطالعه و هزینه و کاهندگی هر کدام از آنها بر اساس نظر متخصصین

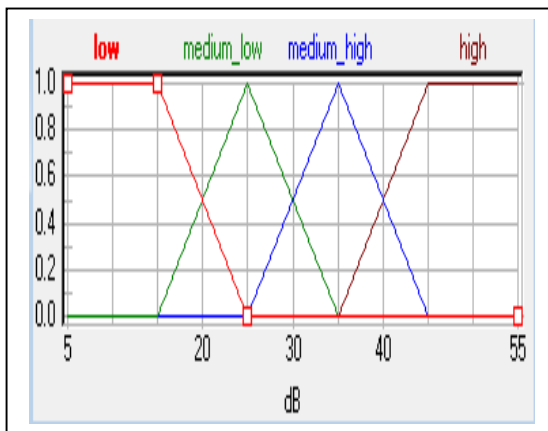
هزینه (میلیون ریال)	کاهندگی (دسی بل)	روش های کنترلی
۶۰۰	۲۸	محصورسازی
۳۰۰	۱۰	نصب جاذب
۵۰۰۰	۲۵	کنترل اکتیو
۲۳۰	۸	مداخلات مدیریتی
۷۰۰	۳۵	استفاده از روش های توأم (محصور سازی + نصب جاذب)
۴۰	۱۵	وسایل حفاظت فردی

جدول ۲: متغیر های ورودی و خروجی مدل همراه با مقادیر فازی هر یک

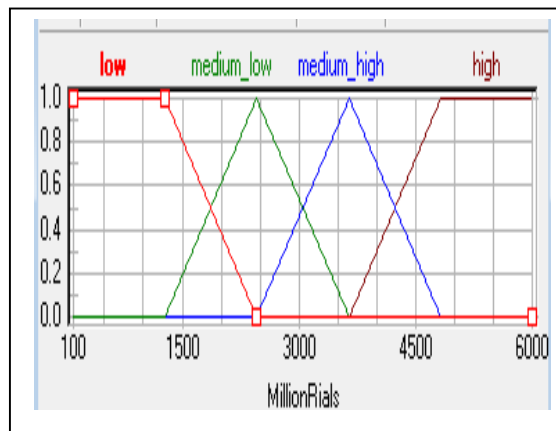
شماره	متغیرها	متغیر زبانی	مقادیر زبانی	محدوده فازی
۱			خیلی کم	≥ 120 میلیون ریال
۲			کم	۱۰۰-۳۰۰
۳		هزینه	متوسط	۲۵۰-۱۰۰۰
۴			زیاد	۸۰۰ - ۴۰۰۰
	ورودی		خیلی زیاد	≥ 3000
۵			کم	≥ 7 دسی بل
۶		میزان کاهش صدا	متوسط	۵-۲۰
۷			زیاد	۱۵-۳۵
۸			خیلی زیاد	≤ 30
۹			ضعیف	≥ 10 درصد
۱۰	خروجی	ارزیابی روش کنترل	متوسط	۸-۵۵
۱۱			مؤثر	≥ 50 درصد



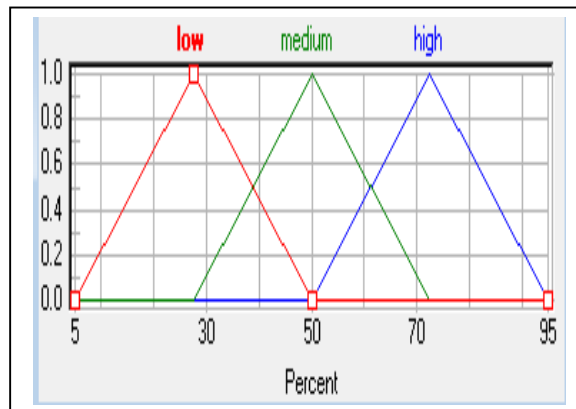
شکل ۳: نحوه‌ی ایجاد بلوک قاعده براساس متغیرهای ورودی و خروجی



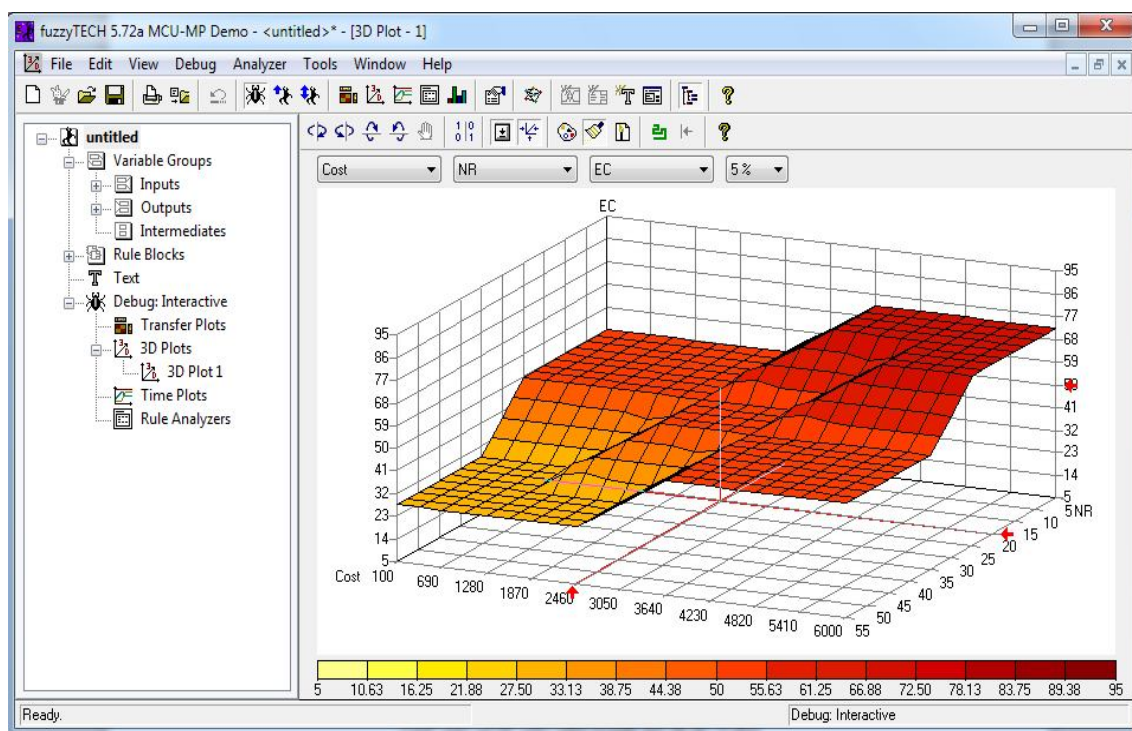
شکل ۵: تعریف تابع عضویت متغیر زبانی میزان کاهش صدا



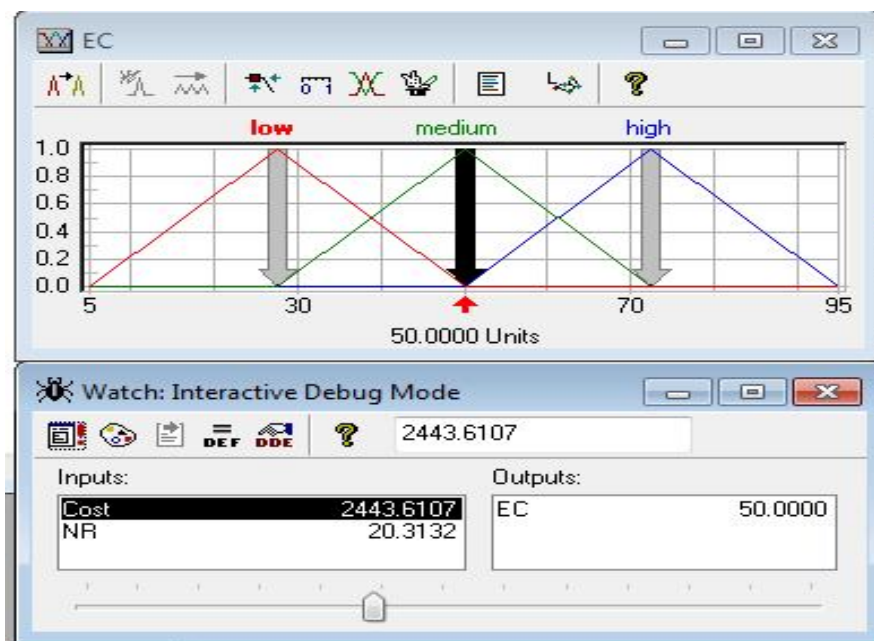
شکل ۴: تعریف تابع عضویت متغیر زبانی هزینه



شکل ۶: تعریف تابع عضویت متغیر زبانی کارایی روش کنترل



شکل ۷: نمودار سه بعدی رفتار سیستم با توجه به متغیرهای ورودی و خروجی



شکل ۸: تحلیل مدل با استفاده از متغیرهای ورودی و خروجی

بحث

صدا می‌باشد. اما در صورتی که تعداد متغیرهای ورودی افزایش یابد، در بیشتر موارد نیز چنین خواهد بود، کار تصمیم‌گیری، کاری پیچیده خواهد بود). با این توصیف، نتایج نشان داده‌اند که برای رسیدن به کارایی ۵۰ درصد در مبحث کنترل صدا به مقدار کاهندگی $20/3132$ دسی‌بل و هزینه‌ای معادل $2443/6107$ میلیون ریال نیاز می‌باشد (شکل ۸). به عبارت دیگر، در نمودار مذکور هرچه به سمت ناحیه قرمز پیش می‌رویم کارایی روش بیشتر می‌شود و برعکس در ناحیه زرد، هزینه کم می‌شود که به تبع آن کاهش کارایی نیز محتمل می‌گردد.

نتیجه‌گیری

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان به این نکته اشاره نمود که با استفاده از این الگو می‌توان با حداقل اطلاعات لازم اقدام به محاسبه و برآورد شاخص‌های مهمی که در مبحث کنترل صدا مطرح می‌باشند، مبادرت نمود. بنابراین، محققان در کارهای آینده می‌توانند با وارد نمودن پارامترهای مهم دیگر نظیر: ضریب جذب، ضریب انعکاس، پارامترهای جوی، تراز کلی فشار صوت، زمان در معرض صدا بودن و غیره، این چارچوب را تبدیل به یک مدل کامل برای استفاده در فرایند کنترل صدا نمایند.

قدردانی

در پایان نویسندگان کمال تشکر و قدردانی خود را از جناب آقای دکتر گل‌محمدی به‌خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان در تهیه و تدوین این مقاله به‌عمل می‌آورند.

مدل فازی به راحتی قابل فهم بوده و مفاهیم ریاضیاتی کاربردی در آن بسیار ساده است. بنابراین به طور گسترده و ساده‌ای می‌توان از آن استفاده کرد. به طور کلی از منطق فازی جهت مدل‌سازی مفاهیم پیچیده و همچنین روابط غیر خطی استفاده می‌شود (۹/۸). پارامترهای مؤثر در تعیین کارایی روش‌های کنترل صدا نیز بسیار پیچیده بوده و به پارامترهای مختلفی وابسته است که از طریق مدل‌های سنتی نمی‌توان تعاملات آنها را بررسی نمود. به عنوان مثال یکی از معایب رویکردهای سنتی در ارزیابی صدا این است که تنها یک پارامتر (تراز صوت) برای تعیین ناحیه خطر مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین برای غلبه بر مشکل موجود در روش‌های مذکور، رویکرد فازی که از اصطلاحات زبانی برای توصیف متغیرهای سیستم استفاده می‌نماید، به‌طور گسترده‌ای در بررسی و کنترل آلودگی‌های صوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). بررسی‌ها نشان داد که مطالعه‌ای با این سبک و سیاق تا به حال انجام نشده است، اما نتایج مطالعات مشابه نشان داده است که استفاده از منطق فازی در مقابل منطق سنتی (ارسطویی)، به عنوان رویکردی مؤثر در ارزیابی صدا با توجه به متغیرهای کیفی و کمی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۱۱، ۱۲). بر این اساس، نتایج این مطالعه نشان داد که تعیین کارایی روش‌های کنترل صدا با توجه به دو پارامتر هزینه و کاهندگی روش، کار بسیار آسان و دقیقی است (البته لازم به ذکر است که در این مقاله تجزیه و تحلیل داده‌ها تنها با استفاده از دو پارامتر انجام شد، هدف از این کار نیز معرفی رویکردی جدید در مبحث

منابع

- 1-Aluclu I. Dalgic A, Toprak ZF. A fuzzy logic-based model for noise control at industrial workplaces. Appl Ergon 2008;39(3):368-78.
- 2- Hayward G, Davidson V. Fuzzy logic applications. Analyst 2003;128(11):1304-6.
- 3- Park GY, Park J, Seong PH. Application of wavelet noise-reduction technique to water-level controller. Nucl Technol 2004;145(2):177-88.
- 4-Smith PN. Environmental project evaluation: a fuzzy logic based method. Int J Syst Sci 1997;28(5):467-81.
- 5- Bell, L. H. and D. H. Bell. Industrial noise control: Fundamentals and applications, CRC, 1993.

- 6- Muneyasu M, Asou K, Wada Y, Taguchi A, Hinamoto A. An implementation of tunable fuzzy filters for mixed noise reduction. *Ieice Transactions on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Sciences* 2001;E84a (2):482-4.
- 7- Zhang QZ, Gan WS, Zhou YL. Adaptive recurrent fuzzy neural networks for active noise control. *J Sound Vib* 2006;296(4):935-48.
- 8- da Costa Sousa JM, Silva CA, da Costa JMGS. Fuzzy active noise modeling and control. *Int J App Reasoning* 2003;33(1):51-70.
- 9- Chang CY, Shyu KK, Chuang TN. Active noise controller with fuzzy filtered-U algorithm. *Electron Lett* 2001;37(8):543-5.
- 10- Golmohammadi R, Eshaghi M, Reyahi Khoram M. Fuzzy logic method for assessment of noise exposure risk in an industrial workplace. *Int J Occup Hygiene* 2011;3(2):49-55.
- 11- Benetto E, Dujet C, Rousseaux P. Fuzzy-Sets Approach to Noise Impact Assessment. *Int J Life Cycle Assess* 2006;11(4):222-8.
- 12- Peng W, Mayorga RV. Assessing traffic noise impact based on probabilistic and fuzzy approaches under uncertainty. *Stoch Environ Res Risk Assess* 2008;22(4):541-50.

The Framework for Determining Efficiency of Noise Control Method Using Fuzzy Approach

Gholam Abbas Shirali^{1*}, Mohammad Javad Zareh Sakhvidi²

1, 2-Assistant Professor of Occupational Health Engineering.

1- Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2- Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shahid Sadoughi Yazd, University of Medical Sciences, Hamedan, Iran.

*Corresponding author:
Gholam Abbas Shirali; Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +989161135602
Email: g.shirali52@gmail.com

Abstract

Introduction: This paper tries to determine efficiency of noise control method using fuzzy logic and based on collected data.

Methods and Materials: from among various methods of noise control in workplace, sex methods (enclosure, installing noise absorber, enclosure and absorber, active, and administrative control, and personal protective equipment) were typically selected based on experts' judgment. For each of selected control methods, a possible rate of noise reduction was estimated based on experts' opinion and literature review. Moreover, cost of accomplishment was also estimated for each of control methods, and with regard of existing variables the efficiency of any method was determined.

Results: The results showed that we are able to calculate the efficiency of any method with knowing cost and noise reduction rate of the method. For example, with noise reduction 20.3132 dB and the cost equal to 2443.6107 mRials, the efficiency 50% is expected.

Conclusion: In this paper was used from modeling based on fuzzy logic for determining the efficiency of noise control method, and there was also specified which how can be recognized to be suitable and efficient a noise control method using slight data such as cost and noise reduction rate.

Keyword: Fuzzy Logic, Noise Control Methods, Efficiency.

Received: 8.4.2012

Revised: 27.11.2012

Accepted: 28.11.2012