مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، صفحات ۲۵۳ تا ۲۶۲

ارزیابی ارتعاش تمام بدن رانندگان شرکت واحد اتوبوس‌رانی شهرتهران در سال ۱۳۸۹

علی خوانین[۱]، رمضان میرزایی[۲]، مریم صفاری[۳]، اردلان سلیمانیان[۴]

نویسنده مسئول: تهران، تقاطع بزرگراه چمران و آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، گروه بهداشت حرفه‌ای *khavanin@modares.ac.ir*

دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰ پذیرش: ۹۱/۰۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: *رانندگان اتوبوس‌های شهری در طول رانندگی به طور دایم در معرض ارتعاش تمام بدن هستند، این مساله می‌تواند منجر به اختلالات سیستم‌های اسکلتی عضلانی، عصبی مرکزی و گردش خون شود و بیماری‌های شغلی ناشی از ارتعاش را ایجاد نماید. هدف از این مطالعه بررسی توصیفی ـ تحلیلی مواجهه رانندگان اتوبوس‌های شهری تهران با ارتعاش تمام بدن بوده است.*

روش بررسی: *پارامترهای مربوط به ارتعاش تمام بدن مانند شتاب ریشه مجموع مربعات، شتاب معادل کلی، میزان دوز ارتعاش و فاکتور قله به صورت مجزا در سه جهت (X،Y،Z) در ۸۰ اتوبوس در ۵ نوع مختلف که به صورت تصادفی انتخاب گردیده بودند اندازه‌گیری شد و نتایج به دست آمده با استاندارد 2631ISO مقایسه شد و در نهایت زمان مجاز رانندگی برای اتوبوس‌های مختلف محاسبه گردید.*

یافته‌ها: *شتاب ریشه میانگین مربعات وزن یافته فرکانسی در محورهای X،Y در تمامی اتوبوس‌ها در زیر ناحیه هشدار سلامتی و در محور z در ناحیه هشدار سلامتی است و شتاب معادل کلی در اتوبوس نوع ایکاروس در بالاتر از ناحیه هشدار سلامتی و در بقیه اتوبوس‌ها در ناحیه هشدار سلامتی مطابق با استاندارد ISO 2631 است، میزان دوز ارتعاش (VDV) کمتر از ۸/۵ و فاکتور قله (CF) کمتر از۹ بوده و در تمامی اتوبوس‌ها کمتر از حدود مجاز پیشنهادی استاندارد ISO 2631 است. همچنین زمان مجازرانندگی کمتراز ۸ ساعت در روز تخمین زده شد و به ترتیب اتوبوس‌های ایکاروس بیشترین و اتوبوس‌های مان کمترین میزان شتاب ارتعاش، فاکتور قله و میزان دوز ارتعاش را به خود اختصاص دادند.*

نتیجه‌گیری: *باتوجه به نتایج امکان ایجاد خطرات بالقوه بهداشتی درراننگان اتوبوس‌ها وجود دارد بنابراین توصیه می‌شود موارد مدیریت‌های ایمنی و بهداشتی در خرید اتوبوس‌های جدید، کاهش ساعات کاری و افزایش زمان استراحت در برنامه‌ریزی نحوه کار رانندگان مدنظر قرار گیرد.*

واژگان کلیدی: رانندگان اتوبوس، فاکتور قله، میزان دوز ارتعاش، ارتعاش تمام بدن

۱- دکترای بهداشت حرفه‌ای، دانشیار دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- دکترای بهداشت حرفه‌ای، استادیار دانشکده بهداشت و مرکز ارتقای سلامت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان
۳- دانشجوی کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۴- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

مقدمه

بشر امروزی انواع منابع انرژی را به کنترل درآورده، و استفاده از انرژی در فرایندهای متنوع و روزافزون رو به گسترش است و در نتیجه میزان انرژی منتشر شده به صورت ارتعاش که بخشی از آن به افراد منتقل می‌شود نیز در حال افزایش است. ارتعاشاتی که انسان با آن مواجه می‌شود بیشتر از طریق وسایل دارای موتور از نوع الکتریکی یا احتراقی است. انسان‌ها تقریبا هر روز با ارتعاشات سروکار دارند و گریزی از آن نیست. البته در سال‌های اخیر با پیشرفت علم و به وجود آمدن سیستم‌های تعلیق پیشرفته، ارتعاشات در اتومبیل‌ها و وسایط نقلیه به حداقل ممکن رسیده است، ارتعاشات در طولانی مدت می‌تواند آسیب‌های جدی را به انسان وارد کند. سلامتی، فعالیت و راحتی را کاهش دهد و باعث بیماری‌های حرکتی شود (۱). آسیب به سلامتی شامل درد کمر، آسیب ستون فقرات، صدمه به سیستم عصبی مرکزی، سیستم‌های گردش خونی و ادراری است (۲و۳). ارتعاش کامل بدن ممکن است بر ادراک ظاهری تاثیر بگذارد، حرکات کوچک سر (بیش از ۱ mm) به شبکیه چشم وارد و می‌تواند مزاحم تیزبینی شود، هم چنین برحساسیت لامسه و شنیداری تاثیر بگذارد (۴).
ارتعاش ناشی از فرکانس‌های پایین (کمتر از حدود ۰/۵ HZ) می‌تواند باعث بیماری حرکتی شود که با رنگ پریدگی، عرق کردن، حالت تهوع و استفراغ است (۴).
در بسیاری از مطالعات و تحقیقات انجام شده برروی وسایل نقلیه، خصوصا اتوبوس‌های شهری به عنوان یک منبع تولید ارتعاش، وجود دردهای کمری به اثبات رسیده است(۵ و۶).
هولشف و بوونزی (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای اعلام کردند که مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن با افزایش خطر کمردرد، درد سیاتیک، تغییرات غیرقابل برگشت در سیستم ستون فقرات از جمله عارضه فتق دیسک بین مهره‌ای همراه است»(۷).
در تهران روزانه حدود ۴ میلیون نفر مسافر و هم چنین در حدود ۸ هزار راننده در هر روز در معرض صدا و ارتعاش اتوبوس‌های شهری هستند (۸). اطلاعات کمی پیرامون مواجهه با ارتعاش تمام بدن و شرایط کاری دخیل در ارتعاش به صورت عمومی و در منابع بهداشت حرفه‌ای در این بخش وجود دارد که به دلایل کم توجهی و عدم انجام مطالعات است. بنابراین باتوجه به بزرگی جمعیت مورد مواجهه با ارتعاش تمام بدن و نیز کمبود مطالعات انجام شده برروی رانندگان اتوبوس‌های شهری این مطالعه با هدف بررسی توصیفی ـ تحلیلی مواجهه رانندگان اتوبوس‌های شهری تهران با ارتعاش انجام گرفت.

جدول ۱: نوع تعداد و درصد و اتوبوس‌های مورد ارزیابی در این مطالعه

نوع اتوبوس	تعداد نمونه	درصد
ایکاروس ۲۶۰	۲	۲/۵
رنوشهاب	۳	۳/۷۵
ژانگ تانگ	۲	۲/۵
BRT	۱۰	۱۲/۵
مان	۶۳	۷۸/۷۵
جمع کل	۸۰	۱۰۰

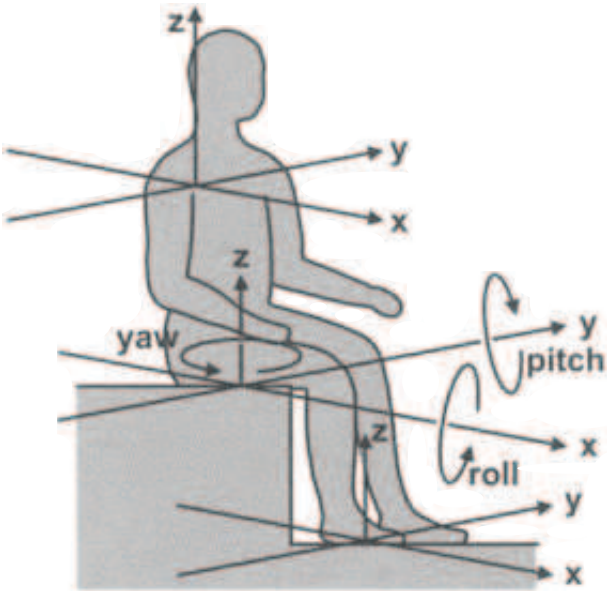
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

شکل :۱ نمایی از دستگاه ارتعاش سنج مدل SVAN 958

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی ـ تحلیلی ۸۰ دستگاه اتوبوس شهری در ۵ نوع مختلف که بیشترین کاربرد را در ناوگان اتوبوسرانی شهر تهران دارد به صورت تصادفی از مناطق مختلف شهر تهران جهت ارزیابی ارتعاش تمام بدن تحت شرایط واقعی کار روزانه انتخاب شد. تعداد نمونه از هر نوع اتوبوس باتوجه به تعداد کل و نسبت هر نوع اتوبوس در شرکت واحد اتوبوسرانی شهر تهران و براساس نمونه‌برداری طبقه‌ای تعیین گردید. اطلاعات مربوط به تعداد (درصد) نمونه ها و نوع اتوبوس‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جهت افزایش دقت و حذف عوامل مداخله‌گر سعی گردید از رانندگان با رده سنی و وزنی مشابه استفاده شود .در این مطالعه مسیرهای مورد تردد اتوبوس‌ها جهت اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن با بار ترافیکی و شرایط مسیرهای مشابه و با سرعت رایج رانندگی ۵۰ Km/h انتخاب گردید .اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن در این اتوبوس‌ها به صورت تصادفی و در ساعات اولیه هر روز در ایام مختلف هفته و در مدت زمان ۱۵ دقیقه



شکل :۲ محورهای ارتعاش به منظوراستفاده در ارتعاش تمام بدن که از مراکز پاها، صندلی و پشت شروع می‌شوند

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

تحت شرایط نرمال کاری روزانه رانندگان انجام شد تا باتوجه به آزمون‌ها و تست‌های مقدماتی انجام شده میزان ارتعاش تمام بدن رانندگان در این ۱۵ دقیقه قابل تعمیم به یک شیفت کامل کاری باشد .ست اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن شامل دستگاه دیجیتالی ارتعاش‌سنج تمام بدن مدل SVAN958 (شکل ۱) و شتاب‌سنج مدل SV 39 A/L شرکت اسوان تک (SVANTEK) با حساسیت اسمی ۱۰ mv/ms^2 بود که به طور هم زمان قادر به اندازه‌گیری مقادیر شتاب توزین یافته فرکانسی ریشه مجموع مربعات (Root Mean Square =rms)، میزان دوز ارتعاش (VDV=Vibration Dose Value) و فاکتور قله (Crest Factor=CF) به طور مجزا در ۳ محور بدن (Y، Zو X) است. اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن در شبکه‌های توزین یافته فرکانسی مطابق با استاندارد (۱۹۹۷): ISO 2631 شامل شبکه وزن یافته فرکانسی w_d با محدوده فرکانسی (HZ) ۸۰- ۰/۵ هرتز جهت ارتعاشات افقی (محورهای X,Y) و شبکه توزین یافته فرکانسی w_k با محدوده فرکانسی ۸۰- ۰/۵ هرتز جهت ارتعاش عمودی (محور Z) انجام می‌گیرد و قادر به اندازه‌گیری شتاب rms در محدوده حداقل m/s^2 ۰/۵۰۳ تا حداکثر m/s^2 ۵۰۰ و با دقت dB ۰/۱ است.

اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن با قرار دادن صفحه شتاب‌سنج در مرکز نشیمن‌گاه صندلی تحت شرایط واقعی کار روزانه رانندگان و مطابق با معیارهای ذکر شده توسط استاندارد ISO 2631 انجام شد(شکل ۲).

برای اکثر ارزیابی‌های ارتعاش اندازه‌گیری‌هایی که در مختصات سه گانه انجام می‌شود بایستی با یکدیگر ادغام شوند. برای تعیین مشکل‌سازترین محور لازم است تمامی محورها اندازه‌گیری شوند (۹).

از آنجایی که ترکیب مقادیر شتاب ارتعاش در ۳ محور می‌تواند به بزرگتر از هر جز شتاب ارتعاش در هر محور باشد و احتمالا می‌تواند برروی عملکرد راننده تاثیرگذار باشد (۱۰و۱۱). برای پیش‌بینی ریسک سلامتی انسان شتاب‌های توزین یافته فرکانسی rms در محورهای X , Y, Z با نمادهای a_x, a_y, a_z با یکدیگر ترکیب شد و شتاب معادل کلی($A_{eq(T)}$=accelartion Total eqivalent) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$A_{eq\,(T)} = \sqrt{(1.4a_x)^2 + (1.4a_y)^2 + (a_z)^2}$$

در استاندارد ISO 2631 با دانستن زمان نمونه‌گیری و مقادیر مطابق با آن، این امکان به وجود می‌آید تا زمان رانندگی مورد نیاز برای رسیدن به محدوده‌های بالا و پایین ناحیه هشدار بهداشتی با معادله‌های زیر را به دست آورد.

$$t_{(s)} = \frac{(17)^4 \times (T_m)}{(VDV)^4}$$

$$t_{(s)} = \frac{(8.5)^4 \times (T_m)}{(VDV)^4}$$

در این معادله $t_{(s)}$ زمان رانندگی بر حسب ثانیه برای رسیدن به حد بالای دوز ارتعاش $m/s^{1.75}$ ۱۷ که حداکثر اثرات زیان بار بهداشتی ارتعاش تمام بدن در این حد رخ می دهد و یا حد پایین $m/s^{1.75}$ ۸/۵ ناحیه هشدار سلامتی (حد مجاز ارتعاش تمام بدن)، VDV میزان دوز ارتعاش به ($m/s^{1.75}$)، T_m زمان اندازه‌گیری بر حسب ثانیه است.

بر طبق استاندارد ISO 2631 بیشترین VDV در یک محور (محور غالب) در نظر گرفته می‌شود در این مطالعه زمان اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن ۱۵ دقیقه بود و برای تحلیل آماری داده‌های به دست آمده، از آزمون ANOVA برای تعیین تفاوت شتاب معادل کلی در بین انواع اتوبوس‌های مورد مطالعه و از آنالیز POST hoc و روش بونفرنی برای آگاهی از این که کدام نوع اتوبوس با انواع دیگر اختلاف معنی‌داری دارند، استفاده شد و نتایج به دست آمده ارزیابی گردید.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری‌های میزان مواجهه مقادیر شتاب وزن یافته فرکانسی rms به تفکیک هر محور و شتاب معادل کلی در انواع اتوبوس‌های مورد مطالعه، در منطقه نشیمن‌گاه صندلی در جدول ۲ نمایش داده شده است.

اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان شتاب معادل کلی ارتعاش در اتوبوس‌ها سیرنزولی داشته به طوری که اتوبوس نوع ایکاروس بیشترین m/s^2 ۰/۹۵ و مان کمترین میزان m/s^2 ۰/۷۱را ایجاد می‌نمایند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

جدول۲: شتاب rms وشتاب معادل کلی درراندگان اتوبوس‌های مختلف

نوع اتوبوس	شتاب rms درهرمحوربدن (m/s^2)												شتاب معادل کلی (m/s^2)
	X				Y				Z				
	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	
ایکاروس	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۰۵	۰/۷۰	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۰۸	۰/۹۵
رنوشهاب	۰/۳۷	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۰۶	۰/۶۹	۰/۴۷	۰/۵۹	۰/۰۹	۰/۸۷
ژانگ تانگ	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۳۹	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۰۸	۰/۸۳
BRT	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۶۲	۰/۴۲	۰/۵۳	۰/۰۳	۰/۷۳
مان	۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۶۴	۰/۴۰	۰/۵۵	۰/۰۶	۰/۷۱

با استفاده از آزمون ANOVA تفاوت شتاب معادل کلی در بین اتوبوس‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج نشان داد که با $P<۰/۰۱$ اختلاف شتاب معادل کلی در انواع مختلف اتوبوس‌های مورد بررسی معنی‌دارست. برای آگاهی از این که کدام نوع اتوبوس با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند از آنالیز POST hoc و روش بونفرنی استفاده گردید و مشخص شد که همه انواع اتوبوس‌ها با $P<۰/۰۱$ با یکدیگر تفاوت معنی‌دارند. نتایج مقادیر VDV , CF به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نمایش داده شده است. چون در محاسبه VDV با گذشت زمان شوک‌ها و ارتعاشات ضربه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار هستند. پس مقدار VDV بهترین معیار سنجش راحتی راننده است (۱۲). همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقادیر VDV روند کاهشی داشته است. مقادیر CF درجدول ۴ همانند شتاب ارتعاش روند نزولی داشته، به عبارتی در اتوبوس‌های قدیمی (ایکاروس و رنو شهاب) نسبت به اتوبوس‌های جدید پیک حرکت ارتعاش به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و ارتعاشات ضربه‌ای تری را تولید می‌کند و در نهایت اثر صدمه‌رسانی موج ارتعاشی را بیشتر خواهد کرد.

جدول ۳: میزان دوز ارتعاش تمام بدن درمحورهای مورد اندازه‌گیری رانندگان اتوبوس‌های مختلف

نوع اتوبوس	میزان دوز ارتعاش درهرمحوربدن (m/s^{175})											
	X				Y				Z			
	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
ایکاروس	۴/۷۵	۴/۷۵	۴/۷۵	-	۵/۳۶	۴/۳۲	۴/۸۴	۰/۵	۸/۲۳	۷/۹۵	۸/۰۹	۰/۱۴
رنوشهاب	۵/۱۴	۳/۱۱	۴/۲۰	۰/۸	۵/۲۹	۳/۲۷	۴/۰۳	۰/۹	۸/۰۶	۶/۴۶	۷/۱۹	۰/۷
ژانگ تانگ	۴/۸۲	۳/۳۱	۴/۰۶	۰/۷۵	۴/۹۹	۳/۱۰	۴/۰۴	۰/۹۴	۵/۱۲	۳/۲۲	۴/۱۷	۰/۹
BRT	۴/۷۵	۲/۱۱	۳/۲۶	۰/۹	۴/۶۲	۲/۰۷	۳/۰۴	۰/۷	۵/۰۸	۳/۱۴	۴/۱۲	۰/۷
مان	۳/۹۱	۱/۸	۲/۱۰	۰/۵	۴/۲۲	۱/۹۱	۲/۱۲	۰/۴	۵/۶۶	۲/۶۲	۳/۹۶	۰/۵

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

جدول ۴: فاکتورکرست درراننده‌گان اتوبوس‌های مختلف

نوع اتوبوس	فاکتورکرست درهرمحور (بدون بعد)											
	X				Y				Z			
	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار
ایکاروس	۸/۹۵	۸/۰۴	۸/۴۹	۰/۴۵	۸/۹۱	۷/۳۵	۸/۱۳	۰/۷۸	۸/۹۶	۸	۸/۴۸	۰/۴۸
رنوشهاب	۹/۲۵	۷/۵۷	۸/۳۲	۰/۷	۹/۱۲	۷/۳۱	۸/۰۲	۰/۷۸	۹/۸۴	۸/۰۹	۸/۸۲	۰/۷۴
ژانگ تانگ	۷/۰۵	۵/۱۹	۶/۱۲	۰/۹	۷/۱۸	۵/۸۲	۶/۵	۰/۶۸	۸/۳۴	۷/۱۱	۷/۷۲	۰/۶
BRT	۷/۳۹	۵/۰۳	۶/۲۲	۰/۸	۷/۴۲	۵/۷۱	۶/۳۶	۰/۹	۸/۲۱	۶/۳۴	۷/۵۲	۰/۸
مان	۵/۹۱	۳/۳۲	۴/۵۲	۰/۷	۶/۱۶	۳/۸۶	۵/۹۵	۰/۵	۸/۰۲	۵/۴۳	۷/۲۴	۰/۷

زمان مجاز رانندگی در حدود بالا و پایین ناحیه هشدار سلامتی نیزدر جدول ۵ نمایش داده شده است.

بحث

در این مطالعه مقادیرشتاب‌های توزین یافته فرکانسی rms در هر محور و همچنین $A_{ea(T)}$ درجدول ۲ با ناحیه هشدار سلامتی (Zone Caution Health) منطبق با استاندارد ISO 2631 جهت تشخیص محدوده مجاز مواجهه با ارتعاش تمام بدن مورد مقایسه قرار گرفت و نشان داد که شتاب‌های وزن یافته فرکانسی rms در محورهای x ، y در تمامی انواع اتوبوس‌ها در زیر منطقه هشدار سلامتی (a_{rms}<۰/۴۶) ودر محور z که بیشترین مقدار شتاب rms را به خود اختصاص داده است و به عنوان محور غالب برشمرده می شود در ناحیه هشدار سلامتی (۰/۴۶< a_{rms} <۰/۹۳) است. از آنجایی که برای تماس‌های زیر ناحیه هشدار، اثرات بهداشتی به طور واضح مستند نگردیده است و یا عینا گزارش نشده است با این وجود چنان که می‌دانیم هنوز آستانه بدون اثری برای تماس با ارتعاش

جدول ۵:مقادیر میزان دوزارتعاش وزمان مجازرانندگی دراتوبوس‌های مختلف برای رسیدن به حدپایین و بالای ناحیه هشدار بهداشتی

نوع اتویوس	میزان دوزارتعاش درمحورغالب(m/s^{175})	زمان مجازدرحدبالا	زمان مجازدرحدپایین
ایکاروس	۸/۰۹	۴ ساعت و۵۲ دقیقه	۱۸ دقیقه
رنوشهاب خودرو	۷/۱۹	۷ ساعت و۴۸ دقیقه	۲۹ دقیقه
ژانگ تانگ	۴/۱۷	۶۹ ساعت و۳ دقیقه	۴ ساعت و۱۸دقیقه
BRT	۴/۱۲	۷۲ ساعت و۲۷ دقیقه	۴ ساعت و۳۱ دقیقه
مان	۳/۹۶	۸۴ ساعت و۵۴ دقیقه	۵ ساعت و۱۸دقیقه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

در نظر گرفته نشده است. بنابراین نبایستی تماس‌ها در ناحیه زیر هشدار بهداشتی را بدون ریسک سلامتی تلقی کرد (۱۳) و همچنین برای تماس با ارتعاش تمام بدن در ناحیه هشدار سلامتی، امکان ایجاد خطرات بالقوه بهداشتی وجود دارد که بایستی به این خطرات توجه شود و مدیریت‌های ایمنی و بهداشت شغلی به کار گرفته شود تا از ایجاد اثرات زیان‌بار بر سلامتی رانندگان اتوبوس جلوگیری شود با مقایسه مقادیر $A_{eq(T)}$ با ناحیه هشدار سلامتی می‌توان بیان کرد که در اتوبوس نوع ایکاروس تماس با ارتعاش تمام بدن در بالاتر از ناحیه هشدار سلامتی ($A_{eq(T)} > ۰/۹۳$) (که ایجاد خطرات بهداشتی در این ناحیه برای رانندگان متحمل است) و در بقیه انواع اتوبوس‌های مورد مطالعه در ناحیه هشدار سلامتی ($۰/۹۳ > A_{eq(T)} > ۰/۴۶$)قرار گرفته است.

یافته‌های حاصل با یافته‌های مطالعه انجام شده درسال ۱۹۸۷ مبنی بر بررسی مواجهه رانندگان با ارتعاش و وجود استرس‌های فیزیکی در رانندگان مطابقت دارد (۱۴).

مقایسه مقادیر $A_{eq(T)}$ بین اتوبوس‌های مورد مطالعه با مقدار عمل مواجهه (EAV) طبق دستورالعمل عوامل فیزیکی (ارتعاش) اتحادیه اروپا ۲۰۰۰ که برای ۸ ساعت کار $۰/۵\ m/s^2$ تعیین شده است نشان می‌دهد که مواجهه هشت ساعته رانندگان در همه اتوبوس‌ها از حد عمل بیشتر است. رانندگان اتوبوس به طور معمول علاوه بر ۸ ساعت کار، روزانه ۲-۱ ساعت اضافه کاری داشته و نیز زمان استراحت رانندگان کم بوده و در حدود ۱ ساعت به صورت منقطع و بین ساعات رانندگی آنهاست. باتوجه به نتایج مطالعات دیگر که ثابت شده است تماس طولانی مدت با ارتعاش می‌تواند ریسک سلامتی شغلی را افزایش دهد (۱۶و۱۵) و در مطالعه توصیفی روی ۹۵ راننده اتوبوس در اصفهان، نتایج حاصل از آزمون اسپیرمن نشان داد که BMI رانندگان با ناراحتی گردن، بازو، آرنج، ران، ساق و مچ پا و سن آنها با ناراحتی گردن و قسمت‌های تحتانی کمر رابطه مستقیم دارد (۱۷). بنابر این باتوجه به زمان‌های رانندگی مجاز محاسبه شده درجدول ۵ می‌توان بیان کرد که زمان رانندگی، رانندگان اتوبوس‌های مختلف از زمان مجازمحاسبه شده در مرز پایینی ناحیه هشدارسلامتی (که شروع اثرات زیان‌بار بهداشتی از این حد است) بیشتر بوده بنابراین به عنوان یک راه حل مدیریتی تغییر برنامه کاری روزانه رانندگان برای کاهش مواجهه آنان با ارتعاش و افزایش زمان استراحت پیشنهاد می‌گردد. همچنین اندازه‌گیری دوره ای میزان مواجهه با ارتعاش راننده‌های اتوبوس می‌تواند در اجرای کنترل‌های مدیریتی و مهندسی موثر باشد.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که نوع و سن اتوبوس‌ها، نوع صندلی و سیستم تعلیق و فنربندی صندلی، جایگاه قرارگیری موتور به عنوان یکی از منابع تولید صدا و ارتعاش، از عوامل مهم و مورد توجه در زمینه ارتعاش بوده به نحوی که اتوبوس‌های نوع ایکاروس و رنوشهاب خودرو که در مقایسه با سایر انواع اتوبوس‌های مورد مطالعه دارای سن بیشتر، صندلی‌های غیراستاندارد و بدون سیستم تعلیق، فنربندی و فاقد تنظیمات لازم صندلی در جهات مختلف جهت تطبیق رانندگان با نوع صندلی هستند و جایگاه موتور در آنها در وسط اتوبوس است، بیشترین مقدار شتاب ارتعاش را به خود اختصاص داده است. بر اساس مطالعات صورت گرفته مشخص شده که بسته به نوع اتوبوس‌ها مقادیر مواجهه با صدا و ارتعاش برای رانندگان متفاوت است. عمر اتوبوس و نوع اتوبوس(جایگاه قرارگیری موتور) دو فاکتور عمده در ایجاد صدا و ارتعاش هستند (۱۸) که بانتایج به دست آمده در این مطالعه نیز مطابقت دارد.

از دیگر عوامل مهم تاثیرگذار در زمینه ارتعاش، کم توجهی به مساله بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیرات اتوبوس‌هاست. به عبارت دیگر در اتوبوس‌های ایکاروس و رنوشهاب خودرو استفاده از قطعات فرسوده تعویضی و عدم به موقع تنظیم موتور و در نتیجه فرسودگی موتور و تولید صدا و ارتعاش بیشتر و عدم عایق‌بندی مجدد کف اتوبوس‌ها که در اثر گذشت زمان از بین رفته‌اند و این عایق‌ها می‌توانند نقش موثری در کاهش ارتعاشات منتقل شده از پا به سر داشته باشند، همگی در افزایش ارتعاش موثرند که بایستی به این نکته توجه بیشتری شود.

این مطالعه درشرایط واقعی روزانه رانندگان انجام گرفته و محدودیت‌هایی مانند تاثیرگذاری روزها وساعت‌های هفته و درنتیجه ایجاد بار ترافیکی متفاوت، نوع پوشش زمین درخیابان‌ها دراندازه‌گیری ها وجود داشته است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

نتیجه‌گیری

از آنجایی که در وسایط نقلیه ارتعاش یک عامل مهم وکلیدی است. بایستی از ارزیابی‌های جامع ارگونومیکی به صورت دوره‌ای در اتوبوس‌ها و آموزش رانندگان برای تنظیم صحیح صندلی بهره گرفت و مدیریت‌های ایمنی و بهداشت شغلی با استفاده از کنترل‌های مدیریتی و مهندسی به کار گرفته شود و همچنین در خرید اتوبوس‌های جدید به ویژه این که موتور آنها درعقب اتوبوس قرارگرفته باشد و تغییر برنامه کاری روزانه رانندگان در حفظ سلامت راننده‌ها تلاش نمایند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان "ارزیابی ارتعاش تمام بدن رانندگان شرکت واحد اتوبوس‌رانی" مصوب دانشگاه تربیت مدرس در سال۸۹ است که با حمایت دانشگاه تربیت مدرس--+ اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

منابع

1. International Organization for Standardization. Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand- transmitted vibration - Part 1: General requirements. Geneva: International Organization for Standardization; 2001 Oct. Report No.: ISO 5349-1.
2. Wakeling JM, Nigg BM, Rozitis AI. Muscle activity damps the soft tissue resonance that occurs in response to pulsed and continuous vibration. Journal of Applied Physiology. 2002;93(3):1093-103.
3. Yue ZJ, Mester J. A model analysis of internal loads, energetic and effects of wobbling mass during the whole-body vibration. Journal of Biomechanics. 2001;35(5):639-47.
4. Barber A. Handbook of Noise and Vibration Control. 6th ed. Oxford: Elsevier Science Publishers; 1992.
5. Hulshof C, van Zanten BV. Whole body vibration and low back pain. A review of epidemiologic studies. International Archives of Occupational and Environmental Health. 1987;59(3):205-20.
6. Wilder DG. The biomechanics of vibration and low back pain. American Journal of industrial Medicine. 1993;23(4):577-88.
7. Bovenzi M. Hulshof CT. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986–1997).
   International Archives of Occupational and Environmental Health. 1999;72(6):351-65.
8. Bus Company of Tehran and Suburbs. Improving palliative care for cancer. Washington: National Academy Press; 2009 [cited 2010 Jun 9]. Available from: www.tehran.ir /portal /56 /Document / History%20full-13870501-115350.pdf.
9. Eger T, Stevenson J, Boileau PE´, Salmoni A, VibRG. Predictions of health risks associated with the operation of load-haul-dump mining vehicles: Part 1-Analysis of whole-body vibration exposure using ISO 2631-1 and ISO-2631-5 standards. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008;38:726-38.
10. International Organization for Standardization. Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements. Geneva: International Organization for Standardization; 1997. Report No.: ISO 2631-1.
11. International Organization for Standardization. Guide for the evaluation of human exposure to whole body vibration. Geneva: International Organization for Standardization; 1978. Report No.: ISO 2631.
12. Hostens I, Ramon H. Descriptive analysis of combin cabin vibrations and their effects on the human body. Journal of Sound and Vibration. 2003;266(3):453-64.
13. Johanning E. Evaluation and management of occupational low back disorders. American Journal of Industrial Medicine. 2000;37(1):94-111.
14. Guidotti TL, Cottles MK. Occupational health problems among transit workers. Public Health Review. 1987;15(1-2):29-44.
15. Seidel H. Selected health risks caused by long-term whole body vibration. American Journal of Industrial Medicine. 1993;23(4):589-604.
16. Seidel H, Heide R. Long- term effects of whole body vibration: A critical survey of the literature. International Archives of Occupational and Environmental Health. 1986;58(1):1-26.
17. Sadegi N, Habibi H. The survey of relation between musculoskeletal disorders and anthropometric indices in the bus drivers in Isfahan. Iran Occupational Health. 2009;6(1):6-14 (in Persian).
18. Zannin PHT. Occupational noise in urban buses. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008;36(10): 901-905.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]

Evaluation of whole Body Vibration in Bus Drivers of Tehran Bus Company in 2010

***Ali Khavanin[1], Ramezan Mirzaee[2], Maryam Safari[1], Ardalan Soleimanian[1]**

[1]Department of Occupational Health, Faculty of Medicine, Tabiat Modares University, Tehran, Iran

[2]Department Of Occupational Health, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received; 10 January 2012 Accepted; 08 April 2012

ABSTRACT

Background and Objectives: city bus drivers, during driving, are always exposed to the whole body vibration. This can lead to central- neural, musculoskeletal, and blood circulation disorders and develop occupational diseases due to vibration. The objective of this descriptive- analytic study is to investigate Tehran bus drivers' exposure to the whole body vibration.

Materials and Methods: We measured parameters related to the whole body vibration, such as acceleration of the frequency weighted root sum of squares, the overall equivalent acceleration, vibration dose value, and crest factor were measured separately at three directions (X, Y, Z) in 80 buses in 5 different types, which were selected randomly. The results obtained were compared with ISO 2631: 1997 Standard, and finally permitted driving time was calculated for different buses.

Results: Acceleration of the frequency weighted root mean of squares at X, Y axes in all of the buses was below the district of health warning and at Z axis, it was in the district of health warning, while the overall equivalent acceleration in Icarus buses was above the district of health warning and in other buses it was in the district of health warning according to standard ISO 2631: 1997. Vibration dose value (VDV) was less than 8.5 and crest factor was less than 9 and in all of the buses, it was less than the suggested permitted limits of ISO 2631: 1997 standard. Moreover, permitted driving time was estimated less than 8 hours per day and Icarus buses had the most and Man buses had the least vibration acceleration, crest factor, and vibration dose value respectively.

Conclusion: According to the results obtained, there is the possibility of developing potential health risks in bus drivers; therefore, it is recommended that the health and safe managers consider decrease of working hours and increase of rest time while purchasing new buses.

Keywords: Bus drivers, Crest factor, Vibration dose value, Whole body vibration

***Corresponding Author**: *khavanin@modares.ac.ir*
Tel: *+98 21 82883849,* ***Fax:*** *+98 21 82883827*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-15]