مقاله

ارزیابی واکنش انسان نسبت به ارتعاشات صوتی محصولات خانگی (جاروبرقی)

عباس غفاری*
عضو هیئت علمی
دانشگاه هنر اسلامی تبریز
ghaffari@tabriziau.ac.ir

راحله فرهنگی
ارشد پژوهش هنر
دانشگاه هنر اسلامی تبریز
rahelehfarhangi@yahoo.com

مرتضی پور محمدی
عضو هیئت علمی
دانشگاه هنر اسلامی تبریز
morteza@pourmohamadi.net

فرشته طاهری دانشجوی ارشد
پژوهش هنر
دانشگاه هنراسلامی تبریز
fereshteh.oskuei@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۱

چکیده

شدت صوت بر اساس فرکانس آن می‌تواند معیار مناسبی در مورد کیفیت صدای محصولات باشد. استفاده از لوازم برقی خانگی معمولا همراه با آلودگی صوتی می‌باشد. که نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که علاوه‌بر مشخصات متریک صدای این‌گونه لوازم، کیفیت صوت نیز تأثیرات احساسی روی کاربران این محصولات دارد. طراح محصول، در زمینه راحتی ناشی از صدای تولیدی محصولات وظیفه دارد تا اثرات سوء آن را کاهش داده و اثرات مفید صدا را در محصولات تا حد ممکن افزایش دهد. هدف این مقاله کاهش اثرات سوء و ناخوشایند صدای لوازم خانگی برقی از طریق تأثیر بر فرکانس‌هایی است که کمترین تأثیرات منفی به مراتب کمتری در مصرف کننده ایجاد می‌کنند. نتیجه تحقیق به گونه‌ای است که صدای تولید شده بدون عارضه با تغییرات روی فرکانس‌ها خوشایند می‌باشند و این خوشایندی صدای محصول از طریق آزمون‌سازی روی مخاطبان جوانان ۱۸ تا ۲۵ اتفاق افتاده است. روش‌شناسی تحقیق ، تجربی و ابزار آن به‌صورت میدانی، آزمایشگاهی است پس از تفکیک فرکانس صدای تولیدی جارو برقی که به‌طور مشخص نمونه مورد مطالعه‌ی پژوهش بوده است و جمع‌آوری داده‌ها از طریق اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل اثرات صدای جاروبرقی بر مصرف‌کننده در قالب پرسش‌های آزمایشگاهی صورت گرفته است. متغیر وابسته در مقاله کیفیت آکوستیکی محصول و متغیر مستقل فراوانی شدت صوت، و تراز صوتی محصول می‌باشد.

دست‌آوردهای این تحقیق، با توجه به کاهش شدت تک‌تک فرکانس‌های آزاردهنده تولید شده در جاروبرقی‌ها، موجب تولید صداهای جدید در محصول می‌شود و این کاهش صدا در جاروبرقی توسط جاذب های الیافی، پوسته ای و حفره‌ای برای نوع فرکانس تولید شده صورت می‌گیرد؛ و تجربه محقق نیز به خوشایند بودن آن کمک می کند. نتیجه نهایی پژوهش نشان می‌دهد با رفتار های هنرمندانه بر روی شدت صدای فرکانس‌های آزار دهنده می‌توان صدای محصول خوشایندتری در لوازم خانگی تولید نمود.

واژگان کلیدی: ارتعاشات، صوت، محصولات خانگی، جاروبرقی

۱. مبانی نظری

مدیر کارخانه‌ی چرخ‌خیاطی سینگر می‌گوید: "در مطالعات بازار متوجه شدیم که مشتریان از صدای چرخ‌خیاطی کارخانه برنینا بیشتر از صدای چرخ‌خیاطی سینگر راضی هستند. این درحالی بود که بنا به اسناد قسمت مهندسی شرکت، صدای چرخ‌خیاطی برنینا مشخصا بلندتر از صدای تولیدات سینگر بود" [۴].

اگر طراحان صنعتی می‌دانستند که صدای تولیدی محصولات آنها تا چه حد در رضایت استفاده‌کننده از محصول مؤثر است، شاید به همان اندازه که زمان خود را صرف ارتقای کیفیت بصری محصول می‌نمایند، برای کیفیت صوتی آن نیز وقت می‌گذاشتند. در دنیای طراحی اتومبیل، سازندگان سال‌هاست که به این مطلب پی برده‌اند [۷].

استفاده‌کنندگان، گمان می‌کنند که وقتی اتومبیل‌شان را می‌شویند، سریع‌تر حرکت می‌کند، به همین ترتیب صدای خودرو نیز بر تصور مثبت آنان از کارکرد محصول مؤثر است. این مسئله باعث شده تا صدای خودرو در بعضی شرکت‌ها به‌عنوان یکی از شاخصه‌های هویتی و برند آن شرکت مطرح گردد [۱۱].

اما در محصولات خانگی که البته تأثیرات احساسی صدای آنها بر استفاده‌کنندگان بسیار زیاد است، هنوز اندیشه یکپارچه‌ای شکل نگرفته است. طراحان محصولات خانگی گمان می‌کردند که کیفیت صدای یک محصول، تنها تابعی از مشخصات متریک صدای آن است. آنها با اندازه‌گیری شدت صوت یک محصول، سعی می‌کردند با پایین آوردن مقدار آن کیفیت صدای محصول را کاهش دهند [۵]. غافل از اینکه مشتری با صدای خروجی محصول نیز تعامل می‌کند و اطلاعات بسیاری از وضعیت و کارکرد محصول به‌دست می‌آورد، [۶] که حذف صدای محصول، متقارن با محرومیت استفاده‌کننده از این اطلاعات است. امروزه با شکل گرفتن ایده‌هایی درباره طراحی احساسی[۱] و طراحی تعاملی[۲] در دنیای طراحی صنعتی، اهمیت و کاربردهای گوناگون صدا در محصول برای همه مشخص شده است. دونالد نورمن (نظریه‌پرداز طراحی احساسی) درباره تأثیرات احساسی صدا در محصولات می‌گوید: "زمانی‌که آلسی تصمیم به تولید کتری معروف خود گرفته بود، گروه طراحی متشکل از پنج نفر بر روی صدای پرنده کوچک کار می‌کردند. آنها صدایی برای آن پرنده طراحی کردند که بسیار دلپذیر است. ارزش کار این طراحان کمتر از آنچه میشل گریوز انجام داده نیست". در بحث طراحی احساسی[۳] مطرح می‌گردد که همه انسی تصورات و قالب‌های ذهنی[۴] دارند که درباره محصول با استفاده از این قالب‌ها قضاوت کرده و با آن کار می‌کنند [۸]. استفاده از صداهای آشنا می‌تواند با ارتقای جنبه‌های سیمیوتیک و سمبلیک محصول حس‌انگیزی و کارایی آن را بالا ببرد و باعث گردد که استفاده‌کننده احساس آشنایی با آن را داشته باشد.

در مبحث طراحی تعاملی نیز صدای محصولات از اهمیت خاصی برخوردار شده است. اگرچه پیشگامان طراحی تعاملی که بر روی طراحی علائم و هشدارها در فضای کار، تحقیق می‌کردند به نقش علائم صوتی و کارایی آنها پی برده بودند [۶]. اما هیچ‌گاه تصور نمی‌کردند که زمانی صداها به‌جای اینکه علامت خطر باشند، نشانه صحت عملکرد یک وسیله خواهند بود. امروزه از دیدگاه طراحی تعاملات کاربر و محصول، صداها چنان مهم شده‌اند که دیگر کمتر محصولی را می‌توان پیدا کرد که علاوه‌بر صداهای طبیعی که تولید می‌کند (صدای موتور، فن، کلیدها، ...) صداهایی نیز برای آن طراحی نشده باشد. با تعبیه این صداها در محصول، سعی می‌کنند تا اطلاعات بیشتری را در خصوص عملکرد دستگاه به استفاده‌کننده منتقل نمایند.

یکی از روش‌های متداول در بررسی کیفیت صدای محصولات مقایسه فاکتورهای متریک صدای آنها با استانداردهای تعیین شده از سوی سازمان‌های مرجع است. چنانکه پیشتر نیز گفته شده مهمترین فاکتورهای متریک

مربوط به هرصدایی بسامد و شدت آن است. در این مطالعه موردی سعی می‌شود تا با اندازه‌گیری این ابعاد از صدای جاروبرقی نمونه انتخاب شده به بررسی کیفیت آن در مقایسه با کیفیت استاندارد بپردازیم. از آنجا که این فاکتورها عددی هستند. برای این مطالعه‌ها استفاده از روش تحقیق کمی (عددی)[5] مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. استفاده از این روش‌ها به طراح کمک می‌کند تا بتواند به‌شکلی مطمئن به مقایسه نتایج آزمایش با استانداردهای رایج بپردازد.

۲. صوت

صدا را می‌توان به هرگونه تغییر فشاری که گوش انسان توانایی احساس آن را داشته باشد تعریف نمود. یکی از وسایل اندازه‌گیری تغییرات فشار هوا، فشارسنج (بارومتر) است. اگر این تغییرات فشار هوا بیش از ۲۰ بار در ثانیه اتفاق بیافتند، انسان‌ها می‌توانند آن را بشنوند، و دراین‌صورت صدا نامیده می‌شوند. با اندازه‌گیری صدا، اعدادی به‌دست می‌آید که با آنها می‌توان صدا را به‌دقت سنجید و توصیف کرد. این اندازه‌گیری‌ها می‌توانند مزیت‌های مختلفی را در هرجایی که با صدا برخورد داریم به همراه داشته باشند.

بنابراین اندازه‌گیری صداها مقدمه مناسبی برای کاهش سر و صدا در فرودگاه‌ها، کارخانه‌ها و خانه‌ها و درنهایت افزایش کیفیت زندگی انسان‌ها است [۱۱].

۳. تأثیرات صدا در محصول

از دیرباز در مباحث ارگونومی (فاکتورهای انسانی) همواره مباحث مربوط به شنوایی مورد توجه بوده‌اند. در ارگونومی سنتی، مباحث مربوط به صدا در دو بخش عمده مورد توجه قرار می‌گیرند. بخش اول، مربوط به استانداردهای فضای کار است که در آن ترازهای مختلف صوتی مورد بحث قرار گرفته و میزان آسیب‌های جسمی و روحی هریک سنجیده می‌شوند. در بخش دوم، صدا به عنوان یک نشانگر خاص مورد توجه است و مباحثی در رابطه با اصول و کاربردهای نشانگرهای صوتی بررسی می‌شوند.

آنچه در ادامه می‌آید خلاصه‌ای از مباحث مربوط به صدا است که در ارگونومی سنتی مطرح می‌گردند. شنوایی یکی از حواس پنج‌گانه انسان است که اندام مربوط به احساس آن تنها به گوش محدود می‌شود. محدوده قابل شنیدن برای انسان بین ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز (یا در منابع مختلف بین ۱۶ هرتز تا ۱۶ کیلوهزتر) می‌باشد؛ اما محدوده‌های بسامدی مادون صوت (۱ تا ۲۰ هرتز) توسط بدن ما احساس می‌گردند، اگرچه گوش ما توانایی شنیدن آنها را ندارد [۱۰]. جدول۱ قیاسی که از صدای کلیدهای پیانو و بسامدهای قابل شنیدن برای انسان انجام شده است را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. مقایسه بسامدهای محدوده شنوایی با صدای نت‌های پیانو

طول‌موج	بسامد	کلید معادل
۲ سانتیمتر	۲۰۰۰۰ هرتز	بالاترین بسامد قابل‌شنیدن
۱۰ سانتیمتر	۴۱۸۶ هرتز	بالاترین نت روی پیانو
۱ متر	۴۴۰ هرتز	کلید A روی پیانو
۵ متر	۶۰ هرتز	بسامد جریان برق متناوب
۱۰ متر	۲۷،۵ هرتز	پایین‌ترین نت پیانو
۲۰ متر	۱۶ هرتز	پایین‌ترین بسامد قابل‌شنیدن

آستانه درد برای گوش انسان صدایی با شدت ۱۲۰ دسی‌بل[۶] است و گوش انسان در برابر صدایی با شدت بیشتر دچار آسیب‌های فیزیکی می‌گردد و شنوایی از دست خواهد رفت. در جدول ۲، برای درک بهتر این محدوده، شدت صوت چند چیز ذکر شده است:

جدول ۲. شدت صوت تولیدشده توسط دستگاه‌های مختلف

شدت صوت	منبع صوت
۱۴۰ dB	آستانه درد؛ صدای شلیک گلوله، صدای آژیر خطر از نزدیک
۱۳۵ dB	بلند شدن هواپیمای جت، صدای موزیک بلند
۱۲۰ dB	اره‌برقی، مته چکشی
۱۰۰ dB	تراکتور، ماشین‌آلات کشاورزی
۹۰ dB	محدوده استاندارد OSHA تخریب شنوایی در صورت استماع طولانی
۸۵ dB	داخل کابین ماشین‌آلات سنگین
۷۵ dB	صدای جاروبرقی
۶۰ dB	صحبت کردن معمولی
۴۵ dB	خش‌خش برگ، موزیک آرام
۳۰ dB	زمزمه
۱۵ dB	حد پایین شنوایی

از لحاظ کالبدشناسی گوش به سه بخش اصلی تقسیم می‌شود. گوش خارجی، گوش میانی و گوش داخلی [۲]. اگرچه میزان حساسیت گوش به فرکانس‌های مختلف میان افراد مختلف متفاوت است و به‌خصوص با افزایش سن توانایی برای درک فرکانس‌های بالاتر به شدت کاهش می‌یابد، اما به‌هرحال تعدادی از دانشمندان، بر اساس تحقیقات موردی خود، در این باره نمودارها و اعداد و ارقامی را منتشر نموده‌اند.

آستانه دیگری که برای گوش تعیین می‌گردد، آستانه احساس نام دارد. تغییرات این آستانه کمتر از آستانه شنوایی به فرکانس وابسته است. این محدوده‌ای است که گوش ما پس از آن شروع به درد کشیدن می‌کند.

کیفیت زندگی انسان تا حد زیادی به کیفیت محصولاتی که از آن استفاده می‌کند بستگی دارد. مصنوعات بشر به‌طور عام هر یک تأثیری متفاوت بر استفاده‌کننده می‌گذارند که مجموع تأثیرات موجب ایجاد حس رضایتمندی یا عدم رضایت کاربر از محصول مورد نظر می‌گردد.

هر محصول، در سه حیطه عملکردی، ویژگی‌های بصری و ویژگی‌های صوتی بیشترین تأثیرات را بر ذهن استفاده‌کننده می‌گذارد. امروزه با پیشرفت تکنولوژی، تفاوت‌های عملکردی میان محصولات شرکت‌های مختلف بسیار اندک است و تقریبا همه آنها در سطح قابل قبولی پاسخگوی نیازهای مورد نظر هستند. اما، آنچه امروز باعث تمایز محصولات می‌گردد، وجه "غیر فنی" یا احساسی محصولات است. نمود این مسئله در میان آگهی‌های تبلیغاتی به خوبی قابل درک است. تأکید آگهی‌های امروزی کمتر بر جنبه‌های عملکردی محصولات استوار است و اغلب بر "مزایای احساسی" منتج از مالکیت یا خریداری محصول تأکید می‌کنند.

علاوه‌بر آنچه ذکر شد، "کیفیت احساسی" محصولات تا حد زیادی می‌تواند پوشش‌دهنده معایب عملکردی نیز باشد. زیرا ذهن درحالی‌که احساسات مثبت در آن برانگیخته شده، بهتر مسائل را حل می‌کند و در واقع سیستم ذهنی احساسات، شیوه عملکرد سیستم ادراک را تغییر می‌دهد و احساسات، به‌شدت بر احساس رضایتمندی مشتری از محصول تأثیر می‌گذارد.

٤. روش تحقیق

تحقیق از نوع تجربی بوده و در این مطالعه ابتدا صدای جاروبرقی نمونه انتخاب شده در آزمایشگاه آکوستیک تست گردید. برای این کار از تجهیزات سری۲۲۶۰ تولید کارخانه B&K دانمارک استفاده شد. قبل از آزمایشات دستگاه و میکروفون کالیبره گردیده و برای برداشت روی محدوده صدای لازم تنظیم شد. برداشت از جاروبرقی با وات یکسان در سه درجه قدرت مکش ضعیف[۷]، قدرت مکش متوسط[۸] و قدرت مکش بالا [۹] انجام شد. در هر برداشت (بر اساس دستور کار استاندارد) دو مرتبه اندازه‌گیری، هر کدام به مدت ۱۰ ثانیه صورت گرفت. همچنین برداشت‌ها از چهار جهت (راست، چپ، عقب، و جلو) جاروبرقی به فاصله یک متر و به ارتفاع یک و نیم متر انجام شدند که در نهایت دوازده رکورد اطلاعاتی از آزمایش به‌دست آمد. داده‌های آزمایش به دو گروه تقسیم گردیدند. به این ترتیب که برای هر برداشت دو داده مربوط به شدت صوت متوسط و شدت صوت ماکزیمم مورد بررسی قرار گرفتند. سپس با استفاده از نرم افزار اکسل از سری آفیس داده‌های حاصل از آزمایش شدت صوت جاروبرقی نمونه تجزیه و تحلیل شدند.

۵. مشخصه‌های صوتی متریک

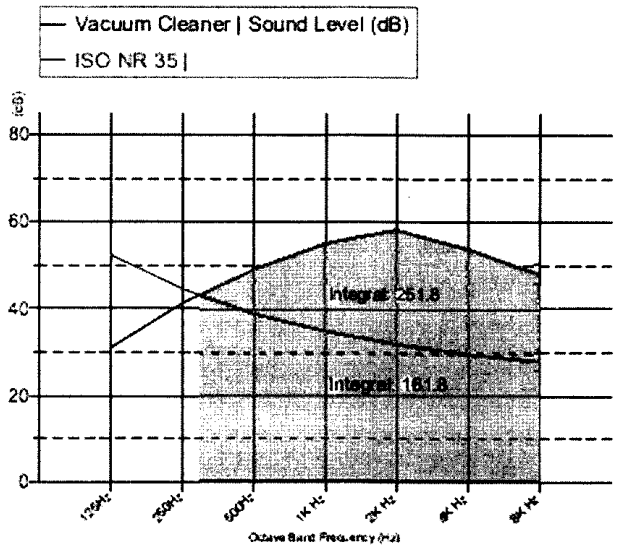
پس از اثبات اعتبار آماری نتایج آزمایش میانگین داده‌های برداشت شده به‌عنوان ابعاد صوتی متریک نمونه آزمایشی محاسبه گردیدند. شدت صوت محاسبه شده برحسب دسیبل و به تفکیک بسامد می‌باشد. به‌علاوه شدت صوت معادل نیز برای مقادیر متوسط[۱۰] به‌دست آمده است، (جدول ۳).

جدول۳. ابعاد صوتی(بسامد و شدت صوت) نمونه جاروبرقی Bosch تست شده

قدرت مکش	نوع داده	LAeq	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 kHz
Min	SoundLevel (dB)	۶۵/۴۳	۳/۰۷۱	۴۱/۳۷	۴۹/۲۲	۵۵/۲۴	۵۸/۴۳	۵۳/۹۸	۴۸/۱۳	۳۵/۸۸
	انحراف استاندارد	۲/۳۰	۲/۴۰	۰/۶۹	۲/۰۰	۲/۲۲	۲/۲۰	۳/۳۹	۳/۰۴	۳/۳۹
Eco	SoundLevel (dB)	۶۹/۹۵	۳/۰۴۲	۴۵/۱۵	۵۷/۱۱	۵۹/۹۸	۶۲/۳۶	۵۸/۲۳	۵۱/۶۸	۳۷/۹۱
	انحراف استاندارد	۲/۲۲	۳/۰۳	۰/۶۵	۱/۹۴	۲/۱۷	۲/۵۱	۳/۵۶	۳/۰۳	۴/۱۴
Max	SoundLevel (dB)	۷۳/۱۶	۳/۷۰۳	۳۴/۴۷	۵۶/۳۱	۶۱/۶۳	۶۶/۳۳	۵۹/۲۷	۵۵/۶۰	۴۲/۱۹
	انحراف استاندارد	۱/۷۷	۲،۶۰	۰/۶۸	۱/۵۱	۲/۰۲	۲/۰۳	۲/۷۸	۳/۱۶	۴/۰۲

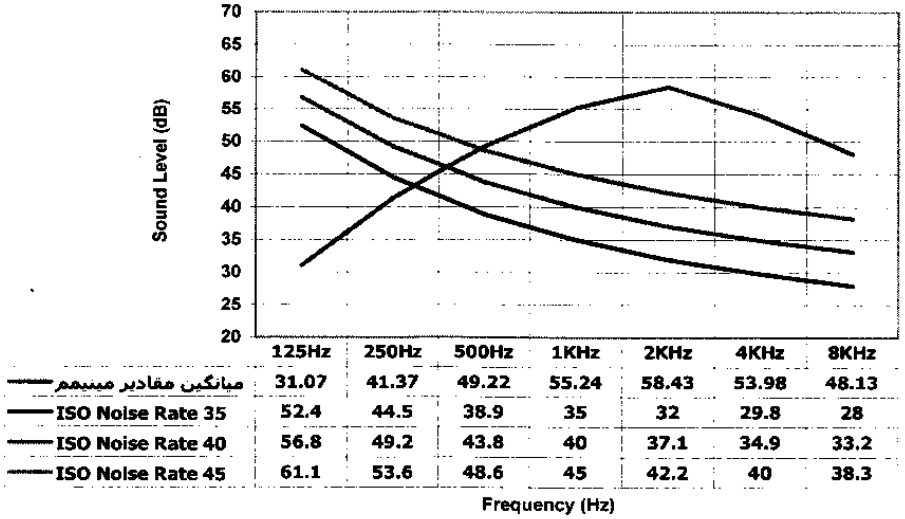
٦. مقایسه ابعاد صوتی با استاندارد

همان‌طورکه در بخش فاکتورهای انسانی معرفی گردید، در رابطه با ابعاد متریک صدا استانداردهای مختلفی در سراسر دنیا وجود دارند که از میان دو نوع استاندارد مورد توجه بیشتری قرار دارند. اولین استاندارد مربوط به ایزو[11]می‌باشد که در منحنی استاندارد صدا[12]برای فضاهای گوناگون تعریف گردیده است، و دومین استانداردی که برای مقایسه در این مطالعه انتخاب گردیده استاندارد معرفی شده از طرف انجمن تولیدکنندگان لوازم خانگی برقی آمریکا (نما)[13] می‌باشد که محدوده مجاز ترکیبی و تفکیکی برای شدت صوت محصولاتی که در مناطق مختلف استفاده می‌گردند را تعیین نموده است. با توجه به نمونه و محیط استفاده شده هر دو استاندارد، محدوده منازل مسکونی انتخاب گردید که در استاندارد ایزو محدوده بین نمودارهایNR35 و NR45 مجاز شناخته می‌شد و در استاندارد نما نمودارهای درجه E و F برای این فضاها تعریف شده‌اند. از برهم‌گذاری نتایج حاصل از آزمایش انجام شده و مقادیر استاندارد، نمودارهای ۱، ۲ و جدول ۴ حاصل می‌شوند.



BOSCH Vacuum Cleaner Sound at Min Power & ISO NR 35

نمودار۱. مقایسه شدت صوت جاروبرقی در حالت مکش مینیمم با مقادیر مجازISO



	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
میانگین مقادیر مینیمم	31.07	41.37	49.22	55.24	58.43	53.98	48.13
ISO Noise Rate 35	52.4	44.5	38.9	35	32	29.8	28
ISO Noise Rate 40	56.8	49.2	43.8	40	37.1	34.9	33.2
ISO Noise Rate 45	61.1	53.6	48.6	45	42.2	40	38.3

نمودار ۲. نمونه استخراج انتگرال شدت صوت جاروبرقی در حالت مکش مینیمم با مقادیر مجاز ISO

جدول۴. نتایج به‌دست آمده از تفاضل انتگرال‌های دو مدل نمونه

	Min	eco	Max
Bosch	251.8	287.6	**300.9**
ISO NR 35	161.8	173.4	**177.7**
Difference	90	114.2	**123.2**
Bosch	**195.9**	**248.3**	**256.4**
NEMA E	163.9	197.8	**197.8**
Difference	32	50.5	**58.6**
National	**303.3**	**314.9**	**328**
ISO NR 35	193.6	196.4	**199.2**
Difference	109.7	118.5	**128.8**
National	**261.2**	**278.5**	**299.6**
NEMA E	221.8	231.5	**243.5**
Difference	39.4	47	**56.6**

۷. شیوه آزمایش:

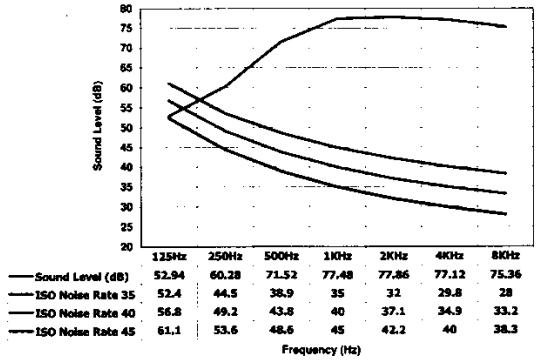
صداهای ضبط شده به‌صورت دیجیتال ابتدا در برنامه ویرایش صدای دیجیتال[۱۴] ویرایش می‌شوند تا همگی از بلندی یکسانی برخوردار باشند و تفاوت‌های میان نتایج آزمایش‌ها تنها در رابطه با تأثیرات خود صدا (و نه بلندی آن) مورد بررسی قرار گیرند و در مرحله بعد صداها به‌صورت صوتی[۱۵] به‌دنبال هم ضبط شده و با هدفون برای مصاحبه شوندگان پخش می‌گردد.

در اختیار هریک از شنوندگان پرسشنامه‌ای قرار دارد که در دو مرحله بایستی به صداهای پخش شده امتیاز داده و درباره آن نظر دهند. در بخش اول پرسشنامه، مجموعه‌ای از صفات مربوط به صدا در نظر گرفته شده است که مصاحبه شونده پس از شنیدن صدای موجود (جدول ۵) روی لوح فشرده

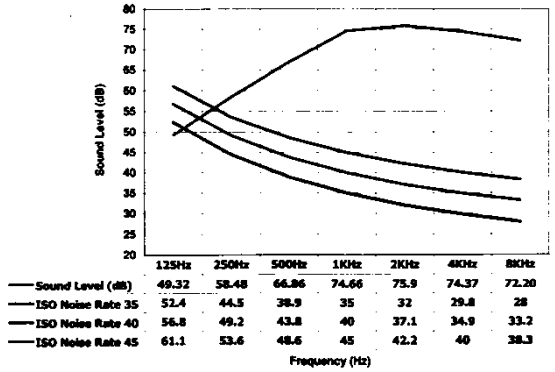
احساس خود را نسبت به آن صدا با علامت زدن نزدیکترین صفات برای صدا اعلام می‌نماید. از دید محقق صفات مشخص شده دارای بار مثبت یا منفی، رأی توصیف صدا هستند.

جدول ۵. ثبت نتایج SPL با تفکیک فرکانسی

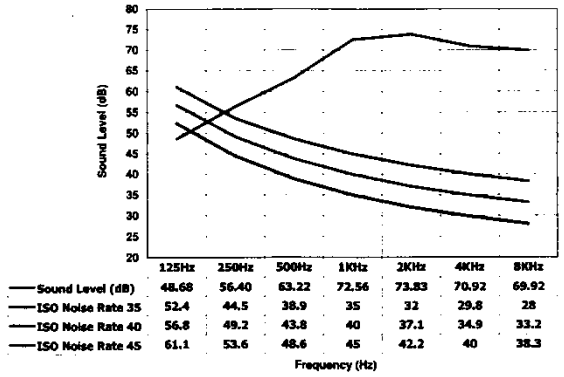
شماره برداشت	16 kHz	8 kHz	4 kHz	2 kHz	1 kHz	500 Hz	250 Hz	125 Hz	LAeq	قدرت مکش
۲	65.3	71.9	73.7	75.5	73.5	63.4	55.4	49.2	80.2	min
۱۲	67.7	74.2	75.5	76.8	74.8	66.6	57.3	48.6	81.8	eco
۲۲	70.1	78.6	80.1	80.5	78.4	69.3	60.5	51.8	85.8	max
٤	63	68.2	69.7	73.3	72.4	62.5	56.1	48.9	77.8	min
١٤	66.9	72	73.1	76.6	74.9	66.6	59.2	49.9	80.9	eco
٢٤	71.1	75.5	76	79.5	77.4	71.3	60.2	50.6	83.9	max
٦	59.3	70.4	68.9	72.1	71`.8	63.8	56.8	47.7	77.3	min
١٦	62.3	70.1	71.4	74.2	74	68.9	58.8	49.2	79.4	eco
٢٦	65.6	72.6	76.7	77.7	76.3	72.3	59.3	50.1	82.7	max
٨	63	68.8	70	73.3	72.3	62.6	56.5	48.8	77.6	min
١٨	66.8	72.1	73.2	75.8	74.7	65.6	58.2	49	80.6	eco
٢٨	69.8	75.3	76.8	72.9	77.3	72.9	60.4	53.2	84	max
١٠	66.1	70.3	72.3	71	72.8	63.8	578.2	48.8	78.2	min
٢٠	68.3	72.6	73.8	76.1	74.9	66.6	58.9	49.9	81	eco
٣٠	69.9	74.8	76	78.7	78	71.8	61	59	83.78	max



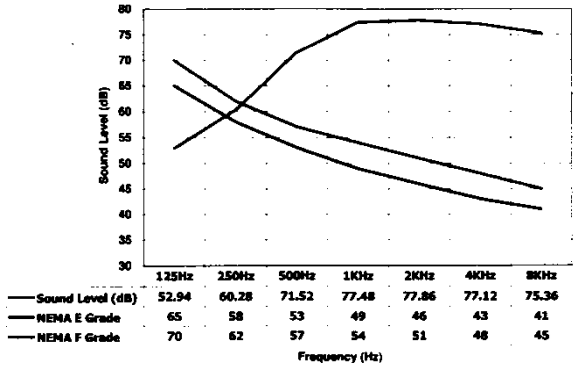
مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت ISO برای حالت Max



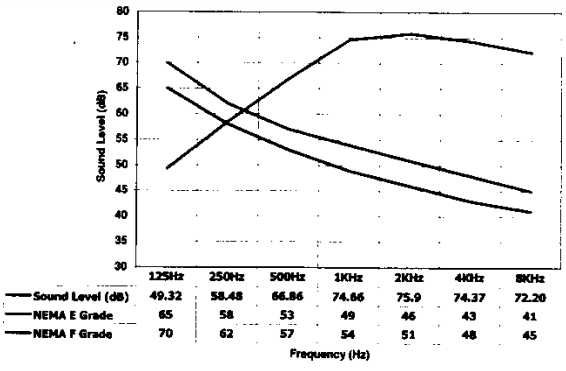
مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت ISO برای حالت Eco



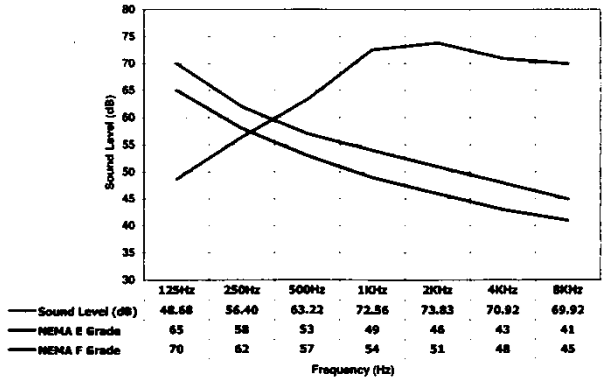
مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت ISO برای حالت Min



مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت NEMA برای حالت Max



مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت NEMA برای حالت Eco



مقایسه شدت صدای خروجی جاروبرقی Ghaynar با شدت NEMA برای حالت Min

نمودار۳. اطلاعات برداشت شده از جاروبرقی مدل GHAYNAR

۸. نتیجه‌گیری

متغییرهای معرفی شده برای صدای تولید شده توسط لوازم خانگی اغلب به‌صورت عددی به بررسی حدود استاندارد صدا می‌پردازند و در این بررسی کمتر به کیفیت صوت به عنوان یک پدیده فراگیر که نتیجه شرایط مختلف از قبیل فاکتورهای متریک صدا و شرایط محیطی است توجه می‌نمایند. به‌نظر می‌رسد که با استفاده از تحلیل آماری گراف‌های مربوط به صداهای مختلف براساس تفکیک فرکانس بتوان به نتیجه‌ای اولیه درباره کیفیت صدای محصولات رسید. از آنجا که فرکانس‌های مختلف از نظر تأثیرگذاری بر شنونده از ارزش‌های مختلفی برخوردارند، استفاده از منحنی های استاندارد ایزو و تحلیل سطح میان نمودار صدای خاص و نمودار استاندارد می‌تواند در دریافت نتیجه با توجه به ارزش هر فرکانس مفید باشد.

از سوی دیگر باید توجه داشت که منحنی‌های استاندارد بر اساس شدت آزاردهندگی فرکانس‌های خاص تهیه شده‌اند و تنها نشان‌دهنده این جنبه از تأثیرات فرکانس‌ها می‌باشند. نتایج به‌دست آمده از منحنی‌های تعیین ارزش فرکانس‌های مختلف در احساسات مثبت و منفی در شنونده برانگیزنده و تاثیرگذار است. در فاز بعدی پس از بررسی تأثیرات احساسی صدا در شنوندگان از طریق مصاحبه و جلسات داوری درباره صدا به ارتباط معنی‌دار میان نتایج این مطالعه و نتایج به‌دست آمده می‌رسیم و در نهایت امکان تدوین راهی آسان و سریع برای سنجش کیفیت صدای محصول و میزان تأثیرگذاری آن در مورد هر احساس به‌دست می‌آید.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته از میزان آزاردهندگی صدای تولید محصولات، می‌توان کیفیت صداهای آزاردهنده تولیدی را با توجه به شدت صدای نوع فرکانس با توجه به سیستم‌های کاواک و پوسته و الیاف تغییر داد و کم کردن شدت فرکانس‌های بالا در یک طیف آزاردهنده موجب کاهش صدای آزار دهنده شده و تجربه محقق در تولید صداهای خوشایند محصولات خانگی قابل تأمل می‌باشد و با توجه به تحقیقات و آزمایش‌های انجام گرفته در این تحقیق با توجه به کاهش شدت صدای فرکانس‌های جاروبرقی‌ها موجب تولید صداهای مختلف گردید که تجربه جالبی در امر تولید محصول می‌باشد.

دستاورد نهایی پژوهش حاکی از آن است که شدت بالای طیف محدودی از فرکانس ها در دستگاه کل بازه‌ی فرکانس تولیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب خفه شدن شدت صدای فرکانس‌های پایین‌تر می‌گردد. به‌عبارت بهتر زمانی که فرکانس یا محدوده‌ی کمی از فرکانس‌ها از شدت بیشتری برخوردار می‌شوند صدا در مجموع آزار دهنده به‌نظر می‌رسد. علت این امر ایجاد پاسخ ضربه‌ای درصدای سیستم است. که نتایج پژوهش نشان می‌دهد درصورتی‌که بتوان شدت بازه مذکور را کاهش داد؛ کل صدای بازه فرکانس تولیدی دستگاه، مطلوب‌تر جلوه نموده، بازخورد انسانی آن آزاردهنده نخواهد بود. لذا می‌توان گفت درصورت جذب صحیح و هنرمندانه شدت‌های نامطلوب در فرکانس‌های مربوطه، با سیستم‌های جذب الیافی و حفره و پوسته‌ها می‌توان صدای محصول خوشایندتری را در لوازم خانگی و تجهیزات صنعتی تولید نمود.

۹. مأخذ:

[۱] لارنس کینزلر، مترجم مهدی برکشلی، ضیاءالدین اسماعیل بیگی، "*مبانی آکوستیک*"، تهران، امیرکبیر، ۱۳۶۴.

[2] Baker, David E. "Noise: The invisible hazard." *Extension publications (MU),* 1997.

[3] Bauman, Robert & Dutton, Steve. "*Human Anatomy and Physiology Textbook*", Witties Publication Inc. New York, 1996.

[4] Bloomfield, Luis A. "*How Things Work: The Physics of Everyday Life*", Wiley, 2nd Edition, 2003.
[5] Cox, Trevor.J. "Testing, quality & standards: Measuring sound quality", *Applience design journal*, www.ammagazine.com, 2004.
[6] Gärdenfors, Dan. "*Auditory interfaces, a design platform*", designsounds. Net, 2001.
[7] Miskiewicz, A. "Psychoacoustics in the Automotive Industry", *Acustica,* vol.85, 1999 pp. 646-649.
[8] Norman, Donald A. "*The Design of Everyday Things*". New Yor, Basic Books, 2002 ed, 1990.
[9] Robinson, D. W. & Dadson, R. S. "*A re determination of the equal loudness relations for pure tones*". *Br. J. Appl. Phys*, 1956.
[10] Stockholm. "*Design Sounds, Published by Swedish Society of Crafts and Design for sound and design Exhibition*", 2001.
[11]Viemeister, Tucker. "*Emotional (vs.) Intelligence*"; Core77 articles, www.core77.com, 2004.
[12] http://www.ideafinder.com/history/ inventions/story042.htm
[13] http://www.vachunter.com/history.htm
[14] http://www.bergen.org/AAST/Projects/Engineering_Graphics/_EG2000/vacuum/ History.htm
[15] www.historychannel.com/exhibits/modern/vacuum.html
[16] http://www.jitterbuzz.com/indvac.html
[17] http://www.sciencemuseum.org.uk/on-line/vacuums/didyouknow.asp

پی‌نوشت

1. Emotional Design
2. Interaction Design
3. Emotional Design
4. Natural mapping
5. Quantities Methods

۶. برخی منابع این آستانه را تا ۱۴۰ دسی‌بل اعلام کرده‌اند.

7. min
8. eco
9. max
10. LAeq
11. International Standard Organization
12. Noise Rate Curve(NCR)
13. National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
14. Cool Edit
15. Audio CD