

بررسی میزان و مشخصه سر و صدای ماشین‌های تانک بر تیتان و کینوس

غلامحسین پور تقی *M.Sc.، محمد سالم *M.Sc.، محمدرضا منظم اسماعیل پور *M.Sc.، فیروز ولی پور *B.Sc.

آدرس مکاتبه: *دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج) - دانشکده بهداشت - گروه بهداشت حرفه‌ای و پژوهشکده طب رزمی - مرکز

تحقیقات بهداشت نظامی - تهران - ایران

* * * دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده ابوریحان - گروه بهداشت حرفه‌ای

* * * دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج) - پژوهشکده طب رزمی - مرکز تحقیقات بهداشت نظامی

خلاصه

سر و صدای بیش از حد و نامناسب با ویژگی آزار دهنده‌گی انواع وسائل حمل و نقل سبک و سنگین می‌تواند مشکلات مختلف بهداشتی، روانی، ایمنی و زیست محیطی را به همراه داشته باشد. در این تحقیق سر و صدا و مشخصه دو نوع وسیله نقلیه سنگین مورد نظر شامل ماشین تیتان (TITAN) و ماشین کینوس (KINUS) که در جابجائی ادوات سنگین و امور لجستیکی کاربرد وسیعی دارند، همچنین تاثیر سرعت و تفاوت ساختار درب و بدنه ماشین‌های فوق انجام گرفت. در این تحقیق میزان تراز صدا و مشخصات آن در شرایط مختلف در دو نوع تانک بر فوق‌الذکر مورد ارزیابی قرار گرفت. روش تحقیق در این بررسی مبتنی بر آزمایش‌های صداسنجی و آنالیز اکتا و باند منطقه‌ای، فردی و محیطی با استفاده از دستگاه‌های استاندارد و کالیبراسیون مورد نیاز بوده است. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد که صدای دستگاه تیتان آزاررسانی کمتری نسبت به دستگاه کینوس دارد. دستگاه کینوس با تراز صدای ۸۱/۱ در شبکه A در فاصله ۲ متری نسبت به تیتان با تراز صدای ۷۶/۲ در شبکه A در حالت ایستاده و کار درجا تراز صدای بالاتری دارد. اتاق ماشن تیتان قادر است تراز صدا را از ۷۹/۸ به ۶۶/۴ دسی بل در شبکه A و از ۸۷/۷ به ۸۱/۱ دسی بل در شبکه C برساند، اتاق ماشین کینوس تراز صدا را از ۹۰/۷ به ۷۱ در شبکه A و از ۹۴ به ۸۷ در شبکه C برساند.

واژه‌های کلیدی: سر و صدا، اندازه‌گیری، وسایل حمل و نقل.

مقدمه

هستند که وسیع‌تر از هر عامل ناخوشایند دیگر بر روی اغلب افراد اثر می‌گذارد. صدا می‌تواند بالقوه منبعی برای صدمات اختلالات جسمی و روانی باشد. از جمله اختلالات ناشی از صدا نقص شنوایی است که در طول سالیان متوالی پیش می‌آید و میزان آن به سطح فشار صدا، وجود محرک‌هایی که باعث زیر و بم صدا می‌شود، مدت زمان مواجهه با صدا، حساسیت فرد و نیز به بعضی از شرایط پاتولوژیک مانند ضایعات عروقی و عصبی بستگی

در عصر حاضر پیشرفت تکنولوژی به گونه‌ای بوده که تأثیرات آن به صورت استفاده گسترده از دستگاه‌ها، ابزارآلات و ماشین‌های مختلف در تمام ابعاد زندگی انسان امروز نفوذ کرده است. لذا، رشد سریع صنایع سبب گردیده که افراد در زندگی روزمره و حرفه‌ای خود هرچه بیشتر در معرض صدا و ارتعاش ناخواسته با شدت‌های مختلف قرار بگیرند. صدا و ارتعاش دو عامل آزاردهنده فراگیر

دارد [۱]. صدای زیاد می‌تواند تاثیر نامطلوب بر راندمان کار و ایجاد حادثه شود. همچنین سر و صدا می‌تواند سبب افزایش فعالیت معده و روده‌ها، افزایش تنفس و مقدار مصرف اکسیژن، انقباض عروق محیطی و تغییر فشار خون و ضربان قلب گردد.

بسیاری از صنایع کشور از قبیل صنایع فولاد، دفاع، ماشین‌سازی، کشاورزی، الکترونیک، دارویی، رنگسازی ساختمانی، سیمان، شیشه و حمل و نقل با تولید سر و صدای زیاد همراه هستند [۲]. به‌همین خاطر رسیدگی به وضعیت سر و صدا در مراکز مختلف و هنگام کار با ماشین‌آلات به‌ویژه اندازه‌گیری و آنالیز صدای ایجاد شده [۳] و مقایسه آن با میزان استانداردهای بهداشتی و همچنین بکارگیری روش‌های کنترل سر و صدا در جهت پیشگیری از آسیب‌های جسمی و روانی و اجتماعی ناشی از سر و صدا از اهمیت زیادی برخوردار است.

ایجاد ناشنوایی و یا کاهش شنوایی در اثر سر و صدا معمولاً به صورت تدریجی و در اثر تماس مداوم و روزمره با سر و صدا به‌ویژه در ناحیه ۳۰۰۰ HZ تا ۶۰۰۰ HZ ایجاد می‌گردد، زمانی که کاهش شنوایی به‌علت سر و صدا ایجاد شده باشد، هیچ‌گونه امکانی برای بازگشت شنوایی وجود ندارد. زیرا آسیب در اثر تحریک بیش از حد صوتی در قسمت حلزونی گوش و صدمه به سلول‌های حساس شنوایی (Hair cells) ایجاد می‌شود [۴]. آسیب‌های ایجاد شده ناشی از تغییرات هیستوشیمیایی و یک‌سری فعل و انفعالات تخریبی در سلول‌های شنوایی هستند که آستانه شنوایی را تغییر می‌دهد. این تغییرات تاحدی نشانگر واکنش سیستم عصبی خودکار بوده و به واکنش فرد نسبت به صدا مربوط می‌شود. در عملیات بهداشت حرفه‌ای میزان صدا اندازه‌گیری می‌شود تا مخاطرات صدا بر روی شنوایی افراد مشخص گردد.

پایان جنگ جهانی دوم با بازگشت سربازان مبتلا به کاهش شنوایی بر جمعیت افراد آسیب دیده شنوایی افزوده شد. به‌همین خاطر در ارتش کشورهای مختلف سرویس‌های ویژه تجدید و احیای شنوایی ایجاد گردید و محل‌هایی را به‌منظور عملیات شنوایی سنجی اختصاص دادند. سپس شرکت‌های بزرگ برنامه‌هایی را برای حفاظت کارکنان خود علیه خطرات آلودگی صوتی برقرار نمودند و ابتدایی‌ترین این برنامه‌ها شامل پرداخت

غرامت به آسیب‌دیدگان ناشی از سر و صدا بوده است. پرداخت غرامت کارگران به‌علت کاهش شنوایی در توسعه برنامه حفاظت شنوایی تاثیر داشت. ابتدا قوانین غرامت کارگران کاهش شنوایی به علت سرو صدا (Noise Induced Hearing loss) را شامل نمی‌شد. زیرا کاهش شنوایی یک حادثه نبود و منجر به از دست رفتن درآمد نمی‌شد و فقط شامل حال کسانی بود که به‌طور ناگهان و در اثر سر و صدای شدید و کوبه‌ای دچار نقص شنوایی می‌گردیدند. سپس این برنامه به تدریج به سایر آسیب‌دیدگان نیز تعمیم داده شد [۵].

نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که صدا تهدید بارزی را در شنوایی و تا حدودی سلامت عمومی کارگران فراهم می‌کند، این نتایج تاثیر زیادی در تنظیم استانداردهای جهانی صدا داشته است. بر اساس مقررات جدید برنامه حفاظت شنوایی شامل اندازه‌گیری تراز صدا، شنوایی سنجی و اقدامات حفاظت شنوایی می‌باشد که در اصلاحیه انجمن بهداشت و ایمنی شغلی OSHA بر اجرای موفق حفاظت شنوایی از طریق اندازه‌گیری تراز صدای محیط کار تا کید شده است [۶]. لذا هدف این تحقیق تعیین میزان تراز صدا و آنالیز صدای ماشین‌های NUS و TITAN می‌باشد که در بردارنده اهداف ویژه زیر است.

۱. تعیین تراز صدای دستگاه KYNUS در شبکه A و C در حالت‌های زیر:

- الف.** ماشین در جا روشن با دور موتور حدود ۶۰۰.
- ب.** در حال حرکت رو به بالا با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه.
- پ.** در حال حرکت رو به بالا با سرعت بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر در مسیر با شیب تقریبی ۴ تا ۵ درجه.
- ت.** در حال حرکت رو به بالا با سرعت بین ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر در مسیر با شیب تقریبی ۳ تا ۴ درجه.
- ث.** در حال حرکت رو به بالا با سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر در مسیر با شیب تقریبی ۳ درجه.
- ج.** تعیین تراز صدای اطراف ماشین در حالت ساکن با موتور روشن (دور موتور ۶۰۰) در فاصله ۳/ متری و ۲ متری.
- چ.** کلیه وضعیت‌های الف تا ج در حالت‌های شیشه باز و بسته.

۲. کالیبراتور اکوستیکی

۱. آنالیزور آکتاو باند B & K مدل ۱۶۲۵

۲. میکروفون B & K مدل ۴۱۵۵

۳. BZ7100 Application module مدل

ب. روش‌ها [۶].

۱. روش موضعی فردی Personal location (لحظه‌ای)

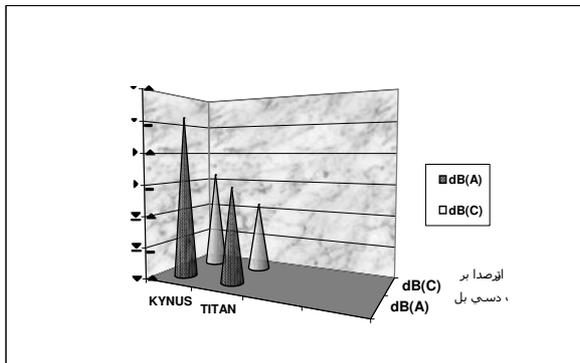
۲. کنتورکشی (لحظه‌ای)

ج. محیطی

جدول ۱. توزیع میانگین تراز صدای دستگاه KYNUS و TITAN در

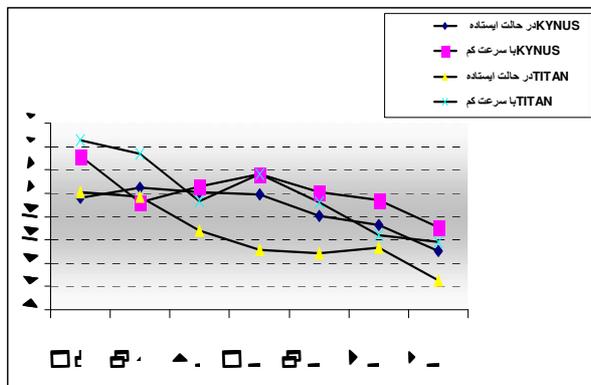
حالت موتور در جا روشن با دور موتور حدود ۶۰۰ در فواصل ۳۰ سانتی‌متری و ۲ متری

| نوع ماشین | فاصله | dB(A) | dB(C) |
|-----------|---------------|-------|-------|
| KYNUS | ۳۰ سانتی‌متری | ۹۰/۷ | ۹۴ |
| | ۲ متری | ۸۱/۱ | ۸۷/۱ |
| TITAN | ۳۰ سانتی‌متری | ۷۹/۸ | ۸۷/۷ |
| | ۲ متری | ۷۶/۲ | ۸۵/۱ |



نمودار ۱. مقایسه میانگین تراز صدا در دستگاه KYNUS و TITAN در داخل

کابین در حال حرکت رو به بالا با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر و شیب تقریبی ۵ درجه



نمودار ۲. توزیع میانگین و مشخصات تراز صدای دستگاه TITAN در داخل کابین

با سرعت‌ها و حالات مختلف حرکت روبه بالا

ح. در حال حرکت رو به پایین با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه (دور موتور ۲۴۰۰).

خ. در حال حرکت رو به پایین با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه به‌هنگام استفاده از ریتایدر.

۲. آنالیز صدای دستگاه KYNUS در حالت‌های زیر:

الف. در حالت ساکن، موتور روشن در دو حالت شیشه بالا و پایین

(دور موتور ۶۰۰).

ب. در حال حرکت رو به بالا با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه (دور موتور ۲۴۰۰).

۳. تعیین تراز صدای دستگاه TITAN در شبکه A و C در

حالت‌های زیر:

الف. موتور در جا روشن با دور موتور حدود ۵۰۰.

ب. در حال حرکت رو به بالا با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه (دور موتور ۲۴۰۰).

ت. در حال حرکت رو به بالا با سرعت بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۴ تا ۵ درجه (دور موتور ۲۳۰۰).

ث. در حال حرکت رو به بالا با سرعت بین ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۳ تا ۴ درجه.

ج. در حال حرکت رو به بالا با سرعت ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر در مسیر

با شیب تقریبی ۳ درجه.

چ. در حال حرکت در مسیر با شیب کم با سرعت ۴۰ کیلومتر.

ز. کلیه وضعیت‌های الف تا ج در حالت‌های شیشه باز و بسته.

ح. تعیین توان صوتی منبع (مولد صدا در ماشین TITAN).

خ. تعیین تراز صدای اطراف ماشین در حالت ساکن با موتور

روشن (دور موتور ۵۰۰) در فاصله ۵/ متری و ۱/۵ متری.

۴. آنالیز صدای دستگاه TITAN در حالت‌های زیر:

الف. در حالت ساکن موتور روشن در دو حالت شیشه بالا و پایین

(دور موتور ۶۰۰).

ب. در حال حرکت رو به بالا با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در

مسیر با شیب تقریبی ۵ تا ۶ درجه (دور موتور ۲۴۰۰).

روش‌ها و وسائل اندازه‌گیری

الف. دستگاه‌ها

۱. دستگاه صداسنج B & K مدل ۲۲۳۱

حرکت ماشین‌ها) آسفالت با مرغوبیت پایین بود. ارتفاع از سطح دریا بین ۱۰۰۰ تا ۲۲۵۰ متر متغیر بود.

مشخصات و شرایط اندازه‌گیری. اندازه‌گیری در فاصله حدود ۱۵ کیلومتری شهر تهران انجام گرفت. سطح جاده (مسیر

جدول ۲. توزیع میانگین و مشخصات تراز صدای موتور KYNUS در داخل کابین با سرعت‌ها و حالات مختلف حرکت رو به بالا با شیب تقریبی حدود ۴ تا ۵ درجه

| وضعیت حرکت | وضعیت شیشه | dB(A) | dB(C) | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۸۰۰۰ |
|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| سکون | شیشه پایین شیشه بالا | ۷۱ ۶۳/۲ | ۸۷ ۷۸/۱ | ۷۹ ۷۴/۵ | ۸۱/۲ ۷۳/۳ | ۸۰/۶ ۶۷/۴ | ۷۹/۷ ۶۵/۶ | ۷۵/۶ ۶۲/۳ | ۷۳/۲ ۶۱/۴ | ۶۷/۷ ۶۰/۳ |
| با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۴/۳ ۸۳/۱ | ۹۳/۷ ۹۰/۱ | ۸۸ ۸۵ | ۸۷/۶ ۸۳/۹ | ۸۶/۴ ۸۳ | ۸۴/۶ ۸۱/۶ | ۸۰/۶ ۷۸/۸ | ۷۸/۴ ۷۶/۳ | ۷۲/۸ ۷۰/۳ |
| با سرعت بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۳/۶ ۸۲/۷ | ۹۳/۲ ۸۹/۸ | ۸۷/۷ ۸۴ | ۸۶/۴ ۸۳/۷ | ۸۶/۸ ۸۳/۱ | ۸۳/۹ ۸۱ | ۸۰/۶ ۷۸/۵ | ۷۸/۷ ۷۵/۹ | ۷۲/۸ ۶۹/۵ |
| با سرعت بین ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۳/۳ ۸۲ | ۹۲/۹ ۸۹/۷ | ۸۷/۵ ۸۳/۸ | ۸۶/۵ ۸۳/۶ | ۸۶/۲ ۸۳ | ۸۳/۷ ۸۰/۲ | ۸۰/۴ ۷۸/۹ | ۷۸/۵ ۷۵/۵ | ۷۰/۷ ۶۷/۹ |
| با سرعت بین ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۳/۱ ۸۱/۸ | ۹۲/۱ ۸۹/۵ | ۸۶ ۸۲ | ۸۶/۲ ۸۳/۱ | ۸۵/۶ ۸۲/۸ | ۸۳/۱ ۸۲/۷ | ۸۰/۷ ۸۱ | ۷۹ ۷۹ | ۷۲ ۷۴ |

جدول شماره ۳. توزیع میانگین و مشخصات تراز صدای موتور TITAN در داخل کابین با سرعت‌ها و حالات مختلف حرکت رو به بالا با شیب تقریبی حدود ۴-۵ درجه.

| وضعیت حرکت | وضعیت شیشه | dB(A) | dB(C) | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۸۰۰۰ |
|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| سکون | شیشه پایین شیشه بالا | ۶۶/۴ ۶۳ | ۸۳/۵ ۸۱/۱ | ۸۰/۱ ۷۷/۸ | ۷۹/۲ ۷۴/۶ | ۷۲ ۷۰/۵ | ۶۷/۸ ۶۷/۴ | ۶۷/۱ ۶۶/۲ | ۶۸/۳ ۶۷/۳ | ۶۶/۲ ۶۴/۵ |
| با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۲/۲ ۸۰/۳ | ۹۸/۳ ۹۴/۴ | ۹۶/۴ ۹۲/۷ | ۸۸/۴ ۸۵/۲ | ۸۷/۳ ۸۳/۹ | ۸۴/۱ ۸۱ | ۷۸/۶ ۷۴/۳ | ۷۱ ۶۷/۳ | ۶۹/۵ ۶۳/۴ |
| با سرعت بین ۵ تا ۱۰ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۱/۸ ۸۰ | ۹۷/۵ ۹۳/۷ | ۹۲/۵ ۹۱ | ۹۲ ۸۶/۹ | ۸۵/۷ ۸۲/۶ | ۸۱/۳ ۷۸/۹ | ۷۷/۹ ۷۰/۱ | ۶۶/۸ ۶۱/۲ | ۶۳/۵ ۶۰ |
| با سرعت بین ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۸۱/۲ ۷۸ | ۹۶/۲ ۹۳/۵ | ۹۱/۸ ۹۰/۹ | ۸۹ ۸۸/۳ | ۸۷/۲ ۸۷ | ۸۴/۵ ۸۳/۵ | ۸۰/۱ ۷۸ | ۶۹ ۶۷ | ۷۱ ۶۸ |
| با سرعت بین ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر | شیشه پایین شیشه بالا | ۷۹/۷ ۷۷ | ۹۵/۵ ۹۴ | ۹۱/۵ ۹۰ | ۸۸/۵ ۸۷/۹ | ۸۷ ۸۶/۸ | ۸۴/۲ ۸۳/۷ | ۷۹/۸ ۷۷ | ۷۰ ۶۷/۲ | ۶۹ ۶۵/۱ |

نتایج اندازه‌گیری

نتایج اندازه‌گیری‌ها در حالت‌های مختلف و برای هر دو نوع ماشین در جداول ۳-۱ درج گردیده است. همچنین خلاصه نتایج اندازه‌گیری‌ها را می‌توان در نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

از جدول شماره ۱ می‌توان بوضوح دریافت کرد که اندیس‌های هارمونیک صدای تولیدی دستگاه KINUS در فاصله ۳۰ سانتی متری ۳/۱

دسی بل و در فاصله ۲ متری ۶ دسی بل می‌باشد. افزایش اندیس هارمونیک در اثر فاصله خود بیانگر جذب محیط و توانایی کاهش صدا در فرکانس‌های بالا می‌باشد به عبارتی فرکانس‌های منتقله و منتشره در محیط به سمت فرکانس‌های پایین خواهد بود که این روند قطعا در فواصل دورتر نیز مشاهده خواهد گردید. براساس استاندارد آمریکا (استاندارد سلامتی) در کامیون‌ها و وسایل نقلیه موتوری که توسط آنها کشیده می‌شوند نایستی تراز صدای منتشره بیش از ۷۴ دسی بل در فاصله ۵۰ فوتی باشد [۷]. با توجه

مشخص است که بیشترین ترازها در فرکانس ۱۲۵ و ۲۵۰ هرتز در حالت شیشه پایین و همچنین بیشترین تراز در فرکانس ۱۲۵ در حالت شیشه بالایی باشد. در این دستگاه شیشه قادر است تراز صدا را از ۶۶/۴ به ۶۳ در شبکه A و از ۸۳/۵ به ۸۱/۱ در شبکه C برساند به عبارتی میزان کاهش در شبکه A تقریباً ۳/۴ دسی بل و در شبکه C ۳/۱ دسی بل می‌باشد. همان‌طور که مشخص است تاثیر شیشه در دستگاه KYNUS از TITAN بالاتر است.

ضمناً در مقایسه با جدول ۲ می‌توان دریافت که اتاق ماشین TITAN قادر است تراز صدا را از ۷۹/۸ به ۶۶/۴ در شبکه A و از ۸۷/۷ به ۸۱/۱ دسی بل در شبکه C برساند، اگر همین مقایسه را برای KYNUS انجام دهیم مشاهده می‌گردد که اتاق این ماشین تراز صدا را از ۹۰/۷ به ۷۱ در شبکه A و از ۹۴ به ۸۷ در شبکه C می‌رساند، به عبارتی تاثیر اتاق در دستگاه TITAN در شبکه A ۱۳/۴ دسی بل و در شبکه C ۶/۶ دسی بل می‌باشد. در دستگاه KYNUS این تاثیر ۱۹/۷ دسی بل در شبکه A و ۷ دسی بل در شبکه C می‌باشد. این میزان و نحوه تاثیر از نظر فنی قابل بررسی است. از نمودار مشخصات تراز صدا می‌توان دریافت که دامنه اختلاف تراز بین حالت ایستاده (روشن) و سرعت کم در ماشین KYNUS کمتر از ماشین TITAN است.

از همان نمودار همچنین مشخص است که بیشترین اختلاف تراز حالت ایستاده و حرکت در ماشین KYNUS فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و در ماشین TITAN در فرکانس ۱۲۵ می‌باشد. همچنین کمترین اختلاف تراز حالت ایستاده و حرکت در ماشین KYNUS در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز و در ماشین TITAN در فرکانس ۲۵۰ می‌باشد.

در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که هرچند، توانایی درب و شیشه در ماشین کینوس در جهت جلوگیری از انتقال صدا به داخل بسیار بیشتر بوده و از نظر فنی قابل اهمیت می‌باشد ولی در مجموع میزان سر و صدای زیان‌آور در ماشین تیتان (TITAN) چه در داخل کابین (که متوجه راننده می‌باشد) و چه در بیرون از ماشین در فواصل مختلف (که متوجه محیط زیست و موجب آزار رسانی به سایر افراد می‌باشد) کمتر بوده و نسبت به ماشین

به محاسبات انجام شده و جدول فوق‌الذکر می‌توان گفت که تراز صدای ماشین فوق براساس این استاندارد از حد مجاز بالاتر نمی‌باشد. همچنین از جدول فوق می‌توان دریافت که در فواصل نزدیک در حدود کمتر از یک متر (بیرون از ماشین) با توجه به نوع و میزان اندیس هارمونیک، ترکیب صدا به گونه‌ای است که صدای غالب در طیف فرکانس‌های مکالمه است و از این جهت لازم است مورد توجه زیاد باشد [۸]. از جدول فوق می‌توان دریافت که اندیس هارمونیک صدای تولیدی دستگاه TITAN در فاصله ۳۰ سانتی متری ۷/۹ دسی بل و در فاصله ۲ متری ۸/۹ دسی بل می‌باشد. همان‌گونه که مشخص است، بالا بودن اندیس هارمونیک نشان دهنده ترکیب فرکانسی پایین و تاثیر جذب محیطی پایین‌تر می‌باشد. اگر جدول ۲ و ۳ را از دیدگاه اختلاف ترازهای A و C بررسی نمائیم کاملاً مشخص است نوع صدای دستگاه TITAN با اندیس هارمونیک بالاتر آزار رسانی کمتری دارد.

تراز صدا در فاصله ۲ متری از دستگاه KYNUS در شبکه A، ۸۱/۱ و در دستگاه TITAN ۷۶/۲ دسی بل در شبکه A می‌باشد. با آزمون آماری انجام شده (T-TEST) مشخص گردید که این اختلاف از نظر آماری معنی دار است. یعنی دستگاه KYNUS نسبت به TITAN در حالت ایستاده و کار درجا تراز صدای بالاتری دارد. از جدول شماره ۲ می‌توان دریافت که میزان ترازهای صدای دستگاه KYNUS در داخل کابین در وضعیت شیشه پایین در فرکانس‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ (فرکانس‌های مکالمه) بالاترین مقدار را داشته و در حالت شیشه بالا این وضعیت به فرکانس ۱۲۵ منتقل گردیده است به عبارت دیگر تاثیر شیشه در کاهش آزارسانی قابل توجه بوده است. همچنین می‌توان دریافت که در این دستگاه در حالت ایستاده، شیشه بالا و موتور روشن قادر است تراز صدا را از ۷۱ دسی بل به ۶۳/۲ در شبکه A و از ۸۷ به ۷۸/۱ در شبکه C برساند. به عبارتی میزان کاهش در شبکه A تقریباً ۷/۸ دسی بل و در شبکه C، ۸/۹ دسی بل بوده است.

از جدول شماره ۳ که اندازه‌گیری با شرایط دستگاه KYNUS در داخل کابین دستگاه TITAN انجام گرفته

کینوس (KYNUS) ارجح می‌باشد. لذا ارجحیت ماشین تیتان به مرکز مربوطه اعلام گردید.

References

1. Reily MJ, Rosenman KD, Kalinowski D (1998). Occupational Noise – Induced Hearing Loss Surveillance in Michigan. *J Occup Environ Med*; 40(8): 667- 674.
2. Henderson D, Saunders S (1998). Acquisition of Noise – Induced Hearing Loss by Railway workers. *Ear Hear*; 19(2): 120-130.
3. McBride DI, Williams S (2001). Audiometric notch as a sign of noise induced hearing Loss. *Occup and Environ Med*; 58(1): 46-51.
4. Kolkhorst W, et al (1998). Influence of fitness on susceptibility to noise – induced temporary threshold shift *Med Sci Sports Exerc*; 30(2): 298-293.
5. Mcfadden S, Henderson D (1999). Recent advances in understanding and preventing noise – Induced hearing loss. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*; 1(5): 266 – 273.
6. Johnson, D.L., Marsh, A.H., and Harris, C.M. "Acoustical Measurement Instruments." *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*. New York: Columbia University, 1991.
7. "Specification for Personal Noise Dosimeters (1991)." *American National Standard, ANSI Standard S1.25-1991*. New York: American National Standards Institute, 1991.
8. قنبرزاده علمداری – زین‌العابدین. ۱۳۷۶. اندازه گیری تراز صدا در کارخانه شیر پاستوریزه تهرانو ارزیابی شنوایی کارگران در معرض و ارائه روش های کنترل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.