

بررسی تاثیر ارتعاش بر سیستم گوارشی کارگران یک کارخانه تولید مواد غذایی

جمشید رحیمی^{۱*} - علی کابلی زاده^۲ - علی طاهری نیا^۳ - حسین مشفق^۴

jr1978y@yahoo.com

چکیده

مقدمه: امروزه تجهیزات معیوب، بخش اعظم انرژی خود را به صورت صدا و ارتعاش از دست می دهند که علاوه بر خسارت مادی به سرمایه ها، سلامتی افراد را نیز دچار مخاطره می نماید. ارتعاش به عنوان یک عامل زیان آور فیزیکی باعث بروز اثرات سوء بر سلامت کارگران از طریق سیستم اعصاب می گردد. این اثرات با توجه به ارتعاش اندامها و بافت های بدن به صورت اختصاصی و عمومی وجود دارند. سیستم گوارشی با فرکانس ۳-۸ Hz دارای نوسان است. هنگامی که در محیط کار چنین ارتعاشی از سوی تجهیزات به بدن وارد گردد، سیستم گوارش دچار اختلال خواهد شد. این تحقیق به بررسی تاثیر ارتعاش بر اختلالات گوارشی پرداخته است.

روش کار: پژوهش به صورت مورد شاهدهی گذشته نگر در یک کارخانه تولید مواد غذایی صورت پذیرفت. تعداد ۱۰۳ نفر به عنوان گروه مورد با عارضه گوارشی و ۴۳۱ نفر گروه شاهد بدون عارضه گوارشی از لحاظ مواجهه با ارتعاش در گذشته مورد مقایسه قرار گرفتند. ارتعاش موجود در قسمت های مختلف اندازه گیری و میزان مواجهه افراد مشخص گردید. افرادی که در ارتعاش بالاتر از ۱۰۰ dB فعالیت داشتند، مواجهه یافته در نظر گرفته شدند. تعداد مورد و شاهد های با و بدون مواجهه مشخص و با روش های آماری مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتیجه گیری: میزان تراز شتاب ارتعاش موجود در قسمت بسته بندی معادل ۱۰۹/۸ dB بوده که از حد مجاز (۸ dB/۱۱۸) کمتر می باشد. افراد مورد مطالعه دارای حدود سنی ۲۴-۵۷ سال با سابقه ۱۵-۴ سال بودند. ۵۹/۲ درصد از افراد مورد و ۲۲/۷ درصد از افراد گروه شاهد با ارتعاش مواجهه داشته اند. با توجه به نسبت شانس ابتلا، افراد در مواجهه با ارتعاش، (CI=۹/۸-۴/۱) ۶/۳ بار بیشتر از سایر افراد در خطر عوارض گوارشی بودند.

بحث: علاوه بر عوامل موثر در ایجاد عوارض گوارشی، ارتعاش نیز می تواند عامل موثری در بروز این عوارض باشد. با توجه به استاندارد ارتعاش، در مقادیر کمتر از استاندارد نیز ممکن است عوارض گوارشی مشاهده گردد. از این رو پیشنهاد می گردد در محیط های کاری که در آنها ارتعاش وجود دارد، کارگران علاوه بر معاینات دوره ای، تست های گوارشی نیز انجام دهند. تحقیقات در این زمینه گسترش یافته، در صورت اطمینان از بروز عوارض ناشی از ارتعاش در مقادیر کمتر از حد مجاز شغلی توصیه شده، مقادیر مجاز مواجهه شغلی ارتعاش نیز تغییر می یابند.

کلمات کلیدی: ارتعاش، بیماری شغلی، عوارض گوارشی

- ۱- گروه بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی البرز
- ۲- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی البرز
- ۳- گروه طب اورژانس دانشگاه علوم پزشکی البرز
- ۴- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مقدمه

در دستگاه‌ها و ابزار معیوب و ناقص بخش عمده‌ای از انرژی به صورت صدا و ارتعاش تلف می‌شود که این امر علاوه بر ضرر و زیان اقتصادی، سلامتی افراد را نیز دچار مخاطره می‌نماید. ارتعاشات صنعتی اغلب به عنوان یک استرسور عمل کننده اصلی و مهم در محیط کار ذکر گردیده و ممکن است باعث بروز اثرات سوء بر سلامت کارگران از طریق سیستم اعصاب و مکانیزم‌های عصبی گردد (Ishitake, 1998). اثرات فیزیولوژیک ارتعاش تمام بدن معمولاً از دو دیدگاه مورد مطالعه قرار می‌گیرد اول واکنش وابسته به فرکانس ارتعاش که در ارتباط با ارتعاش اندام‌ها و بافت‌های بدن می‌باشد. دوم واکنش‌های غیر اختصاصی و عمومی مربوط به ارتعاش به عنوان پاسخ کلی به استرس تلقی می‌شود و ارتباطی به ماهیت فیزیکی ارتعاش ندارد (Ishitake, 1998). در تحقیقات انجام شده مشخص شده است که تماس مکرر و طولانی مدت با ترازهای بالای ارتعاش می‌تواند اثرات بدی بر سلامتی اندام‌های بدن بگذارد (محمدی ۱۳۸۹). ارتعاش تمام بدن در فرکانس پایین با شدت متوسط سبب بروز واکنش‌های عمومی قلبی و ریوی می‌گردد که با تغییرات افزایشی در میزان تنفس (Tachypnea)، ضربان قلب (tachycardia)، برون دهی قلب (Cardiac output)، تهویه ریوی (Pulmonary Ventilation) و جذب اکسیژن (O_2 uptake) همراه می‌باشد (Seidel, 1986). برخی تغییرات هورمونی شامل تغییرات مورفولوژیکی در غدد مترشحه داخلی به صورت تجربی در حیواناتی که در معرض ارتعاش به مدت طولانی بوده اند مشاهده شده است که باعث بروز واکنش‌های متمرکز استرسی می‌گردد (Bosco, 2000).

ارتعاش تمام بدن با فرکانس پایین (۱-۲ Hz) در افراد آرامش بخش و خواب آور می‌باشد ولی در فرکانس‌های بالاتر به شدت تحریک کننده است

(Mani 2010). ارتعاشات در فرکانسهای ۴-۸ Hz می‌توانند باعث به ارتعاش درآمدن دیافراگم در ناحیه سینه گردیده و بروز احساس تهوع (Nausea) شوند (Ishitake, 1998). احساس تهوع طولانی مدت بر روی سیستم گوارش افراد تاثیر گذار می‌باشد. هم‌چنین با توجه به ارتعاش سیستم گوارشی (شکم) با فرکانس ۳-۸ Hz در صورتی که بدن در چنین ارتعاشی واقع شود، دستگاه گوارشی آسیب پذیرترین عضو بدن خواهد بود و به دلیل تقارن فرکانس ارتعاش با فرکانس طبیعی برای جذب و دفع (I/O) مواد غذایی اختلالاتی ایجاد می‌گردد (Dupuis, 1986). با توجه به حساسیت این موضوع، سازمان‌های مختلف در سطح جهانی جهت کاهش تماس با ارتعاش از جنبه فیزیکی استانداردهایی را تدوین کرده اند. مقدار تراز شتاب مجاز مواجهه ۸ ساعته بر اساس حد مجاز مواجهه OEL ۱۱۸/۸ دسی بل پیشنهاد شده است (حدود تماس شغلی ۱۳۹۱). اما ممکن است در برخی مواقع مقادیر کمتر از حد مجاز نیز منجر به بروز مشکلات و عوارض ناشی از ارتعاش گردد (Salmoni, 2008). ارتعاش شدید تمام بدن می‌تواند باعث بروز دو نوع صدمه گردد، اثرات ضربه‌ای حاد که بستگی به فرکانس، شدت و جهت و مسیر ورود ارتعاش دارد. تماس طولانی مدت که می‌تواند به صورت تجمعی عوارضی از قبیل مشکلات گوارشی در افراد را به وجود آورد (Blood 2010). میزان مواجهه در این گونه عوارض تعیین کننده زمان و شدت عوارض می‌باشد (Hulshof, 2002). ارتعاش شدید از طرف دیگر باعث کاهش راندمان کاری افراد از طریق مکانیزم‌های مرکزی و یا محیطی می‌گردد (Maikala 2006). در هر صورت تفکیک عوارض ناشی از ارتعاش به عنوان عامل اصلی، از دیگر عوامل ممکن در بروز عوارض دشوار است (Toraason, 1980). در این تحقیق به بررسی تاثیر تراز شتاب ارتعاش بر اختلالات گوارشی در ترازهای کمتر از حد مجاز توصیه شده پرداخته شده است.

روش کار

این پژوهش به صورت مورد شاهدی گذشته نگر در یک کارخانه تولید مواد غذایی صورت پذیرفته است. تعداد ۵۸۱ نفر در این محیط کار فعالیت دارند. این کارخانه دارای قسمت‌های مختلف تولید مواد غذایی از قبیل تهیه خمیر محصول، فرم دهی، درآژه و بسته بندی می‌باشند. یکی از ساختمان‌های این کارخانه دو طبقه بوده و قسمت بسته بندی در طبقه دوم قرار گرفته است. در این بخش دستگاه‌های بسته بندی وجود دارند که با سرعت ۶-۸ بسته در ثانیه مواد غذایی کوچک را بسته بندی می‌کنند. نوسانات دستگاه‌ها به سمت بالا و پایین بوده و عامل اصلی ارتعاش و فرکانس ارتعاش تشدید می‌شود و وارد آمده بر کف کارگاه می‌باشد. در این سالن تمام افراد شاغل به صورت ایستاده بدون کفش بر روی کف پوش موکت کارگاه و یا نشسته بر روی صندلی با پایه فلزی بوده و کف صندلی از جنس موکت در مواجهه با ارتعاش از طریق کف کارگاه می‌باشند.

گروه مورد

گروه مورد در این مطالعه کارگران شاغل در این کارگاه می‌باشند که با روش‌های تشخیص پزشکی دارای یکی از انواع مشکلات گوارشی مربوط و یا ناشی از ارتعاش می‌باشند. معیار بروز این مشکلات از زمان شاغل شدن فرد در این کارخانه می‌باشد که توسط مراجعه به پرونده پزشکی و نتایج معاینات مشخص می‌گردد. معیار خروج، افرادی هستند که دارای مشکلات گوارشی بوده و به کار دوم دیگری در سایر ساعات شبانه روز مشغول بودند و یا این عارضه قبل از اشتغال بکار فرد در این کارخانه وجود داشته است. همچنین افراد با سابقه کار کمتر از دو سال از مطالعه خارج شدند. با توجه به ممنوع بودن استعمال دخانیات و عدم به کارگیری افراد سیگاری توسط کارخانه، در صورت وجود این افراد از مطالعه خارج شدند.

گروه شاهد

گروه شاهد به صورت سرشماری، تمام افرادی هستند که در این کارخانه مشغول به کار بوده و هیچ گونه عارضه گوارشی ندارند که به تایید پزشک رسیده باشد. معیار ورود به گروه شاهد، شاغل بودن در این کارخانه و معیار خروج افراد با سابقه کار کمتر از دو سال می‌باشد.

تعداد نمونه و قدرت آنالیز

با توجه به مشخص شدن گروه شاهد و مورد، تعداد ۱۰۳ نفر در گروه مورد و تعداد ۴۳۱ نفر در گروه شاهد قرار گرفتند و مابقی افراد با توجه به معیارهای ورود و خروج در این مطالعه شرکت داده نشدند. نسبت یک به چهار برای گروه مورد و شاهد به دست آمد. جهت همسان سازی و حذف عوامل مداخله گر در مطالعه، از جفت سازی سنی و همچنین تعیین شرایط کاری یکسان از قبیل پایش شرایط دما در محل حضور تمام افراد (با توجه به الزامات کنترل دما و رطوبت در تولید محصول)، توزیع غذای یکسان وعده صبح و ظهر پرسنل و نحوه ورود ارتعاش استفاده گردید.

مواجهه

میزان ارتعاش به صورت سر شماری محل کار افراد مورد و شاهد به شکل اندازه گیری فردی برای تمام سطوح موجود در کارگاه‌ها با استفاده از یک دستگاه ارتعاش سنج مدل (B&K 2237) با روش استاندارد (ISO 2631-2:2003) مورد اندازه گیری قرار گرفت. دستگاه توسط سازمان مجاز کالیبره شده و گواهی کالیبراسیون صادر شده است. به دلیل وجود ارتعاش قالب در محور Z و همچنین بررسی میزان تأثیر این نوع ارتعاش در سیستم گوارشی و پرده دیافراگم شکمی در این اندازه گیری شتاب ارتعاش وارد بر محل نشست افراد و محل ایستادن افراد در محور Z اندازه گیری شد.

یافته ها

با توجه به اطلاعات گرد آوری شده، محدوده سنی افراد کارخانه ۲۴-۵۷ سال می باشد. افراد شاغل در این محیط کار ۴-۱۵ سال سابقه کار دارند. در جدول ۱- تعداد افراد در رده های سنی و سابقه هر یک از دو گروه مورد بررسی نمایش داده شده است. با بررسی میزان ارتعاش، شتاب اندازه گیری شده در کارگاههای مختلف مشخص شد که در جدول ۲- نمایش داده شده است. بیشترین میزان ارتعاش مربوط به واحد بسته بندی با ارتعاش به طور متوسط برابر 0.31 m/s^2 (معادل $109/8 \text{ dB}$ تراز شتاب) می باشد. این مقدار تراز شتاب در مقایسه با استاندارد مواجهه ۸ ساعته کمتر از حد پیشنهاد شده می باشد (حدود تماس شغلی ۱۳۹۱).

با شمارش نتایج گروه بندی افراد مورد و شاهد مواجهه یافته، تعداد افراد گروه شاهد و مورد در مواجهه با ارتعاش و افراد غیر مواجهه معین شد. با محاسبه نسبت شانس ارتباط بین مواجهه با ارتعاش و عوارض گوارشی در دسته بندی های مختلف بررسی گردید. تعداد افراد گروه مورد در مطالعه ۱۰۳ نفر و

در تمام اندازه گیری ها، میزان مواجهه افراد با توجه به مدت زمان کاری افراد معدل سازی شده و تراز معدل ۸ ساعته برای تمام اندازه گیری های ثبت گردید. با توجه به این که کارگاه بسته بندی دارای شتاب ارتعاشی dB بود و به عنوان محل کار گروه مورد در نظر گرفته شده بود افراد شاغل در مکان هایی با ارتعاش بالا تر از ۱۰۰ دسی بل به عنوان مواجهه در نظر گرفته شدند.

اطلاعات مربوط به سایر متغیرها نیز از طریق پرسشنامه جمع آوری گردید. این اطلاعات شامل سابقه کار، سابقه بیماری گوارشی شغل دوم می باشد.

متغیرهای خروجی

تمام افراد جامعه مورد مطالعه (گروه شاهد و گروه مورد) توسط پزشک متخصص گوارش مورد معاینه قرار گرفتند. پزشک با انجام معاینات افراد و مطالعه پرونده پزشکی، کارگران را در دو دسته سالم و بیمار طبقه بندی نمود. اطلاعات سن، سابقه و سایر اطلاعات جمع آوری شده مورد مطالعه آماری قرار گرفت تا ارتباط بین ارتعاش و متغیرهای موثر بر ایجاد عوارض گوارشی ارزیابی گردد.

جدول ۱: توزیع فراوانی گروه های مورد مطالعه

شرح	گروه مورد	گروه شاهد
سن	*	*
۲۴-۳۲	۱۰ (۹/۷)	۱۳۹ (۳۲/۲)
۳۲-۴۰	۴۱ (۳۹/۸)	۱۶۰ (۳۷/۱)
۴۰-۴۸	۳۸ (۳۶/۸)	۱۲۷ (۲۹/۴)
۴۸-۵۷	۱۴ (۱۳/۶)	۵ (۱/۱)
سابقه		
۴-۷	۶ (۵/۸)	۶۸ (۱۵/۷)
۷-۱۰	۳۲ (۳۱)	۲۰۱ (۴۶/۶)
۱۰-۱۲	۳۳ (۳۲)	۱۰۸ (۲۵)
۱۲-۱۵	۳۲ (۳۱)	۳۴ (۷/۸)

جدول ۲: میزان ارتعاش معادل ۸ ساعته در قسمت‌های مختلف کارگاه به طور متوسط

ردیف	نام کارگاه	متوسط تراز شتاب ارتعاش (dB)
۱	تهیه خمیر	۸۴/۶
۲	فرم دهی	۸۸/۹
۳	درازه	۹۶/۳
۴	بسته بندی	۱۰۹/۸
۵	اداری	کمتر از حد قابل تشخیص
۶	سایر قسمت‌ها	کمتر از حد قابل تشخیص

جدول ۳: نتایج بررسی نسبت شانس در گروه‌های مورد و شاهد

سن	گروه مورد		گروه شاهد		OR	CI
	مواجهه	غیر مواجهه	مواجهه	غیر مواجهه		
۲۴-۳۲	۷	۳	۳۱	۱۰۸	۸/۱۳	۴/۲۴
۳۲-۴۰	۳۳	۸	۲۴	۱۳۶	۲۳/۳	۱۴/۸
۴۰-۴۸	۱۸	۲۰	۲۴	۱۰۳	۳/۸	۲/۵
۴۸-۵۷	۳	۱۱	۱	۴	۱/۰۶	۰/۶
سابقه						
۴-۷	۰	۶	۱	۶۷	۰	—
۷-۱۰	۱۸	۱۴	۳۴	۱۶۷	۶/۳	۳/۹
۱۰-۱۲	۲۱	۱۲	۴۲	۸۶	۳/۵	۲/۳
۱۲-۱۵	۲۲	۱۰	۳	۳۱	۲۲/۷	۱۴/۸
جمع	(%)۵۹/۲۶۱	(%)۴۰/۸۴۲	(%)۱۸/۵۸۰	(%)۸۱/۳۵۱	۶/۳	۹/۸

CI برآورد فاصله‌ای عبارت است از تخمین فاصله‌ای است که انتظار می‌رود میانگین مجهول جامعه در آن فاصله قرار گیرد. OR نسبت شانس در مواجهه یافته‌ها به شانس در مواجهه نیافته‌ها است.

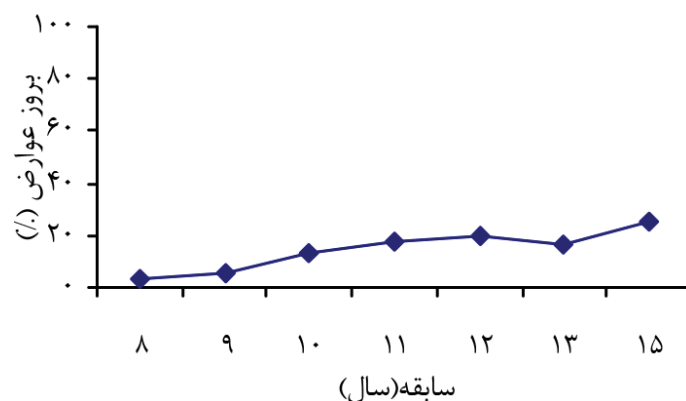
عوارض گوارشی می‌باشند. با توجه به فاصله اطمینان ۹/۸-۴/۱ این نتایج را می‌توان برای جامعه نیز تعمیم داد. با توجه به جفت‌سازی، در مطالعه اثر سن و سابقه حذف گردید. همچنین در خصوص عوامل مخدوش‌کننده دیگر سعی شد افراد مورد مطالعه همسان‌سازی گردند.

نتایج نشان داد در افراد با سن بالاتر از ۴۸ سال در این مطالعه، مواجهه یا عدم مواجهه با ارتعاش تأثیری بر عوارض گوارشی نداشته است. بیشترین میزان عوارض به‌وجود آمده در افراد دارای محدوده سنی ۴۰-۳۲ سال می‌باشد. در سابقه کاری بین ۷-۴ سال عوارض گوارشی در گروه مواجهه مشاهده نشده است، ولی با

افراد شاهد ۴۳۱ نفر از نمونه آماری مورد مطالعه بوده است. به عبارت دیگر ۱۹/۲٪ از افراد مورد مطالعه دارای عوارض گوارشی بوده‌اند. ۵۹/۲٪ از افراد گروه مورد و ۱۸/۵٪ از افراد گروه شاهد با ارتعاش بالاتر از ۱۰۰ dB مواجهه داشته‌اند. میزان نتایج در جدول ۳ نمایش داده شده است.

نتیجه‌گیری

با محاسبه میزان برآورد نسبت خطر (OR) مشخص گردید، در مجموع افراد مورد مطالعه در مواجهه با ارتعاش کمتر از حد مجاز توصیه شده ۶/۳ بار بیشتر از سایر افراد مورد مطالعه در معرض ابتلا به



شکل ۱: نسبت سابقه کار و شیوع عوارض گوارشی

یا تشدید کننده در این اختلال مواجهه با ارتعاش تمام بدن می باشد (Mani, 2010). از انواع مواجهه با ارتعاش موجود در محیط‌های کاری با توجه به نتایج مطالعه ارتعاش تمام بدن در محور Z بیشترین تاثیر را در ایجاد عوارض گوارشی دارد. طبق استاندارد میزان مجاز مواجهه تراز شتاب ارتعاش $118/8$ dB تعیین شده است (حدود تماس شغلی ۱۳۹۱). اما با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش مقادیر کمتر نیز قادر به ایجاد و تشدید اختلالات خواهند شد که این امر بیشتر مربوط به همزمانی بسامد ارتعاش با بسامد پرده دیافراگم شکمی می‌باشد و در نهایت تشدید و نوسان این پرده باعث بوجود آمدن حالت تهوع و ایجاد اختلال در گوارش می‌شود. در خصوص مدت زمان مواجهه که بتواند این عوارض را ایجاد کند با توجه به نتایج این تحقیق به مواجهه بیش از ۷ سال نیاز می‌باشد. اما با افزایش طولانی مدت مواجهه افراد بیشتری به این عوارض مبتلا خواهند شد. در خصوص میزان مواجهه با توجه به معادل سازی تراز ارتعاش به تراز ۸ ساعته،

افزایش سابقه عوارض گوارشی شیوع بیشتری در بین افراد دارد، بطوری که در افرادی که به مدت ۱۲ سال و بالاتر با ارتعاش بیش از 100 dB مواجهه داشته‌اند، شانس ابتلا $22/7$ بار بیشتر از افراد بدون مواجهه با ارتعاش می‌باشد. در شکل ۱ ارتباط سابقه کار و بروز عوارض گوارشی نمایش داده شده است.

بحث

اثرات مضر ارتعاش تمام بدن بر سلامتی اثبات شده است. در خصوص نحوه اثر و میزان ارتعاش موثر در ایجاد عوارض مطالعات کمی انجام شده است. از طرف دیگر عوارض گوارشی نیز به عنوان یکی دیگر از مشکلات موجود در محیط‌های کاری باعث افزایش غیبت‌های ناشی از کار شده و به عنوان عوارض ناشی از کار معرفی می‌شوند. این عوارض به علت مواجهه شاغلین با فاکتورها و عوامل زیان آور مختلف به وجود می‌آیند. بر اساس پژوهش انجام شده علاوه بر فاکتورها و عوامل زیان آور موثر در ایجاد اختلال گوارشی، یکی دیگر از فاکتورهای ایجاد کننده و

تشریح و قدردانی

پژوهشگران این طرح بر خود می‌دانند از مدیریت محترم کارخانه به دلیل همکاری‌های بسیاری که در انجام این طرح پژوهشی داشته‌اند تشکر و قدر دانی نمایند.

منابع

1. Ishitake, T. Kano, M. Miyazaki, Y. Ando, H., Whole-Body Vibration Suppresses Gastric Motility in Healthy Men, *Industrial Health* 1998, 36, 93-97
۲. محمدی امیرحسین ، شریفیان سید اکبر ، امینیان امید ، بررسی ارتباط ارتعاش کل بدن با درد گردن در رانندگان خودروهای سنگین، فصلنامه علمی تخصصی طب کار ، سال دوم، شماره ۱
3. Seidel H, Heide R Long-term effects of wholebody vibration: a critical survey of the literature. *Int Arch Occup Environ Health* (1986)58,1-26.
4. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., et al. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 449-454
5. Mani R, Milosavljevic S, Sullivan S. J, The effect of occupational whole-body vibration on standing balance *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 40, Issue 6, November 2010, 698-709
6. Dupuis H, Zerlett G The effects of whole-body vibration. Springer, Berlin Heidelberg New York, (1986) 39-44
۷. کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای، حدود تماس شغلی بیماری‌زا، مرکز مدیریت سلامت محیط کار، تهران، آروبیج ۱۳۹۱

نمی‌توان در این خصوص قضاوت درستی اعلام نمود. البته نتایج نشان می‌دهد که افزایش سن به عنوان یک عامل قوی تر از ارتعاش عمل می‌نماید به نحوی که در سنین بالاتر از ۴۸ سال شیوع عوارض گوارشی با مواجهه ارتعاش ارتباط معنی داری نداشته باشند. با مراجعه به تحقیقات مشابهی که صورت پذیرفته است نتایج مشابهی با نتایج به دست آمده از این پژوهش وجود داشته است. در مطالعه Ishitake مشخص شد مواجهه کوتاه مدت باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌های عصبی سیستم گوارشی می‌شود (Ishitake, 1998). در تحقیق Hulshof و همکاران تأثیر ارتعاش تمام بدن بر کارایی و اعمال فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که تعداد ضربان قلب به تناسب افزایش شدت ارتعاش افزوده می‌گردد (Hulshof, 2002).

در این تحقیق حاضر نیز مشاهده گردید که ارتعاش تمام بدن می‌تواند بر اعضای داخلی بدن از جمله سیستم گوارشی تأثیر گذار باشد. با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود در محیط‌های کاری که افراد با عامل زیان آور ارتعاش مواجه هستند، در معاینات دوره‌ای به عوارض گوارشی توسط آزمایشات تخصصی توجه بیشتری شود. همچنین از قرار دادن افراد با سابقه عوارض گوارشی در محیط‌های کار خودداری گردد. تحقیقات در این زمینه گسترش یافته و در صورت اطمینان از بروز عوارض ناشی از ارتعاش در مقادیر کمتر از حد مجاز شغلی توصیه شده، مقادیر مجاز مواجهه شغلی ارتعاش نیز تغییر یابند.

- ria for recognition of whole-body vibration injury as an occupational disease. *Journal of Sound and Vibration*, 253(1), 185-194.
11. Maikala, R., King, S. & Bhambhani, Y. (2006). Acute physiological responses in healthy men during whole-body vibration. *International Archives of Occupational Environmental Health*, 79, 103-114.
 12. M.A. Toraason, D.W. Badger, G.L. Wright, Gastrointestinal response in rats to vibration and restraint, *Environmental Research*, Volume 23, Issue 2, December 1980, 341-347
 ۱۳. گلمحمدی رستم، مهندسی صدا و ارتعاش، انتشارات همدان ۱۳۸۸
 8. Salmoni A W., Cann A P., Gillin E. K, Eger T R. Case studies in whole-body vibration assessment in the transportation industry—Challenges , *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 38, Issues 9–10, September–October 2008, 783-791
 9. R.P. Blood, J.D. Ploger, M.G. Yost, R.P. Ching, P.W. Johnson, Whole body vibration exposures in metropolitan bus drivers: A comparison of three seats, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 329, Issue 1, 4 January 2010, 109-120
 10. Hulshof, C., van der Laan, G., Braam, I., et al. (2002). The fate of Mrs. Robinson: Crite-