

صدا

مقدمه:

در بین تمام آلاینده ها شغلی صدا ، بیشترین میزان انتشار را داشته و تقریباً در هر صنعتی وجود دارد بدون تردید صدا، از معضلات اساسی دنیای صنعتی بوده و خیل عظیمی از افراد در محیط کار از آزار ناشی از آن در مخاطره اند. پیشرفت تکنولوژی موجب شده انسان در محیطی پر استرس با منابع صدا همزیستی توأم با ناراحتی را تحمل کند. از یک سو تعداد کثیری از شاغلین به واسطه حرفه خود مجبور به مواجهه با این عامل فیزیکی هستند و از دیگر سوی، از دید صنعتی وجود صدا و ارتعاش به واسطه حرفه ، خود مجبور به مواجهه با این عامل فیزیکی هستند نشانگر عملکرد نامطلوب دستگاهها و یا استهلاک آنها می باشد و دستگاههای معیوب یا ناقص بخش مهمی از این انرژی را از طریق صدا و ارتعاش به هدر می دهند لذا چه از نظر اقتصادی و چه از نظر بهداشتی لازم است که این دو عامل کنترل قرار گیرند .

امروزه در صنایع مختلف توجه زیادی به کاهش سرو صدا در محیط کار میشود . چون نشان داده که بین خستگی ، بی علاقگی به کار ، خشم و عصبانیت و سانحه در کار ، پریشانی روانی کارگر و میزان سروصدا در محیط کار رابطه ای مستقیم وجود دارد .

مروری بر پژوهش های صورت گرفته:

سالیانه نزدیک به ۳۰ میلیون نفر^۱ در آمریکا در تماس با خطرات صدا هستند . طبق تحقیقات انجام شده در یک کارخانه در انگلستان ، در شرایط وجود سرو صدایی به میزان بالاتر از ۹۶ دسی بل میزان تولید کارگرانی که فاقد حفاظ گوشی هستند ۱۲ درصد کمتر از کارگران دارای حفاظ گوشی میباشد و همچنین وجود صدا در محیط (بالاتر از حد مجاز) سبب افزایش تعداد خطا در کار و افزایش هزینه تولید میشود به طوری که در تحقیقات اخیر نشان داده شده است کنترل فاکتور صدا در محیط کار سبب کاهش معنادار میزان خطا در کار میشود .

در مطالعه ای که در سال ۱۹۸۱ م . تحت عنوان "قدرت شنوایی در کارگران بافنده کارخانه نساجی" در مورد ۱۳۰ کارگر نساجی که به طور پیوسته در معرض صدای بالاتر از ۱۰۴-۱۰۲ دسی بل قرار داشتند ، انجام گرفته می شد که پس از ۴ تا ۸ ساعت تماس با تراز صدای فوق تقریباً تمام کارگران بدون توجه به سن و مدت تماس با سروصدای حرفه ای ، کاهش شنوایی در فرکانس های ۳۰۰۰-۸۰۰۰ هرتز پیدا کردند این کاهش بخصوص در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز افت قابل ملاحظه ای را نشان می دهد.

موارد قانونی مورد استناد :

موضوع پایش محیطی و زیستی در مورد عوامل بیماریزا و زیان آور به طور کامل از سوی قوانین کار و تامین اجتماعی در کشورمان حمایت میشود و در موارد قانونی (۹۵، ۹۲، ۸۵ قانون کار، ۸۸ و ۹۰ قانون تامین اجتماعی به طور مستقیم این حمایت ها مشاهده میشود) . موضوع سرو صدا نیز به عنوان یکی از عوامل زیان آور محیط کار از این قوانین مستثنی نیست.

سرو صدا :

یکی از مشکلات و مسائل بهداشت حرفه ای، وجود سرو صدا بیش از حد مجاز در اکثر محیطهای کار است. صدمات سروصدا بیشتر متوجه سیستم های شنوایی و اعصاب است و میتواند منجر به کاهش بازدهی کار، کاهش دقت و در نهایت امکان ایجاد حادثه شود.

برای سر و صدا دو تعریف عامی و علمی وجود دارد:

تعریف عامی: سرو صدا یک صوت ناخواسته است. این تعریف است و جنبه علمی ندارد زیرا میزان خواسته یا ناخواسته بودن یک چیز بستگی به سلیقه اشخاص دارد. برای شخصی ممکن است نوع خاصی از سروصدا آزار دهنده بوده ولی همان سروصدا برای شخص دیگر خوشایند و مطلوب باشد. از این رو نمی توان براساس اظهارات فرد نسبت به آلودگی صوتی در یک محیط قضاوت کرد به عبارت دیگر اگر از وجود سرو صدا در محیطی شکایت نمی شود دلیل بر این نیست که آن محیط عاری از آلودگی صوتی است.

تعریف علمی: سرو صدا محصول تبدیل انرژی و یا فرآورده ای از تبدیل انرژی است. همچنین می توان گفت که سرو صدا یکی از اشکال اتلاف انرژی است. از اشکال دیگر اتلاف انرژی می توان از گرما و ارتعاش نام برد.

تعریفی که در فیزیک از صوت میشود به این ترتیب است: که صوت عبارت است از ارتعاش سریع و مکانیکی محیط های کشسان. وقتی موج صوتی در یک محیط به وجود می آید سبب تغییر مکان تعدادی از ملکولهای تشکیل دهنده آن محیط نسبت به وضع عادی آن شده و این تغییر مکان منجر به نوسان ذرات آن محیط خواهد شد و در اثر این نوسانات صوت منتقل میشود. به عنوان مثال هنگامی که یک دیابازون به ارتعاش در آید ملکولهای هوای آن دچار تراکم و انبساط می شوند و این حالت باعث ایجاد صدا می گردد.

تعداد تراکم و انبساط های متوالی را فرکانس صوت می نامند. گوش انسان قادر به شنیدن تمام اصوات نیست و فقط صداهایی را می شنود که فرکانس آنها در محدوده ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است. فرکانس مکالمه معمولا ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز است.

اصوات با فرکانس کمتر از ۲۰ هرتز را مادون صوت و با بیشتر از ۲۰۰۰۰ هرتز را ماوراء صوت می نامند.

انواع صوت :

۱- **صوت ساده** : یک ارتعاش تک فرکانسی است که در محیط های صنعتی بندرت وجود دارد و معمولا برای مصارف علمی و پژوهشی در آزمایشگاه ها آن را به وجود می آورند.

۲- **صوت مختلط** : در مواقعی وجود دارد که ارتعاش صوتی از فرکانس های مختلف تشکیل شده باشد. اصواتی را که معمولا می شنویم جزء اصوات مختلط می باشند. این اصوات را می توان به وسیله آنالیزور به اصوات ساده تشکیل دهنده آن تجزیه نمود.

همچنین صوت ممکن است یکنواخت (مانند صدایی که پس از برداشتن گوشی تلفن می شنویم)، غیر یکنواخت (مانند صدای آژیر آمبولانس) و کوبه ای یا ضربه ای (مانند صدای ناشی از کار پرس) باشد.

اثرات مواجهه با سرو صدا

در محیط کار فاکتورهای گوناگونی وجود دارند که ممکن است بیانگر این باشد که صدا در محیط، یک معضل است. هنگامیکه افراد واکنشهای متفاوتی در مقابل صدا دارند، این واکنشهای فردی نباید نادیده انگاشته شود زیرا آنها ممکن است هشدار می باشند مبنی بر اینکه صدا در حد غیر قابل قبول است گرچه کاهش آستانه یکی از بیماریها شغلی رایج می باشد، اما معمولا نادیده انگاشته میشود زیرا دارای اثرات قابل رویت نمی باشد و معمولا جز موارد نادر، در یک دوره زمانی طولانی ایجاد میشود و درد ندارد. در مواردی که این اتفاق رخ می دهد یک کاهش تصاعدی در ارتباطات، روابط اجتماعی و پاسخ دهی به محیط ایجاد میشود. در مراحل اولیه (وقتی کاهش شنوایی در بالاتر از ۲۰۰۰ هرتز است) اثراتش بصورت تاثیر بر روی قابلیت های مکالمه می باشد چنانچه کاهش شنوایی فرکانسهای پایین تر را در بر گیرد از اثرات آن بطور کل کاهش قابلیت شنیدن اصوات را می توان نام برد. سه نوع کاهش شنوایی عمده شامل هدایتی (Conductive) استخوانی (Sensorineural) یا ترکیبی از هر دو می باشد.

اثر نویز را در سه دسته کلی می تواند قرار بگیرد :

دیدگاه آسایشی و روانی :

سرو صدا در محیط های کاری مشکلات فزاینده ای را ایجاد کرده است. سرو صدا علاوه بر اثر سوء بر سیستم شنوایی به عنوان یک استرس زای عمومی ممکن است سبب افزایش فشار خون، هیپرتانسیون، بروز مشکلات قلبی و عروقی تنش عضلانی، زخم معده و تحریک اعصاب، اضطراب و تاثیر بر خواب و مشکلات روحی و روانی (نظیر تاثیر روی مکالمه و کارایی به صورت گوشه گیری، رنجش، بروز افسردگی، غیبت از کار) شود.

دیدگاه ایمنی :

مکالمه در محیطهای کار به عنوان یکی از راههای ارتباط می باشد که در صورت وجود صدای زمینه خصوصا در فرکانس های حدود مکالمه می تواند ارتباط افراد را از طریق کلامی مختل سازد و باعث بروز اشتباه و نیز حوادث گردد که در این مورد در ارزیابی صدا تراز تداخل با مکالمه محاسبه و مورد توجه قرار می گیرد.

دیدگاه بهداشتی:

وجود صداهای بلند از علل رایج پیدایش نواقص و ضایعات شنوایی به شمار می آیند که تکرار و تداوم آن در درازمدت، قدرت و توان شنوایی را کاهش میدهد. که می توان کاهش موقت شنوایی (noise-induced temporary threshold shift)، کاهش شنوایی دائمی (noise-permanent threshold shift) و ضربه های اکوستیکی (acoustic trauma) و زوز گوش (tinnitus) را نام برد.

ماهیت NOISE چیست و چه اثرات بهداشتی بالقوه ای را دارا می باشد؟

NOISE معمولا با عنوان صدای ناخواسته تعریف میشود بخش های ذیل اطلاعات مربوط به منشا نویز و اثرات شدید آن بر توانایی ما را میسر می سازد.

فیزیک صوت

صدا پدیده ای فیزیکی است که حس شنوایی ما را تحریک می کند. صدا یک موج اکوستیکی (از نوع مکانیکی طولی) است که هنگام ارتعاش منابع، همچون ماشین آلات، آشفتگی محیط های آلاستیک همچون هوا حاصل می شود. در هوا، صدا معمولا از تغییرات فشار در جو (بالا و پایین رفتن فشار جو) حاصل می شود این نوسانات، بطور معمول فشار صوت نامیده می شود وقتی که سطح مرتعش در فضا در جو تغییر فشار ایجاد می کند این تغییر بصورت صدا از منبع انتشار می یابد (اگر چه قابل انتشار در تمام محیطهای مادی نیز می باشند) محدوده فرکانس قابل درک برای انسان بین ۱۶ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است امواج خارج از این محدوده فرکانس را مادون صوت و ماورای صوت می نامند همچنین درک انسان از بلندی صوت در محدوده معینی است.

کمیات اندازه گیری صوت:

برای بیان و اندازه گیری صوت دو گروه از کمیات بکار میرود:

- ۱- کمیات فیزیکی (یا کمیات مطلق) که شامل فشار، شدت و توان می باشد.
- ۲- کمیات لگاریتمی (یا تراز) که شامل تراز فشار، تراز شدت و تراز توان صوت می باشد.

کمیات فیزیکی:

توان صوت (Sound Power (W): مقدار تولید انرژی صوتی در واحد زمان توسط منبع صوتی (W). کمترین توان صوتی که گوش را تحریک کند 10^{-12} W است (توان مبنا).

شدت صوت (Sound Intensity (I): مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان از واحد سطح می گذرد (W/M²). شدت صوت مبنا 10^{-12} W/M².

فشار صوت (Sound Pressure (P): فشار صوت برحسب پاسکال در سیستم MKS (میکرو بار در سیستم CGS) فشار صوت مبنا: 2×10^{-5} pc = 2×10^{-4} Mbar

کمیات لگاریتمی:

در مقیاس مطلق دامنه کمترین مقدار قابل درک (آستانه احساس) با بیشترین میزانی که گوش بدون درد قادر به تحمل آن می باشد (آستانه دردناکی) وسیع است. این محدوده برای توان و شدت 10^{14} و برای فشار 10^7 واحد است. معلوم شده است که درک شنوایی انسان نسبت به تغییرات مقادیر مطلق بصورت لگاریتمی است. تبدیل کمیت مطلق به کمیت لگاریتمی کار با آن را ساده و درک ذهنی از کمیت را آسان می کند. در مقیاس لگاریتمی، لگاریتمی از یک نسبت (تراز) محاسبه و برحسب دسی بل (یک دهم بل) با علامت (dB) بیان می شود.

تراز عبارت است از نسبت کمیت اندازه گیری شده صوت به کمیت مبنا (آستانه درک) است. این نسبت ها و روابط مربوط به آنها به ترتیب برای توان، شدت و فشار بصورت زیر است:

تراز توان صوت (SWL) Sound Power Level

W: توان مطلق منبع صوتی $SWL (dB) = LW = 10 \log (W/w_0)$

W_0 : توان مبنا یا آستانه درک فیزیولوژیک توان صوت ($10^{-12} W$)

تراز شدت صوت (SIL) Sound Intensity level

I: شدت مطلق صوت در نقطه اندازه گیری (w/m^2)

$SIL (dB) = LI = 10 \log (I/I_0)$

I_0 = شدت مبنا یا آستانه درک فیزیولوژیک شدت صوت ($10^{-12} w/m^2$)

تراز فشار صوت (SPL) Sound pressure level

در بررسی های محیط کار به منظور ارزیابی محیطی و نیز ارزیابی مواجهه کارگر، تراز فشار صوت بیشترین استفاده را دارا می باشد علت این امر در ماهیت فشار و نحوه انتشار صوت و بالاخره نحوه وارد شدن فشار به پرده صماخ گوش می باشد از طرف دیگر اندازه گیری فشار و تراز فشار و تراز فشار صوت هوایی نیز عملی تر می باشد. معادلات مربوط به تراز فشار صوت به قرار زیر است.

$SPL = 10 \log (P^2/p_0^2) = 20 \log (p/p_0)$

P = فشار مطلق صوت در نقطه اندازه گیری (pa)

P_0 = فشار مبنا یا آستانه درک فیزیولوژیک فشار صوت 2×10^{-5} pa

انواع صوت از نظر زمان تداوم

اصوات در مرحله تولید و انتشار خود ممکن است به اشکال مختلف وجود داشته باشند، این اشکال را می توان براساس تغییرات دامنه صوت به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

الف. اصوات پیوسته (continuous Sound)

به اصواتی اطلاق می گردد که در طول زمان انتشار خود وقفه نداشته باشند. اصوات مکالمه و صداهای صنعتی از این گروهند، این اصوات خودشان به سه دسته تقسیم می شوند:

- اصوات یکنواخت (Steady Sound)

در این دسته تراز فشار صوت تغییرات قابل ملاحظه ای نداشته و اغلب کمتر از ۵ دسی بل است.

- اصوات متغیربا زمان (Fluctuating Sound)

در این دسته تغییرات تراز فشار در طول زمان بین ۱۵ - ۵ دسی بل است .

- اصوات منقطع یا نوبتی (Intermitent Sound)

در این دسته تغییرات تراز فشار صوت بیش از ۱۵ دسی بل در طول زمان است .

ب . اصوات ضربه ای و کوبه ای (Impact or Imulsive Sound)

در این نوع اصوات موج فشار صوت در هر ضربه، در کسری از زمان (ثانیه) و معمولا کمتر از ۰/۵ ثانیه شروع و خاتمه می یابد . صدای پرسهای ضربه ای و ابزارهای پنوماتیک اغلب از این گروه هستند .

استاندارد های مربوط به صدا :

در چند سال اخیر یک الگوی واحد برای مواجهه مجاز با صدا مورد پذیرش قرار گرفته است . اصولا در بیان حد مجاز صدا یک تراز معین 85dB در شبکه A برای ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی اعلام و حد سقفی برای مواجهه نیز ، ۱۴۰ دسی بل اعلام شده است . در صورتی که کارگر بیش از تراز مجاز مواجهه داشته باشد ، زمان مجاز مواجهه وی باید کاهش یابد . بر اساس قاعده ۳ یا ۵ دسی بل بطور قراردادی به ازای ۳ یا ۵ دسی بل تراز فشار صوت ، مدت زمان مواجهه نصف می گردد . بر این اساس سازمان ها و کشورهای مختلف از الگوهای متفاوتی پیروی می کنند . مهمترین مقادیر توصیه شده برای تراز مجاز فشار صوت و زمان مواجهه در جدول زیر آمده است .

تراز فشار صوت مجاز برای ۸ ساعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار هفتگی dB _A	قاعده برای نصف شدن زمان مجاز مواجهه	سازمان یا کشور توصیه کننده یا بکار گیرنده
۸۵	۳	NIOSH
۹۰	۵	OSHA
۹۰	۳	ISO,BOHS, و کشورهای اروپایی و بلوک شرق
۸۵	۳	ACGIH و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران (OEL)
استاندارد مورد پذیرش در ایران براساس توصیه کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور ، تراز فشار صوت 85dB با قاعده دسی بل است که در جدول زیر آمده است :		
محدوده	مواجهه روزانه	تراز فشار صوت dB _A
ساعات مجاز	۱۶	۸۲
	۸	۸۵
	۴	۸۸
	۲	۹۱
دقیقه های مجاز	۶۰	۹۴
	۳۰	۹۷
	۱۵	۱۰۰
	۷/۵	۱۰۳
	۳/۷۵	۱۰۶
تذکر : مواجهه کارگر برای صدای متناوب و کوبه ای حداکثر 140dBc است.		
×تراز فشار صوت بر حسب دسی بل در مقیاس A است که دستگاه تراز سنج بایستی طبق استاندارد ANSI(SH-4-1983) قابلیت اندازه گیری در سرعت SLOW و شبکه A را داشته باشد .		
×صداهای بالاتر از این محدوده باید در منبع تولید با روشهای فنی کنترل شود نه با روشهای مدیریتی مقادیر مجاز مواجهه با صدا براساس استاندارد ایران , ACGIH		

همچنین حد تماس شغلی با صدای ضربه ای بصورت زیر است:

تعداد ضربات در یک شیفت کاری	شدت هر ضربه بر حسب dB
۱	۱۶۰
۱۰	۱۵۰
۱۰۰	۱۴۰
۱۰۰۰	۱۳۰
۱۰۰۰۰	۱۲۰
۱۰۰۰۰۰	۱۱۰

ارتعاش در صنعت

مقدمه

به طور کلی تمام وسایل ماشینی که در صنعت، کشاورزی و حمل و نقل بکار می‌روند انسان را در معرض ارتعاش قرار می‌دهند، ارتعاشات ایجاد شده می‌توانند مختل آسایش و راحتی و موجب تقلیل کار موثر شوند و روی سلامتی و ایمنی افراد اثر بگذارند. و همچنین از عوامل مشترکی که در صنعت تولید سروصدا می‌کنند همین ماشین‌های مرتعش می‌باشند.

ارتعاش یک حرکت نوسانی حول نقطه تعادل است. نظریه ارتعاش حرکت نوسانی اجسام، نیروهای مربوط و اثرات ناشی از انتقال آن را به بدن انسان بررسی می‌کند. کلیه اجسامی که دارای جرم و خاصیت کشانی می‌باشند، قادر به ارتعاش هستند. بنابراین بیشتر ماشین‌آلات و ابزارهای گوناگون به نسبت‌های متفاوتی تحت تاثیر ارتعاش قرار می‌گیرند.

ارتعاش ممکن است دوره‌ای یا غیر دوره‌ای باشد. ارتعاش دوره‌ای خود ممکن است ساده یا مختلط باشد. ارتعاش دوره‌ای ساده، هنگامی بوجود می‌آید که جسم نوسان‌کننده حرکات منظم و پی‌در پی نوسانی حول نقطه تعادل انجام دهد و معادله حرکت آن یک معادله ساده سینوسی است. ارتعاش مختلط دوره‌ای شکل سینوسی ساده نداشته ولی بطور منظم تکرار می‌شود.

ارتعاش‌های دوره‌ای ساده و مختلط، ارتعاش هم‌آهنگ را تشکیل می‌دهند. ارتعاش‌های غیر دوره‌ای، نوساناتی است که آهنگ مشخصی ندارد. بسیاری از ارتعاش‌های مکانیکی مهم در ردیف بسامد ۲۰۰۰-۱ هرتز قرار می‌گیرند. ارتعاشات تولید شده در صنایع بیشتر به صورت غیر دوره‌ای هستند.

با توجه به اینکه ارتعاش نیز جزء عوامل زیان‌آور و بیماری‌زای محیط کار محسوب می‌شود، لذا پایش‌های محیطی و زیستی در مورد ارتعاش از سوی مواد قانونی ۸۵، ۹۲ و ۹۵ قانون کار و مواد ۸۸ و ۹۰ قانون تأمین اجتماعی حمایت می‌شود.

مروری بر پژوهش‌های انجام شده

در طول ۳۰ سال گذشته تحقیقات متعددی در مورد تأثیرات تماس با ارتعاش انجام شده است و معلوم شده که بیماری‌های مهره‌ای کم‌ری با از بین رفتن دیسک‌شان، از اثرات پاتولوژیکی متداول ارتعاش است.

در اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی کارشناسان سازمان بین‌المللی کار ارتباط بین بیماری مهره‌های کم‌ری منتج شده از ارتعاش با فرکانس پائین را برای اپراتورهایی که با ماشین‌ها و تراکتورها کار می‌کردند، شناسایی کردند.

طبق ارقام اعلام شده در امریکا بیش از ۷ میلیون نفر کارگر در معرض ارتعاش تمام بدن و یک میلیون نفر در معرض ارتعاش دست و بازو قرار دارند. در کشور ما نیز تعداد بسیار زیادی از کارگران در معادن و صنایع مختلف با این معضل مواجه هستند.

برامر در سال ۱۹۸۶ پیدایش عارضه‌ای در کارگران و درک لمس سه‌بعدی یا فضایی را در کارگرانی که با ابزارهای ارتعاش‌کننده دستی کار می‌کردند بررسی نمود و به این نتیجه رسید که علایم و نشانه‌های نورولوژیکی

کارگرانی که تماس مرمز با ارتعاش دست - بازو را داشته‌اند، فیبرهای عصبی محیطی و گیرنده‌های مکانیکی، هر دو را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

گزارش‌هایی از تغییرات تخریب کننده در استخوان‌های انگشتان و مچ کارگران استفاده کننده از ابزارهای ارتعاش کننده در دست است. براین اساس کوملین در سال ۱۹۷۳ دریافت که ۷ نفر از ۳۵ نفر چوب‌برهای مورد مطالعه‌اش وجود کیست‌ها و واکيولس را در استخوان‌های متاکارپال و یا فالانژها و یا در هر دو به صورت رادیولوژیکی نشان داده‌اند.

خطرات ناشی از ارتعاش

عوارض ناشی از ارتعاش از دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرند. یکی جنبه تاثیرگذاری کوتاه مدت ارتعاش که آن را جنبه ایمنی نام می‌نهند و دیگری جنبه بلند مدت که تحت عنوان جنبه بهداشتی از آن نام می‌برند.

الف) جنبه ایمنی: ارتعاشات به خصوص در طیف فرکانسی ۱ تا ۳۰ هرتز باعث ایجاد نوسانات جزئی بین فرد با نقطه دید یا محل تماس فیزیکی وی با کار می‌گردد. به هم خوردگی آنی تعادل بدن، افزایش نوسان بدن و لرزش دست از جمله عوارض دیگری است که به دنبال مواجهه با ارتعاش تمام بدن یا ارتعاش عضلات یا تاندونهای آنها باعث افزایش انقباض یا گرفتگی در آنها می‌گردد که در نهایت می‌تواند سبب تداخل در وضعیت اعضاء کاری گردد. احساس ضعف و دیگر تغییرات در بازو و ساق پا نیز ایجاد می‌شود.

از جمله اثرات زیانبار دیگر ارتعاشات آن است که در گستره ۲۵-۱۰ هرتز سبب کاهش تیزی می‌شوند و می‌توانند سطح عملکرد حرکتی و کنترلی وظایف دیداری کار را کاهش دهند. ضمن اینکه بر عملکرد حرکت و کنترل ماهیچه ای اثری نامطلوب دارند و باعث می‌شوند هنگام کار، خطاهای کاری افزایش یابد. با توجه به مطالب فوق می‌توان به اهمیت ارتعاش در کاهش تسلط فرد بر ابزار کار و نحوه انجام کار پی برد. به دنبال کاهش تسلط کارگر و پایین آمدن سطح عملکرد انسانی، زمینه وقوع حوادث پدیدار می‌گردد. بنابراین باید روی جنبه ایمنی ارتعاش بررسی و تامل صورت گیرد.

ب) جنبه بهداشتی: انتقال انرژی مکانیکی از یک منبع مرتعش می‌تواند باعث اختلال در راحتی یا آسایش، اختلال در اعمال فیزیولوژیک بدن و نیز ضایعات اسکلتی و ناراحتی‌های دستگاه گوارش شود.

یکی از انواع بیماریهای ناشی از ارتعاش بیماری حرکت می‌باشد که در دریا به بیماری دریا گرفتگی معروف است. بیماری‌های ناشی از تکان، در اثر تکانهای آهنگین یا نامنظم در جهت‌های گوناگون ایجاد می‌شود. جذب انرژی ارتعاش با بسامد ۳۰ تا ۳۰۰ هرتز توسط نسوج دست به پدیده سپید انگشت منجر می‌شود. سپید انگشت شایع‌ترین عارضه ناشی از ارتعاش می‌باشد و بیشتر در انگشتان دست‌ها دیده می‌شود و علت آن کم‌خونی موضعی انگشتان دست در اثر ارتعاش و فشار وارده از گرفتن ابزار می‌باشد.

تماس با ارتعاش سبب بروز واکنش‌های فیزیولوژیک می‌شود. مهمترین واکنش فیزیولوژیک در برابر ارتعاش با شدت متوسط، افزایش ضربان قلب است (۱۰ تا ۱۵ ضربه در ده دقیقه، بیشتر از وضعیت استراحت). برخی مطالعات

افزایش میزان تنفس و مصرف اکسیژن را نیز گزارش کرده‌اند. بروز این تغییرات فیزیولوژیک ممکن است با افزایش فعالیت ماهیچه‌ای ناشی از انتقال انرژی ارتعاشی، رابطه داشته باشد.

اهداف اندازه‌گیری ارتعاش

الف) عیب‌یابی و بازرسی فنی ماشین‌آلات.

ب) کنترل ارتعاش.

برای ارزیابی و بررسی ارتعاش در ماشین‌آلات، اساس بر اندازه‌گیری سرعت گذارده می‌شود. برای اندازه‌گیری سرعت ماشین‌آلات از **Vibro meter** استفاده می‌شود. این دستگاه قادر است شتاب و سرعت، تراز شتاب و تراز سرعت را اندازه‌گیری نماید. در واقع سرعت سنج این دستگاه مبدلی است که سرعت حرکت ارتعاش را اندازه‌گیری می‌کند و از یک سیم پیچ تشکیل شده است که در محور مغناطیسی یک آهنربا قرار دارد.

هنگامی که سیم پیچ در نتیجه ارتعاش دریافت شده به حرکت در می‌آید، سبب القاء ولتاژی مناسب با سرعت دریافتی می‌شود. از معایب این دستگاه نسبت به شتاب‌سنج‌ها این است که میدان‌های مغناطیسی موجود در محیط کاربر صحت اندازه‌گیری آن تأثیر می‌گذارند. معادله سینوسی سرعت ارتعاش به صورت زیر است که نسبت به

مساحت به اندازه $\frac{\pi}{2}$ تقدم فاز دارد

$$V = V_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاش:

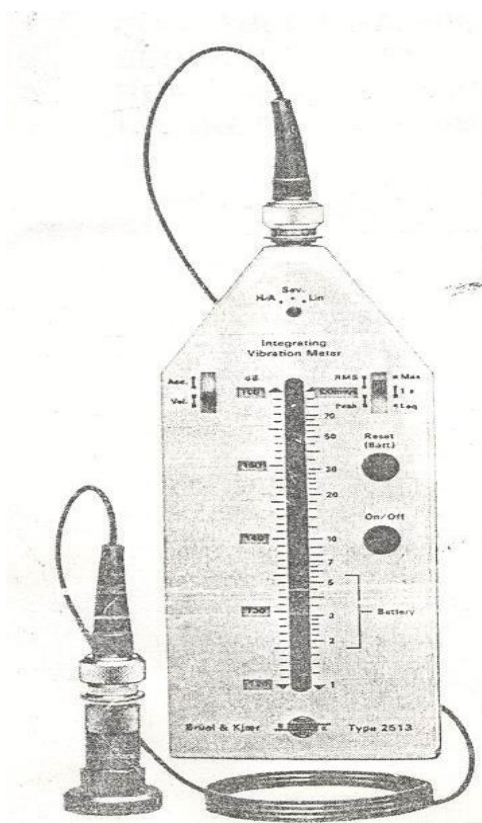
برای اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاش، شناخت کامل نسبت به روش‌های اندازه‌گیری خصوصیت محیط کار و چگونگی مواجهه کارگر اهمیت دارد. مهمترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل موارد زیر است:

الف) هدف اندازه‌گیری: هدف اندازه‌گیری شامل ارزیابی ارتعاش دستگاهی می‌باشد.

ب) وسیله اندازه‌گیری: اندازه‌گیری ارتعاش دستگاهی توسط ارتعاش‌سنج **B&K** مدل **2513** انجام گرفت.

ج) کالیبراسیون: ساده‌ترین روش کالیبراسیون برای ارتعاش‌سنج **B&K** صفر کردن دستگاه در مکانی است که هیچ‌گونه ارتعاش ندارد.

د) گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه



اجزای دستگاه ارتعاش سنج

H/A: برای اندازه گیری ارتعاش دست و بازو

Sev: برای اندازه گیری شت ارتعاش ماشین

Lin: برای تجزیه ارتعاش در فرکانس های مختلف

Acc: برای اندازه گیری شتاب ارتعاش

Vel: برای اندازه گیری سرعت ارتعاش

کلید چند زمانه سمت راست مقادیر زیر را نشان می دهد. $Peak_{1eq}$ ، $Peak_{1s}$ ، RMS_{1s} ، RMS_{max} برای چک باتری دکمه باتری را فشار می دهیم اگر نشانگر در محدوده تعریف شده بود باتری شارژ کافی برای اندازه گیری را دارد.

برای اندازه گیری آهنربای سنسور را روی بدنه مرتعش دستگاه قرار می دهیم و بعد از انتخاب شدت ارتعاش و رنج اندازه گیری اعداد را در حالات مختلف می خوانیم.

نتایج اندازه گیری ارتعاش دستگاهی

اندازه گیری ارتعاش دستگاهی در سالنهای مختلف کارخانه و یک مورد در تاسیسات کارخانه بر روی دستگاههایی که احتمال بروز ارتعاش در آنها بیشتر از بقیه دستگاه ها بود انجام گرفت.

جدول نتایج حاصل از اندازه گیری شتاب ارتعاش دستگاه ها در شرکت داروسازی ابوریحان

ارزیابی	حد مجاز شتاب (m/s^2)	توان دستگاه (KW)	شتاب (m/s^2)		دستگاه مورد اندازه گیری
			RMS		
			Max	1s	
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۵/۵	۹	۷/۵	ویال شوی بوش
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۲	۸/۵	۷	پرس ضربه ای پماد
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۲/۲	۱۰	۸	دستگاه پرکنی
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۸	۵۰	۵۰	سنگزنی
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۱۲	۷۱	۷۰	آسیاب
بالاتر از حد مجاز	۱/۸	۱۲	۳۰	۲۲	مخلوط کن

بر طبق استاندارد ISO در ارتعاش دستگاهی باید شتاب RMS را در نظر بگیریم و بهتر است که از شتاب یک ثانیه که دقیق تر می باشد استفاده نمائیم. لذا در ارزیابی شتاب ، RMS_{1s} لحاظ گردیده است. در دستگاههایی که با چندین موتور مشغول بکار هستند باید توان قدرت بزرگترین موتور مورد ارزیابی قرار بگیرد.

استاندارد ارتعاش دستگاه

موسسه ISO برای شتاب ارتعاش دستگاه ها با توجه به توان موتور دستگاه ، حدود مجازی ارائه نموده است. اگر شتاب ارتعاش دستگاه بیش از این حد مجاز باشد دستگاه از نظر ارتعاش بالانس نبوده و باید اقدامات کنترلی جهت کاهش ارتعاش صورت پذیرد و در واقع هدف از اندازه گیری ارتعاش صنعتی عیب یابی دستگاه است.

جدول حدود مجاز شتاب ارتعاش دستگاه با توجه به توان موتور دستگاه طبق استاندارد ISO

حد مجاز شتاب ارتعاشی $\frac{mm}{s^2}$	توان موتور دستگاه بر حسب KW
۱/۸	کمتر از ۱۵
۲/۸	۱۵-۷۵

با توجه به استاندارد ارائه شده ارتعاش دستگاه های مورد ارزیابی بالاتر از حد استاندارد می باشد و این ارتعاشات باید هم از نظر خطرات سلامتی برای کارگران و هم خطرات ساختمانی کارگاه و نیز فرسودگی بدنه دستگاه ها مورد توجه قرار بگیرد. در بخش کنترل ارتعاش این موضوع مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

اهداف کنترل ارتعاش

۱. حفاظت دستگاهها و بناها از تخریب و استهلاک ناشی از ارتعاش.
۲. حفاظت افراد در برابر صدمات ناشی از ارتعاش.
۳. کنترل صدا ناشی از ارتعاش.

اصول پیشگیری از اثرات ارتعاش

- ۱- کنترل ارتعاش در موقع طراحی و ساخت دستگاهها.
- ۲- کنترل ارتعاش به روش فنی در منبع تولید.
- ۳- نصب میراکننده در محل های تماس با بدن روی دستگاه.
- ۴- کنترل دستگاه ها از راه دور.
- ۵- اقدامات مدیریتی نظیر کاهش مواجهه، گردشی نمودن شغل و تغییر شغل.
- ۶- استفاده از وسایل حفاظت فردی نظیر کفش، دستکش، زیرپایی ضد ارتعاش.
- ۷- اقدامات پزشکی نظیر ارزیابی سلامت کارگر در معاینات قبل از استخدام، پایش سلامت در معاینات دوره ای و تشخیص زودرس عوارض.

کنترل ارتعاش در مرحله طراحی و ساخت

ارتعاش دستگاه های صنعتی به دو دلیل تولید می گردد . اول، ارتعاشی که بدلیل ماهیت کار بوده و جزئی از کارآیی دستگاه است مانند ارتعاش یک دستگاه میکسر (مخلوط کن) که برای عمل مخلوط کردن مواد می بایستی محیط مرتعش باشد . دوم، ارتعاشی که بدلیل اتلاف انرژی مکانیکی ایجاد می گردد . این نوع ارتعاش همانند صدا و گرما راهی برای اتلاف انرژی دستگاههایی است که بازدهی کافی ندارند.

برای هر دو گروه بایستی کارخانجات سازنده با الگوهای فنی تدابیری بیاندیشند که ارتعاش تولیدی آنها کمتر باشد. اگر چه سازندگان خود به این نکته واقفند که این گونه دستگاهها مقبولیت کمتر و عمر کوتاه تری دارند، ولی در بسیاری از موارد در کنترل فنی موفقیت چندانی ندارند. مناسب ترین راه این است که شرکت های سازنده خود اقدام به رفع معایب و کنترل ارتعاش نمایند. از نظر تجارتي، در معرفی دستگاهها عاملی به نام ضد ارتعاش بودن وسیله نیز مدنظر قرار می گیرد.

کنترل ارتعاش در منبع

یکی از معمول ترین و موثرترین روشهای کنترل ارتعاش می باشد. یکی از بیشترین منابع معمول در ارتعاش مکانیکی در ماشینهای گردنده ، عدم توازن می باشد. عدم موازنه ممکن است به علت افزایش تعداد منابع باشد، اما راه حل آن به سادگی با بالانس کردن قسمت های گردنده انجام می شود که غالباً این امر به سادگی با کاهش دینامیکی در دامنه ارتعاش صورت می گیرد. گاهی می توان با سفت کردن لبه های تکیه گاه، فرکانس های طبیعی سیستم را تغییر داده و از ایجاد تشدید ناخواسته جلوگیری کرد.

نصب میراکننده در محل های تماس با بدن بر روی دستگاه

قرار دادن یک ماده میراکننده بین بدنه خارجی دستگاه و دست کاربر، روش موثر و متداول برای کاهش سطح ارتعاشات ابزاردستی است. در این روش میرایی به دو شکل قرار دادن ماده میراکننده بین بدنه ابزار و دسته آن و پوشش ابزار با لاستیک تأمین می شود.

کنترل دستگاه از راه دور

این روش بی شک موثرترین روش حذف انتقال ارتعاش های حاصل از ابزارها به بدن است. این روش در عین حال گران ترین روش است. برای بسیاری از دستگاه های مرتعش صنعتی و معادن می توان از این روش برای هدایت دستگاهها استفاده نمود. این روش می تواند با استفاده از سیم برای دستگاههای ثابت و هدایت بوسیله بی سیم برای وسایل متحرک طراحی شود.

کاهش زمان اثرگذاری

در صورتی که روش های دیگر قابل اجرا نباشند یا موثر عمل ننمایند. کاهش زمان مواجهه روزانه تنها راه حل می باشد. این امر از طریق اتخاذ روشهای مدیریتی از جمله چرخش شغلی و در نظر گرفتن زمان های استراحت عملی می باشد.

استفاده از وسایل حفاظت فردی

استفاده از لوازم حفاظت فردی نظیر کفش و دستکش ضداارتعاش می تواند به همراه سایر روشها اهمیت داشته باشد. برخلاف محدودیت های استفاده از لوازم حفاظت فردی در مقابل سایر عوامل مخاطره زا از این روش می توان در کنترل ارتعاش، بدون مقاومت کارگر یا ایجاد عوارض و حتی بدون محدودیت در انجام کار استفاده نمود

منابع :

1. Noise at work
2. Measurement of workplace noise
3. Noise pollution
4. Controlling noise within the workplace

