

## مطالعه آلودگی صدای تراکتورهای کشاورزی و میزان مواجهه شغلی رانندگان آن

محسن علی آبادی<sup>۱\*</sup> - ابراهیم چاوشی<sup>۲</sup> - حسین حاج علی زاده<sup>۳</sup>

Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir

### چکیده

**مقدمه:** به کارگیری ماشین آلات مختلف کشاورزی از جمله تراکتور علیرغم اینکه توسعه کمی و کیفی تولید محصولات مختلف کشاورزی را به دنبال داشته است، مسایل بهداشتی قابل ملاحظه ای از جمله آلودگی صدا را برای کاربران این تجهیزات ایجاد نموده است. با توجه به اهمیت آگاهی از تراز آلودگی صدای تراکتور ها، هدف مطالعه تعیین آلودگی صدای انواع تراکتورهای کشاورزی و مواجهه شغلی رانندگان آن بود.

**روش کار:** اندازه گیری تراز فشار صدای انواع تراکتور ها شامل مارک فرگوسن، رومانی و جاندیر مدل ۶ سیلندر به همراه تجزیه فرکانسی آن با استفاده از ترازسنج صوت مدل TES-۱۳۵۸ صورت گرفت. ویژگی های مکان تعیین آلودگی صدای تراکتور بر اساس استاندارد های شماره ۷۲۱۶ و ۵۱۳۱ سازمان ایزو تعیین گردید و تحلیل نتایج در نرم افزار SPSS16 صورت گرفت.

**یافته ها:** بیشترین و کمترین میزان آلودگی صدا در اطراف تراکتورها به ترتیب مربوط به تراکتور جاندیر و رومانی و برابر ۸۳/۸ dB (A) و ۷۳/۹ dB (A) بود. اختلاف معنی داری بین میزان تراز صدای تراکتور در دنده های مختلف انتقال نیرو وجود نداشت ( $P_{value} > 0/05$ ). با وجود این، بین میزان صدای تراکتورها در دوره های مختلف موتور اختلاف معنی داری مشاهده گردید. ( $P_{value} < 0/01$ ). با توجه به اینکه فعالیت های روزانه کشاورزی دارای زمان بندی مشخصی نیست و در اغلب مواقع حتی ممکن است مدت زمان مواجهه راننده با صدا از یک نوبت معمول کاری (۸ ساعت) نیز بیشتر گردد، میزان مواجهه شغلی رانندگان انواع تراکتور که در محدوده ۸۵-۹۰ dB (A) قرار داشت، بالاتر از حد مجاز شغلی آن (۸۵ dB (A) بود. میانگین میزان کاهندگی صدای یک اتاقک معمولی موجود که در خصوص تراکتور فرگوسن مورد استفاده قرار گرفت، در حدود ۹/۵ dB در پهنای فرکانسی یک اکتاوباند بود.

**نتیجه گیری:** با استفاده از اتاقک و انباره انبساطی استاندارد به صورت هم زمان بر روی انواع تراکتور ها، میزان انتشار آلودگی صدا و مواجهه شغلی رانندگان آن ها می تواند به طور موثری کاهش یابد. علاوه بر این، با توجه به وسعت کاربرد این وسایل باید برنامه منظم تعمیرات و نگهداری این وسایل و همچنین برنامه موثر حفاظت شنوایی شامل معاینات شنوایی سنجی، وسایل حفاظت شنوایی مناسب و آموزش های بهداشت شغلی برای رانندگان تراکتور اجرا شود.

### کلمات کلیدی: تراکتور، آلودگی صدا، مواجهه شغلی، رانندگان

- ۱- عضو هیات علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی همدان
- ۲- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان
- ۳- عضو هیات علمی گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

### مقدمه

تماس انسان با صدا می‌تواند منجر به ایجاد اثرات و عوارض شناخته شده ای از جمله افت موقت و دائم شنوایی، اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی و روحی روانی گردد. سازمان بهداشت جهانی برآورد کرده است که حدود ۲۷۸ میلیون نفر در دنیا دارای اختلالات شنوایی از نوع متوسط تا شدید هستند (WHO, 2001). بررسی‌ها نشان داده است که ۱۶٪ این افت‌های شنوایی از نوع شغلی و ناشی از صدا در محیط کار است، حدود ۰/۲ الی ۲ درصد تولید ناخالص داخلی در کشورهای در حال توسعه صرف غرامت و جبران خسارت معلولیت‌های ناشی از صدا می‌شود و حدود یک سوم افت‌های شنوایی ناشی از مواجهه با صدای بیش از حد است (Marisol et al., 2004). همچنین صدا دارای اثرات غیر مستقیمی بر روی عملکرد انسان از جمله کاهش رانندگی و بهره‌وری کاری و افزایش ریسک بروز حوادث و خطا به علت کاهش تمرکز می‌باشد (Tetsuro et al., 2004). صدا به عنوان شایع‌ترین عامل فیزیکی زیان‌آور در مواجهه با شاغلین در محیط‌های کاری در سطح دنیا محسوب می‌شود. در کشورهای در حال توسعه که از امکانات و فن‌آوری روزآمد و کافی برای طراحی، اجرا و بهره‌برداری از فرایندهای کاری و صنعتی نسبت به کشورهای توسعه یافته برخوردار نیستند، مشکل آلودگی صدا دارای اهمیت بیشتری است (Haines et al., 2001). کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین عرصه‌های تولید در کشور محسوب می‌گردد که قشر عظیمی از جامعه کارگری در این بخش مشغول به فعالیت می‌باشند. ورود ماشین‌آلات مختلف کشاورزی علیرغم اینکه توسعه کمی

و کیفی تولید محصولات مختلف کشاورزی را به دنبال داشته است، مسایل ایمنی و بهداشتی متعدد و قابل ملاحظه‌ای از جمله آلودگی صدا را نیز برای کاربران این تجهیزات ایجاد نموده است که در مطالعات پژوهشی مختلفی در سطح دنیا به آن پرداخته شده است. در مطالعه‌ای نشان داده شد که تراز فشار صدا برای گوش راننده تراکتورهای بدون اتاقک یا با اتاقک با پنجره‌های باز بسیار بیشتر از حد استاندارد بوده و در مواردی تراز صدا بالاتر از ۹۵ dB (A) بوده است (Dennis et al., 1995). در پژوهش دیگری بیان گردید که اکثر تراکتورهای امروزی، تراز صدای بالاتر از ۹۰ dB (A) را تولید می‌کنند، در حالی که سایر ماشین‌های مزرعه مانند کمباین‌های خود محرک، ماشین‌دزت چین و آسیاب چکشی ترازهای صدای بالاتر از ۱۰۰ dB (A) را ایجاد می‌نمایند (Bean, 1995). مطالعات در زمینه افت شنوایی رانندگان تراکتور نشان داده است که رانندگان تحت مطالعه دارای افت شنوایی قابل ملاحظه در محدوده فرکانس‌های ۳ تا ۶ کیلوهرتز در مقایسه با گروه کنترل بوده‌اند (Solecki, 1998, 2000). دور موتور و دنده انتقال نیرو به عنوان عوامل تاثیرگذار بر صدای تراکتور محسوب می‌شوند و در مطالعه‌ای مشخص گردید که حداکثر صدا در آگروز تراکتور برابر با ۹۱/۷ dB (A) و حداقل صدا در اطراف تراکتور برابر با ۷۹/۷ dB (A) بوده است (Celen, 2003). حد مجاز مواجهه شغلی صدا در کشور ایران مطابق با توصیه کنفرانس متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا برابر با ۸۵ dB (A) (ACGIH) برای ۸ ساعت فعالیت کاری می‌باشد (2011). همچنین طبق آیین‌نامه اجرایی جلوگیری از آلودگی صوتی مصوب ۱۳۸۷ هیئت وزیران، حد مجاز صدا از جنبه زیست‌محیطی در هوای آزاد

ایران حداکثر ۷۵ دسی بل است. با توجه به اهمیت آگاهی از میزان آلودگی صدای ناشی از تراکتور ها و از آنجایی که آلودگی صدای این وسایل از جنبه مواجهه شغلی و همچنین زیست محیطی می تواند تأثیر قابل توجهی بر سلامت کارکنان بخش کشاورزی داشته باشد، ضرورت مطالعه ای در این زمینه بیش از پیش نمایان گردید. براین اساس ضرورت دیده شد طی مطالعه ای ماهیت صدای انواع مارک های معمول تراکتور و میزان انتشار آلودگی صدا در اطراف آنها مطابق با الگوهای استاندارد تعیین و مورد ارزیابی قرار گیرد، همچنین میزان مواجهه شغلی رانندگان انواع تراکتور در مقایسه با حدود مجاز شغلی صدا مورد قضاوت قرار گیرد تا از نتایج آن جهت آگاهی از وضعیت بهداشت شغلی کارکنان و برنامه ریزی جهت اقدامات اصلاحی و بهبود در به کارگیری ماشین آلات کشاورزی استفاده گردد.

### روش کار

جهت انجام مطالعه انتشار آلودگی صدای تراکتور، پرکاربردترین انواع تراکتور در فعالیت های کشاورزی شامل مارک فرگوسن مدل MF285، رومانی مدل ۷۶۵۰ و جاندر مدل ۶ سیلندر قابل استفاده در مرکز تحقیقات علوم کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور اندازه گیری تراز کل فشار صدا در شبکه A و تجزیه فرکانسی آن در شبکه C، از دستگاه ترازسنج صوت مدل TES-۱۳۵۸ ساخت کشور تایوان استفاده گردید. جهت اطمینان از صحت نتایج اندازه گیری، ترازسنج صوت قبل از شروع اندازه گیری با استفاده از دستگاه کالیبراتور صداسنج مدل B and K ۴۲۳۱ کالیبره گردید. ویژگی های مکان تعیین انتشار

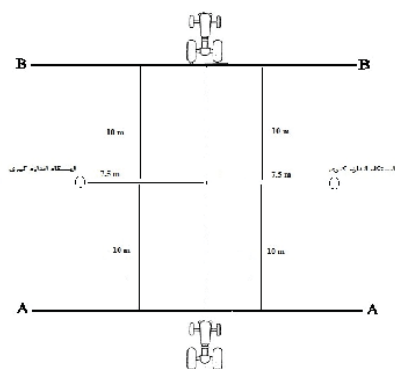
آلودگی صدای تراکتور بر اساس استاندارد شماره ۷۲۱۶ سازمان بین المللی استاندارد مطابق با شکل ۱ انتخاب شد تا ناحیه اندازه گیری مکانی مسطح و دارای پوشش عاری از خاکستر یا برف و با فضای آزاد به شعاع ۵۰ متر باشد (ISO, 2003). شرایط دمایی در محل اندازه گیری ۳ درجه سانتی گراد، سرعت جریان هوا ۰/۱ متر بر ثانیه و تراز فشار صدای زمینه نیز برابر با ۳۶/۵ dB (A) بود. میکروفن صداسنج در زمان اندازه گیری آلودگی صدای تراکتور در ارتفاع ۱/۲ متری از سطح زمین و در فاصله طولی ۷/۵ متر از مسیر حرکت تراکتور قرار گرفت. در زمان اندازه گیری مواجهه راننده با صدا، میکروفن صداسنج در ارتفاع ناحیه شنوایی و در فاصله ۲۵۰ میلی متری از خط مرکزی صندلی بر اساس استاندارد شماره ۵۱۳۱ قرار گرفت (ISO, 2004). پس از انتقال اطلاعات به رایانه و تعیین هریک از شاخص های صوتی، تجزیه و تحلیل با استفاده از آمار توصیفی و آزمون های آماری مقایسه میانگین ها در نرم افزار آماری SPSS ۱۶ صورت گرفت.

### یافته ها

نتایج اندازه گیری تراز فشار صدا در اطراف انواع مختلف تراکتور با توجه به الگوی توصیه شده استاندارد بر مبنای جهت اندازه گیری، دور موتور تراکتور و همچنین دنده انتقال نیرو در جدول ۱ ارائه شده است. بیشترین و کمترین میزان آلودگی صدا به ترتیب مربوط به تراکتور جاندر و رومانی معادل ۸۳/۸ و ۷۳/۹ dB (A) در دور معمول موتور تراکتور ۲۰۰۰ دور بر دقیقه بود. اختلاف معنی داری بین میزان تراز صدای تراکتور در دنده های مختلف انتقال نیرو وجود نداشت ( $P_{value} > 0/05$ ). با وجود این، اختلاف معنی داری بین میزان تراز صدای تراکتور در

دوره‌های مختلف موتور مشاهده گردید ( $P_{\text{value}} < 0/01$ ). تاثیر فصول سال قرار دارد و قابل بیان به صورت یک تراز فشار صدای مواجهه رانندگان تراکتور در شرایط کار معمول کشاورزی تراکتورهای مختلف اندازه گیری گردیده و در جدول ۲ ارایه شده است. میانگین مدت زمان استفاده از تراکتور در فعالیت های مختلف کشاورزی متنوع می باشد و به ویژه تحت

تأثیر فصول سال قرار دارد و قابل بیان به صورت یک عدد دقیق نیست. با وجود این، طی بررسی صورت گرفته در فصل بهار، تابستان و پاییز مدت زمان مواجهه اغلب رانندگان حرفه ای در طول یک شبانه روز معادل یک نوبت کاری ۸ ساعته و یا بیشتر از آن می باشد. براین اساس، میزان مواجهه شغلی رانندگان



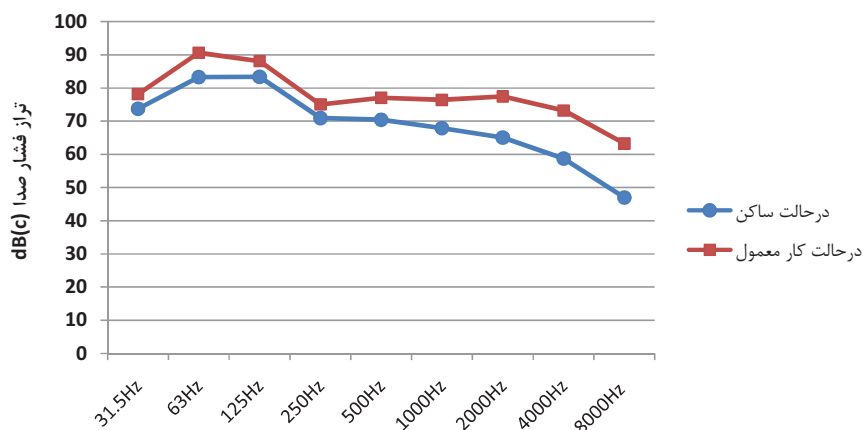
شکل ۱: مکان و شرایط اندازه گیری آلودگی صدای تراکتور

جدول ۱: تراز فشار صدای ناشی از تراکتور های مختلف کشاورزی

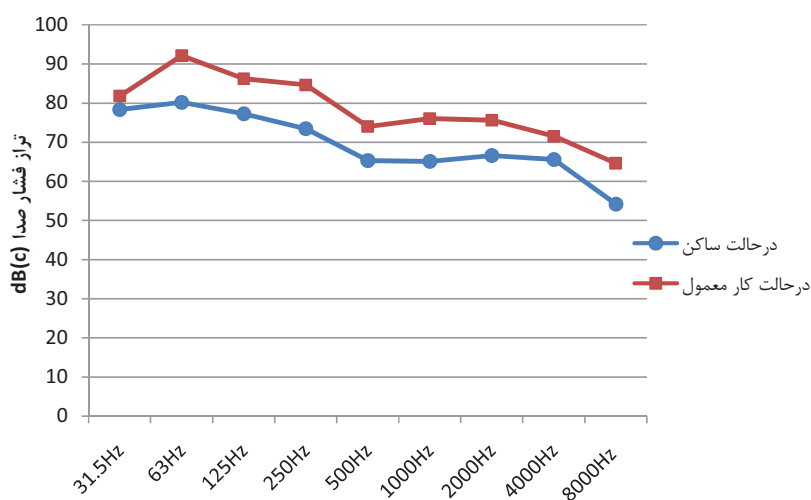
مدل	جهت	دور موتور	دنده یک	دنده دو	دنده سه	دنده چهار	دنده عقب	SPL <sub>mean</sub> dB(A)
فرگوسن	راست	۱۰۰۰	۶۸/۵	۶۸/۲	۶۸/۴	۶۹	۶۸	۶۸/۵
		۲۰۰۰	۷۹/۸	۷۹	۸۱	۸۰	۸۰	
	چپ	۱۰۰۰	۶۹	۶۹/۲	۶۹/۵	۶۸/۵	۶۸/۷	۶۹
		۲۰۰۰	۷۸/۸	۷۸/۸	۷۸/۲	۷۸/۸	۷۶/۸	۷۸/۶
جاندر	راست	۱۰۰۰	۶۸	۶۷/۵	۶۷/۶	۶۷/۲	۶۷/۸	۶۷/۶
		۲۰۰۰	۷۹	۷۹/۲	۷۹/۸	۷۹/۵	۸۰	۷۹/۴
	چپ	۱۰۰۰	۷۲	۷۰/۸	۷۰/۵	۷۰/۴	۷۱	۷۱
		۲۰۰۰	۸۳	۸۳/۴	۸۴	۸۴/۵	۸۳	۸۳/۸
رومانی	راست	۲۰۰۰	۷۴	۷۴/۲	۷۳/۶	۷۳/۷	۷۳/۲	۷۳/۹
	چپ	۲۰۰۰	۷۴/۲	۷۵/۱	۷۴/۶	۷۵/۶	۷۰/۳	۷۴/۹

جدول ۲: تراز فشار صدای مواجهه رانندگان در شرایط کاری تراکتور های مختلف

نوع تراکتور	دنده یک	دنده دو	دنده سه	دنده چهار	SPL <sub>mean</sub> dB(A)
فرگوسن	۸۵	۸۴	۸۶	۸۵	۸۵
جاندر	۹۰/۵	۹۰/۶	۹۰/۷	۹۱/۱	۹۰/۷
رومانی	۸۵	۸۴/۸	۸۴	۸۶	۸۵



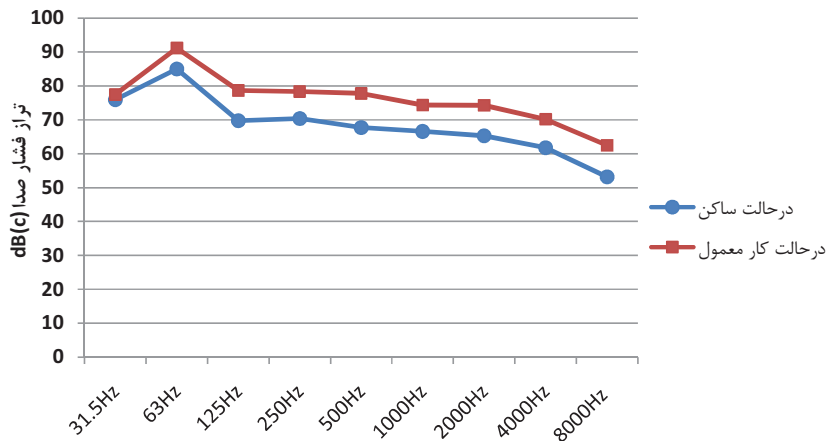
شکل ۲: نمودار تجزیه فرکانسی صدای مواجهه رانندگان در یک اکتاوباند تراکتور رومانی



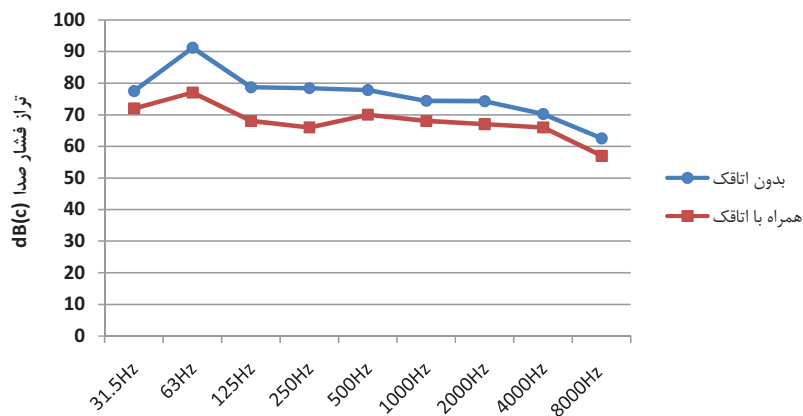
شکل ۳: نمودار تجزیه فرکانسی صدای مواجهه رانندگان در یک اکتاوباند تراکتور جاندیر

نتایج تجزیه فرکانسی صدا در مواجهه رانندگان، در یک اکتاوباند و در شبکه توزین C برای تراکتورهای مختلف در حالت ساکن و در شرایط کاری معمول کشاورزی مطابق با توصیه های استاندارد شماره ۵۱۳۱ در شکل های ۲، ۳ و ۴ ارایه شد. نتایج تجزیه فرکانسی هر سه نوع تراکتور نشان داد که میزان

تراکتورهای مختلف به ویژه تراکتور جاندیر، بالاتر از حد مجاز شغلی آن قرار داشت. از طرف دیگر رانندگی تراکتور در فعالیت های کشاورزی معمولاً همراه با استفاده از تجهیزات متنوع است که در نتیجه میزان مواجهه رانندگان بالاتر از مقادیر به دست آمده پیش بینی می گردد.



شکل ۴: نمودار تجزیه فرکانسی صدای مواجهه رانندگان در یک اکتاوباند تراکتور فرگوسن



شکل ۵: نمودار میزان کاهش صدای اتاقک تراکتور فرگوسن در یک اکتاوباند

استاندارد ANSI S3,19 باید مورد استفاده قرار گیرد (ANSI, 1974).

جهت بررسی میزان کاهش انتقال صدای اتاقک تراکتور فرگوسن، یک نمونه اتاقک موجود در محل کارگاه تعمیرات مرکز تحقیقات بر روی بدنه این نمونه متداول قرار گرفت و اندازه گیری

تردد فشار صدا در فرکانس های پایین بیشتر از فرکانس های بالا است. از نقطه نظر دریافت کننده صدای تراکتورها، در واقع محدوده فرکانس غالب بین ۶۳ الی ۱۲۵ هرتز در یک اکتاوباند قرار داشت که جهت انتخاب وسایل حفاظت شنوایی با میزان کاهش صدای NRR مناسب مطابق با

(Bean, 1995; Dennis, 1995). در راستای تایید نتایج به دست آمده، مطالعه (Adarsh, 2005) نیز نشان داد که میزان مواجهه رانندگان تراکتور در کشور هندوستان بیش از حد مواجهه شغلی است و میانگین افت شنوایی شغلی در رانندگان تراکتور نسبت به گروه کنترل بیشتر بوده است. علاوه بر این، با توجه به اینکه در فعالیت های کشاورزی از تجهیزات جانبی نیز به همراه تراکتور استفاده می شود در این شرایط میزان صدا به صورت قابل ملاحظه ای افزایش خواهد یافت که انجام مطالعه در شرایط کاری مختلف نیز از جنبه آلودگی صدا ضروری به نظر می رسد. مطالعه (Aybek, 2010) نشان داد که اختلاف بین میزان تراز صدای تراکتور ها در عملیات مختلف انجامی از لحاظ آماری معنی دار است. از جنبه زیست محیطی و بهداشت شغلی نیز میزان انتشار آلودگی صدای تراکتورها با توجه به استاندارد آرایه شده برای هوای آزاد بالاتر از حد مجاز بود و جهت آگروز تراکتور نیز تاثیر زیادی در اختلاف میزان تراز صدا در دو جهت تراکتور ها داشت. تاثیر دور موتور تراکتور بر افزایش میزان تراز فشار صدای هر سه مارک تراکتور نیز به خوبی نشان داده شد که با مطالعه (Celen, 2003) مطابقت داشت. تجزیه فرکانسی صدای تراکتور ها در یک اکتاوباند نشان داد علاوه بر این که تراز فشار کل صدای تراکتور ها بالاتر از حد مجاز شغلی است، ماهیت صدای تراکتورها از نوع فرکانس پایین و مشابه با نتایج مطالعه (Aybek, 2010) می باشد که حداقل در انتخاب وسایل حفاظت شنوایی باید مد نظر قرار گیرد. با توجه به این که ریسک ابتلا به عوارض شنوایی شامل احساس درد در ناحیه گوش و عوارض فیزیولوژیک

مجدد تجزیه فرکانسی صدا انجام شد. میانگین میزان کاهندگی صدای اتاقک موجود در حدود ۹/۵ dB در پهنای فرکانسی یک اکتاوباند تعیین گردید. نتایج اندازه گیری میزان کاهندگی انتقال صدای اتاقک تراکتور فرگوسن در محدوده فرکانسی یک اکتاوباند در شکل ۵ آرایه شده است. نتایج نشان داد که میزان مواجهه شغلی راننده در صورت وجود حتی یک اتاقک معمول بر روی بدنه تراکتور به نحو موثری کاهش می یابد.

### ≡ بحث

افزایش فزاینده استفاده از تراکتور جهت به کارگیری تجهیزات مختلف در فعالیت های کشاورزی و وجود آلودگی صدای ناشی از فعالیت آن ها از جنبه زیست محیطی و بهداشت شغلی اهمیت قابل ملاحظه ای یافته است. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه فعالیت های روزانه کشاورزی دارای زمان بندی مشخصی نیست و در اغلب مواقع حتی ممکن است در طول یک شبانه روز مدت زمان مواجهه راننده در حدود ۸ ساعت یا بیشتر از آن نیز گردد، میزان مواجهه شغلی رانندگان تراکتورهای مختلف به ویژه تراکتور جاندر بالاتر از حد مجاز شغلی آن قرار داشت. این میزان مواجهه صدا نشان می دهد فعالیت کاری مداوم رانندگان طبق الگوی ذکر شده می تواند در طولانی مدت و طی سالیان متوالی ایجاد افت شنوایی دایم غیر قابل برگشت نماید. در سایر مطالعات نیز نشان داده شده است که تراز فشار صدا در ناحیه شنوایی رانندگان تراکتور بسیار بیشتر از حد مجاز بوده است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت

در فرکانس های پایین آن ها است. با استفاده از این روش می توان به کارایی قابل قبولی از لحاظ آکوستیکی و صرفه اقتصادی دست یافت (Golmohammdi, 2012). برای کاستن از سرعت گازهای خروجی موتور و بی صدا کردن آنها از انباره استفاده می شود. صدا خفه کن باید طوری طراحی شود که گازهای خروجی موتور در آن به آهستگی انبساط یافته و به اندازه کافی از انرژی حرارتی آن کاسته شود. همچنین باید فشار منفی در آن به حداقل برسد. فشار منفی از خروج گازهای اگزوز جلوگیری کرده و تخلیه کامل دود را با اشکال روبه رو می کند که نتیجه آن افت قدرت مفید موتور خواهد بود. در خصوص صدای ناشی از اگزوز تراکتور نیز می توان انباره های انبساطی با قدرت کاهندگی موثر را طراحی کرد و از آن ها استفاده نمود تا میزان انتشار آلودگی صدا در محیط اطراف و مواجهه شغلی رانندگان کاهش یابد. استفاده از وسایل حفاظت شنوایی برای رانندگان تراکتور های بدون اتاقک به ویژه پلاک های گوش که دارای معیار کاهندگی صدای مناسب باشد، می تواند به دلیل هزینه پایین تر و دردسترس بودن، کارایی و اثر بخشی لازم را در برنامه های کنترلی کوتاه مدت ایجاد نماید.

### نتیجه گیری

استفاده از اتاقک و انباره انبساطی استاندارد به صورت همزمان بر روی انواع تراکتور های پر صدا می تواند به طور موثری میزان آلودگی صدا و مواجهه شغلی رانندگان را کاهش دهد. علاوه بر این، با توجه به وسعت کاربرد این وسایل باید

غیرشنوایی شامل عوارض احتمالی ریوی، قلبی عروقی و روحی روانی در مواجهه صدای بیش از حد و با فرکانس پایین بیشتر گزارش شده است، رانندگان تراکتور در معرض ریسک ابتلا به این عوارض سلامتی قرار دارند (Berglund, 1996). نتایج مطالعه نشان داد که استفاده از اتاقک ها بر روی تراکتور یکی از موثرترین راهکار های کاهش میزان مواجهه شغلی راننده با صدا است. اتاقک مورد بررسی معمولا با اهداف آسایش حرارتی در فصول مختلف سال و جلوگیری از تماس مستقیم با نور آفتاب توسط رانندگان مورد استفاده قرار می گیرد و بدین جهت از عایق بندی کافی جهت جلوگیری از نشست صدا برخوردار نبود. در شرایط فعلی درز بندی روزنه های اتاقک موجود می تواند تا حد زیادی میزان افت انتقال صدای اتاقک را افزایش دهد. لازم به ذکر است جنس، چگالی، ضخامت و ترکیب مواد سازه اتاقک باید با توجه به ماهیت صدای تراکتور از لحاظ میزان انرژی صوتی در پهنای فرکانسی آن جهت عایق سازی انتخاب و طراحی گردد تا میزان افت انتقال صدای دلخواه متناسب با تراز صدای منبع صدا را تامین نماید (Randall, 2003). مطالعه (Aybek, 2010) نیز نشان داد که استفاده از اتاقک مناسب بر روی تراکتور ها توانسته است به طور کلی بین ۴ dB (A) الی ۱۸ dB (A) تراز صدای در مواجهه راننده را کاهش دهد که تا حدودی مشابه با نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر است.

علاوه بر این، استفاده از انباره انبساطی به عنوان اقدام کنترلی موثر جهت کاهش خروجی هوای فشرده موتورهای درون سوز محسوب می گردد که مهم ترین بخش ایجاد کننده صدا



6. Birgitta Berglunda, Peter Hassmen and F. Soames Job (1996). Sources and effects of low-frequency noise. *J. Acoust. Soc. Am*, 99 (5), 2985-3002.
7. Dennis, J.W. and J.J. May, (1995). Occupational noise exposure in dairy farming. *J. Agric. Health and Safety*. 28, 333-367.
8. Haines MM, Stansfeld SA, (2001) Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Head J*. 31(2), 265-77.
9. I.H Celen, S Arm, (2003). Noise level of agricultural tractors, *Pakistan journal of biological science*. 6(19), 1706-1711.
10. ISO 7216, (2003) Acoustics: Agricultural and forestry wheeled tractors and self-propelled machines. Measurement of noise emitted when in motion.
11. ISO 5131, (2004). Acoustics: Tractors and machinery for agriculture and forestry measurement of noise at operator's position.
12. Marisol CB, Diarmid CL, Kyle St, (2004). Occupational noise, World Health Organization, Protection of the Human Environment, Geneva, Environmental Burden of Disease, Series No. 9.
13. Randall F. Barron, (2003). *Industrial Noise Control and Acoustics*, Marcel Dekker, Inc.
14. Rostam Golmohammadi, Haidar Mohammadi, Hadi Bayat, Alireza Soltanian (2012). Noise pollution assessment and control for construction diesel generators in Hamadan, Iran, *researches in health system*, vol 7.718-726.

برنامه منظم تعمیرات پیشگیرانه در خصوص این وسایل و برنامه موثر حفاظت شنوایی شامل معاینات شنوایی سنجی، وسایل حفاظت شنوایی مناسب و به خصوص آموزش های بهداشت شغلی برای رانندگان تراکتور توسط مسوولین بهداشت حرفه ای با همکاری ادارات جهاد کشاورزی در مناطق تحت پوشش اجرا گردد.

### منابع

1. Adarsh Kumar, N.N. Mathur, Mathew Varghese, Dinesh Mohan, J.K. Singh, MTech and Punnet Mahajan, (2005). Effect of tractor driving on hearing loss in farmers in india, *American Journal of Industrial Medicine* 47,341-348 .
2. Ali Aybek, H. Atil Kamer, Selçuk Arslan, (2010). Personal noise exposures of operators of agricultural tractors *Applied Ergonomics*, 41, 274-281.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, (2011). Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati.
4. American National Standards Institute. (1974) American national standard for the measurement of real-ear hearing protectors and physical attenuation of earmuffs. ANSI S3.19-1974, American National Standards Institute, New York.
5. Bean, T.L, (1995). Noise on the farm can cause hearing loss. Ohio Cooperative Extension Service Report AEX-590. Columbus, Ohio, USA.

17. Tetsuro Saeki, Takeo Fujii, Shizuma Yamaguchi, Syuji Harima , (2004).Effects of acoustical noise on annoyance, performance and fatigue during mental memory task, Applied Acoustics. 65, 913–921.
18. WHO,(2001).Occupational and community noise, World Health Organization, Geneva, Fact Sheet.No. 258.
15. Solecki, L, (1998) Occupational hearing loss among selected farm tractor operators employed on large multiproduction farm in Poland. Int. J. Occupational Medicine and Environmental Health. 11(1), 69-80.
16. Solecki, L, (2000). Duration of exposure to noise among farmers as an important factor of occupational risk, Ann Agric. Environ. Med. 7, 89-93.