

# بررسی میزان صدای ترانسفورماتورها در یک پست

۶۳/۲۰ KV و محوطه مسکونی مجاور آن

مهندس فریدون شیخ مومنی

مرکز تحقیقات نیرو



## چکیده

جهت بررسی میزان صدای ناشی از کارکرد ترانسفورماتورهای یک پست ۶۳/۲۰ KV که در منطقه مسکونی واقع شده است، اندازه گیری صدا در محوطه داخل پست (۳۶ نقطه)، محوطه خارج پست (۲۹ مکان) و در مکانهای مسکونی اطراف پست (۳۰ مکان) انجام شد. نتایج نشان داد که میزان صدای ناشی از کارکرد ترانس ۱ در حدود ۵۹/۸۱ dBA با انحراف معیار ۶/۸۹ dB(A) و برای ترانس ۲ ۶/۸۶ dB(A) و ۵۹/۸۹ dB(A) می باشد. میزان صدا در شرق پست ۲/۵۲ dB(A) و ۵۴/۱۱ dB(A) و غرب: ۱/۷۶ dB(A) و ۵۴/۹۵ dB(A) و جنوب پست ۱/۰۷ dB(A) و ۴۹/۷۱ dB(A) اندازه گیری شد و آزمونهای آماری انجام شده در هیچ یک از جهات، اختلاف معنی داری در میزان صدا نشان نداد.

نتایج اندازه گیری صدا در واحدهای مسکونی نشان داد که میزان صدای ۱۰۰٪ مکانهای اندازه گیری از حد مجاز ارائه شده برای شب [۳۰ dB(A)] بیشتر است و در مقایسه با استاندارد روز [۵۰ dB(A)] برای واحدهای مسکونی شرق و غرب پست به ترتیب ۳۷/۵٪ و ۵۰٪ بدست آمد.

## مقدمه

مشکل صدا در جوامع صنعتی به قدمت صنایع بازمی گردد. تا قبل از انقلاب صنعتی، منابع تولید صدا محدود به موارد خاصی

می شد. در حالی که ظهور انقلاب صنعتی سبب دگرگونی شرایط کاری و اجتماعی و گسترش شدید منابع آلودگی صوتی در جوامع عمومی گردید و این جوامع در معرض صدای ناشی از منابع متنوع و متفاوتی قرار گرفتند. در حقیقت مواجهه با صدا، صدمات ناشی از آن و نیز کنترل آلودگی صوتی در صنایع و جوامع عمومی، احتمالاً پیچیده ترین و فراگیرترین مسئله و بحرانی است که بخش وسیعی از جامعه جهانی را درگیر کرده و به دلیل اهمیت ویژه آن، توجه و علاقه جهانی را جلب کرده است. در واقع آلودگی صوتی امروزه به عنوان یک مشکل عمده زیست محیطی مطرح است. در قالب مفهوم توسعه پایدار، رشد اقتصادی - صنعتی زمانی می تواند مورد قبول واقع شود که پیامدهای زیست محیطی نامطلوب نداشته باشد. توجه به اهمیت حفظ محیط زیست و شناخت ضرورت حفظ و حراست از سلامت جامعه، سبب شده که اگر زمانی جلسات و مجامع بین المللی محیط زیست در سطح تکنولوژیست ها برگزار می شد، امروزه در سطح سیاستمداران و مدیران تراز اول کشوری هدایت شود.

## هدف از بررسی

با توجه به این که آلودگی صوتی یکی از مسائل مهم محیطهای اجتماعی شهرهای بزرگ و صنعتی بوده و در مناطق مسکونی مجاور واحدهای صنعتی می تواند مخاطره آمیزتر باشد، هدف کلی این بررسی تعیین میزان صدای ناشی از ترانسفورماتورهای یکی از پستهای ۶۳/۲۰ KV در محوطه داخل پست و در محوطه مسکونی

مجاور آن می‌باشد.

اهداف جزئی این بررسی شامل موارد ذیل است:

- ۱- تعیین میزان صدای تولید شده توسط هر یک از ترانسفورماتورها در جهات و فواصل مختلف و نحوه کاهش آن با افزایش فاصله از ترانسفورماتورها
- ۲- تعیین میزان فشار صوت در محوطه خارج پست و خیابانهای مجاور آن.
- ۳- تعیین میزان فشار صوت در واحدهای مسکونی مجاور پست و مقایسه آن با حدود مجاز.
- ۴- تعیین توزیع خطوط همفشار در مکانهای مختلف اندازه‌گیری.
- ۵- تهیه پروژه برای بررسی روشهای ممکن کنترل و یا کاهش صدا در پست تحت بررسی و اجرای روش بهینه کنترل صدا در جهت کنترل اثرات فیزیولوژیک و سایکولوژیک آن در ساکنین مجاور پست تحت بررسی.

### نحوه بررسی

#### روشها و وسایل

جهت اندازه‌گیری صدا در محوطه تحت بررسی از وسایل زیر استفاده شد:

- ۱- ترازنسج صوت (SLM) مدل 1700 ساخت شرکت QUEST براساس استانداردهای IEC 651 - 1979 type 1 و ANSI S1.4 - 1983 type 1
- ۲- آنالیزور صدا مدل 300 - OB ساخت شرکت QUEST براساس استانداردهای IEC R 225 - 1966 و ANSI S 1.11 - 1986 order 3
- ۳- کاتالیزور مدل QC-2 ساخت شرکت QUEST براساس استانداردهای IEC942 - 1988 Class 1 و ANSI S1.40 - 1940 Class 1

#### محل بررسی

در پست تحت بررسی دو ترانسفورماتور با فاصله حدود ۵ متر از یکدیگر قرار دارند. در ضلع شرق، غرب و جنوب پست منطقه مسکونی واقع شده است و فاصله ترانسفورماتور  $t_p$  از دیوار غربی ۸ متر می‌باشد.

نحوه تعیین میزان صدا در محوطه پست بدین صورت بود که برای ترانس  $t_1$  در سه جهت شمال، جنوب و شرق و برای ترانس  $t_2$  در جهات شمال، جنوب و غرب در فواصل مختلف از ۰/۵ متری ترانس به فواصل ۲ متر تا دیوار پست مکانهای اندازه‌گیری تعیین و مشخص گردید. در خیابانهای اطراف که در جهت شرق، غرب و جنوب پست واقع شده است و نیز در داخل واحدهای مسکونی

مکان سنجی و اندازه‌گیری صدا انجام شد.

فاصله دیواره منازل مسکونی تا دیوار پست ۸ متر در جهات شرق و غرب و ۶ متر در جنوب پست می‌باشد. در زمان اندازه‌گیری صدا در واحدهای مسکونی دقت می‌شد که هیچ وسیله مولد صوت فعال نباشد.

بدین ترتیب ۳۶ مکان اندازه‌گیری در داخل پست ۲۹ مکان اندازه‌گیری در فضای اطراف پست و ۳۰ نقطه اندازه‌گیری در داخل منازل مسکونی تعیین و صداسنجی انجام شد.

### روشهای آماری

روشهای آماری بکار رفته در این بررسی شامل آزمون‌های  $t$ ، مقایسه واریانس دو جامعه و آنالیز واریانس یکطرفه است که توسط نرم‌افزار آماری DSS انجام شد.

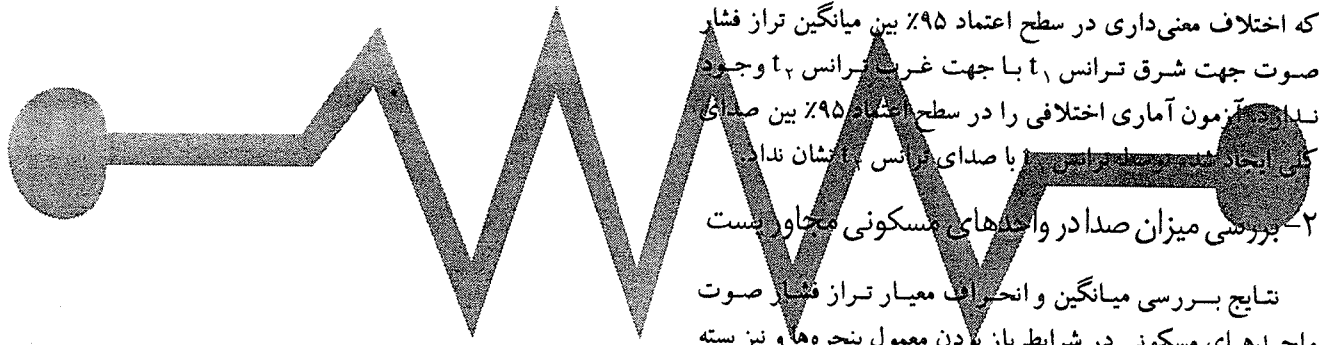
### نتایج بررسی

#### ۱- نتایج بررسی در محوطه داخل پست KV ۶۳/۲۰

میانگین و انحراف معیار نتایج اندازه‌گیری صدای ترانسفورماتورهای  $t_1$  و  $t_2$  در جدول ۱ ارائه شده است. جهت بررسی اختلاف بین میانگین صدای ترانسفورماتورهای  $t_1$  و  $t_2$  در جهات مختلف و نیز میانگین کلی صدای ایجاد شده توسط هر یک از ترانسفورماتورها ابتدا آزمون یکسان بودن واریانس دو جامعه و سپس آزمون  $t$ -student انجام شد. نتایج آزمون آماری نشان داد که در سطح اعتماد ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری بین میانگین تراز فشار صوت تولید شده توسط ترانسفورماتورها در جهت شمال و نیز جهت جنوب وجود ندارد. همچنین نتایج آزمون آماری نشان داد

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار اندازه‌گیری صدای ترانسفورماتورها

$t_p$ dB(A)			$t_s$ dB(A)			ترانس
x	s	n	s	x	n	جهت شاخص آماری
۴/۰۸	۶۴/۰۷	۶	۶/۳۸	۶۱/۶۳	۶	شمال
۶/۳۲	۵۶/۳۴	۸	۶/۸۰	۵۶/۸۸	۸	جنوب
-	-	-	۶/۹۹	۵۶/۹۸	۴	شرق
۸/۸۶	۶۰/۷۵	۴	-	-	-	غرب
۶/۸۶	۵۹/۸۹	۱۸	۶/۸۹	۵۹/۱	۱۸	صدای کل



که اختلاف معنی داری در سطح اعتماد ۹۵٪ بین میانگین تراز فشار صوت جهت شرق ترانس ۱، با جهت غرب ترانس ۲ وجود ندارد. آزمون آماری اختلافی را در سطح اعتماد ۹۵٪ بین صدای کلی انجام شده در جهت ترانس ۱ با صدای ترانس ۲ نشان نداد.

۲- بررسی میزان صدا در واحدهای مسکونی مجاور پست نتایج بررسی میانگین و انحراف معیار تراز فشار صوت واحدهای مسکونی در شرایط باز بودن معمول پنجره‌ها و نیز بسته بودن آنها در جدول ۲ ارائه شده است.

جهت بررسی اختلاف بین میانگین صدا در منازل مسکونی واقع در سه جهت پست آماری آنالیز واریانس یکطرفه در سطح اعتماد ۹۵٪ انجام شد. نتایج آزمون آماری نشان داد که در سطح اعتماد ۹۵٪ اختلافی بین میانگین تراز فشار صوت واحدهای مسکونی در جهات مختلف (جدول ۲) وجود ندارد ( $F_{Critical} = 3/89$  و  $F_{Calc} = 2/22$ ).

همچنین میانگین تراز فشار صوت واحدهای مسکونی با مقادیر مجاز ارائه شده برای روز [۵۰ dB(A)] و شب [۳۰ dB(A)] مقایسه گردید. در جدول ۳ توزیع درصد واحدهای مسکونی که صدا بیش از حد مجاز پیشنهادی برای روز و شب می‌باشد، ارائه شده است.

جدول ۳ نشان می‌دهد که در مقام مقایسه با استاندارد پیشنهادی برای روز [۵۰ dB(A)]، در حالت بسته بودن پنجره‌ها صدا در هیچ یک از واحدهای مسکونی از حد مجاز بیشتر نمی‌باشد. اما در حالت باز بودن پنجره‌ها ۳۷/۵٪ واحدهای شرق و ۵۰٪ واحدهای غرب صدا بیش از حد مجاز روز می‌باشد.

مسئله بسیار مهم و قابل توجه مقایسه نتایج اندازه‌گیری‌ها با مقادیر مجاز شب است که نتایج نشان می‌دهد که در هر دو حالت باز و یا بسته بودن پنجره‌ها ۱۰۰٪ واحدهای مسکونی صدایی بیش از حد مجاز شب [۳۰ dB(A)] دارند.

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار تراز فشار صوت در واحدهای مسکونی مجاور پست [dB(A)]

جهت	حالت پنجره	پنجره بسته	پنجره باز
منازل شرق پست		$x = 36/21$ $s = 1/87$ $n = 7$ Max = 39 Min = 33	$x = 44/19$ $s = 5/46$ $n = 8$ Max = 51/5 Min = 39
	منازل غرب پست		$x = 48/5$ $s = 3/67$ $n = 4$ Max = 53/5 Min = 45/5
			$x = 38/80$ $s = 2/25$ $n = 5$ Max = 40/5 Min = 35
منازل جنوب پست		$x = 38/33$ $s = 3/06$ $n = 3$ Max = 41 Min = 35	
		$x = 43/83$ $s = 5/01$ $n = 3$ Max = 49/5 Min = 40	

جدول ۳- توزیع نسبت درصد واحدهای مسکونی با صدایی بیش از حد مجاز پیشنهادی

جهت	استاندارد		* استاندارد روز ۵۰ dB(A)		* استاندارد شب ۳۰ dB(A)	
	حالت پنجره	بسته %	باز %	بسته %	باز %	بسته %
شرق		۰	۳۷/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
غرب		۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
جنوب		۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

\* ماخذ استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۷۶

## روشهای کنترل صدا

برخورد اصولی و منطقی با مسئله کنترل صدا از اهمیت خاصی برخوردار است. مرحله نخست برای تشخیص سر و صدای موجود، اندازه گیری صدا و تعیین مهمترین منابع تولید آنها می باشد. در اکثر موارد چندین منبع تولید صدا به طور همزمان وجود دارد. در صورتی که پروژه های تاسیسات صنعتی و یا غیرصنعتی در مرحله برنامه ریزی باشد، می بایستی میزان تولید صدا توسط منابع مذکور پیش بینی گردد. مرحله بعد شامل تعیین میزان مشخص و قابل قبول صدا برای یک موقعیت مشخص و مخصوص می باشد و بدین ترتیب می توان میزان کاهش صوت جهت بدست آوردن صدای قابل قبول را تعیین نمود.

میزان استاندارد قابل قبول صدا به عوامل متعددی بستگی دارد که از آن جمله سلامتی کارکنان، تعیین میزان شدت صوت قابل قبول برای جامعه در معرض و جلوگیری از ایجاد ناراحتی برای عموم می باشد. پس از تعیین میزان کاهش شدت صوت مورد نیاز باید از اصول مهندسی جهت کنترل صدا، به منظور تأمین کاهش مورد نظر استفاده شود. در این مرحله باید عوامل متعدد دیگری نظیر هزینه، خطر آتش سوزی، مسائل ایمنی و اثرات سیستم بکار گرفته شده بر روند تولید مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد. به هنگام بررسی و ارزیابی مسئله کنترل صدا، موضوع باید به صورت ترکیبی از سه عامل به هم پیوسته که عبارتند از منبع صدا، مسیر انتقال و دریافت کننده در نظر گرفته شود. روشهای کنترل صدا را می توان در مورد هر یک از این عوامل و یا ترکیبی از آنها در نظر گرفت. به هر حال امکان کنترل صدا در منبع در صورتی که عملی باشد، حالتی ایده آل است. به عنوان یک راه حل نیز می توان منبع مولد صوت را به نقطه ای که تولید در آن محوطه از حساسیت کمتری برخوردار است، تغییر مکان داد. در شرایطی که این راه حل امکان پذیر نباشد، باید تولید صدا در منبع تحت کنترل درآید. صدای تولید شده از منبع مولد صوت از یک یا چند مسیر منتقل شود و به دریافت کننده صوت می رسد. این مسیر انتقال ممکن است هوا باشد که در آن صورت استفاده از مواد عایق صوت و جاذب صوت می تواند در میزان کاهش صدا مؤثر باشد. به عنوان آخرین اقدام می توان کنترل صدا را در منطقه و یا محل دریافت صدا انجام داد. مثالهایی از این روشهای کنترل، استفاده از گوشی به منظور کاهش صدا در مورد کارگرانی که در یک محیط صنعتی کار می کنند و یا استفاده از پنجره های دوجداره برای منازل و مجتمع های مسکونی و یا ایستگاههایی که در نزدیکی فرودگاهها و یا بزرگراهها و خطوط مترو احداث شده اند، می باشد.

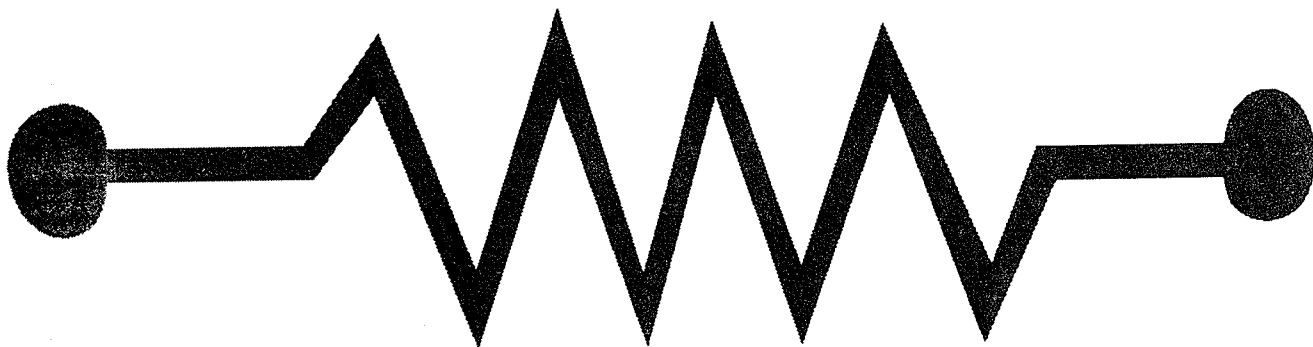
## نتیجه گیری

آزمون آماری مقایسه میانگین دو جامعه و مقایسه میانگین یک

جامعه با مقدار ثابت (حد مجاز) نشان داد که اختلافی بین صدای ناشی از ترانسفورماتور ۲۱ و ۲۲ در هیچ یک از جهات وجود ندارد. با توجه به این که فاصله هر یک از ترانس ها از دیوارهای پست، دیواره مناطق مسکونی و تجهیزات مستقر در پست یکسان است، می توان گفت که پدیده بازآوایی و نیز کاهش صدا در اثر افزایش فاصله برای هر دو ترانس یکسان است. با توجه به وسعت محدوده و ترتیب کاهش تراز فشار صوت در هر یک از جهات می توان نتیجه گیری کرد که عملاً شرایط میدان آزاد صوتی برقرار است. در این شرایط از لحاظ تئوری با دوبرابر شدن فاصله، میزان کاهش تراز فشار صوت در حدود ۶ dB(A) خواهد بود. لازم به ذکر است که نتایج خام اندازه گیری در فواصل مختلف از ترانسفور نیز بیانگر این مطلب است. باید توجه داشت که تحت شرایط اندازه گیری، میدان آزاد عملاً از فواصل حدود ۴ متری ترانس ها به بعد ایجاد می شود. از سویی نتایج آزمون آماری مقایسه میانگین صدا در واحدهای مسکونی در جهات مختلف نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین ها در هیچ یک از جهات سه گانه وجود ندارد (جدول ۳). در نهایت با توجه به اندازه گیری های انجام شده در داخل واحدهای مسکونی و مقایسه آن با استانداردهای روز و شب می توان نتیجه گیری کرد که میزان صدا در شب در هر دو حالت بسته بودن تمام پنجره ها و باز بودن معمول آنها از حد مجاز بیشتر است.

لازم به ذکر است که اندازه گیری در دو شرایط بسته بودن کامل پنجره ها و باز بودن معمول آنها تنها از جهت مقایسه بین شدتهای صدا و برآوردی از میزان افت صدا است و به هیچ عنوان قصد این را نداریم و نیز نمی توان به عنوان یک راه حل کنترلی آن را پیشنهاد کرد. اگر چه به عنوان راه حل فردی قابل اجرا است (مانند دوجداره کردن پنجره ها، درزبندی آنها، استفاده از مواد جاذب صوت در چهارچوب ها و ...).

با توجه به نتایج بدست آمده برای استانداردهای روز و شب (جدول ۳)، تأکید بر کنترل صدا در پست ۶۳/۲۰ KV می شود و با توجه به شناخت پایه ای حاصل از آنالیز فرکانس ها، فواصل ترانس ها از دیواره ها، تجهیزات و فاصله آنها از یکدیگر و تعیین زمان بازآوایی صوت و ... می توان در مورد مطلوبترین روش کنترل صدا اظهار نظر و تصمیم گیری نمود.



### منابع

- ۱- قضائی دکتر صمد: بیماریها و عوارض ناشی از کار - انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- ۲- عباسپور دکتر مجید: مهندسی محیط زیست - جلد دوم - انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۱.
- ۳- سیف آقائی فریده: بررسی میزان مواجهه با صدا و کنترل آن در کارگاههای پرس یک کارخانه خودروسازی در شهر تهران - پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده بهداشت - ۷۱-۱۳۷۰.

- 4- Bell. L.H Industrial Noise Control. Marcel Denkkerinc 1982.
- 5- Handbook of Noise Measurement. GRACO. 1967.
- 6- Harris, C.M. Acoustical Measurement and Noise Control. McGraw Hill 1991.
- 7- Transmission Line, 345 KV and Above. 2ed 1982.
- 8- Who "Noise" Environmental. 12 1980. Health Criteria No