

طب کار ۴

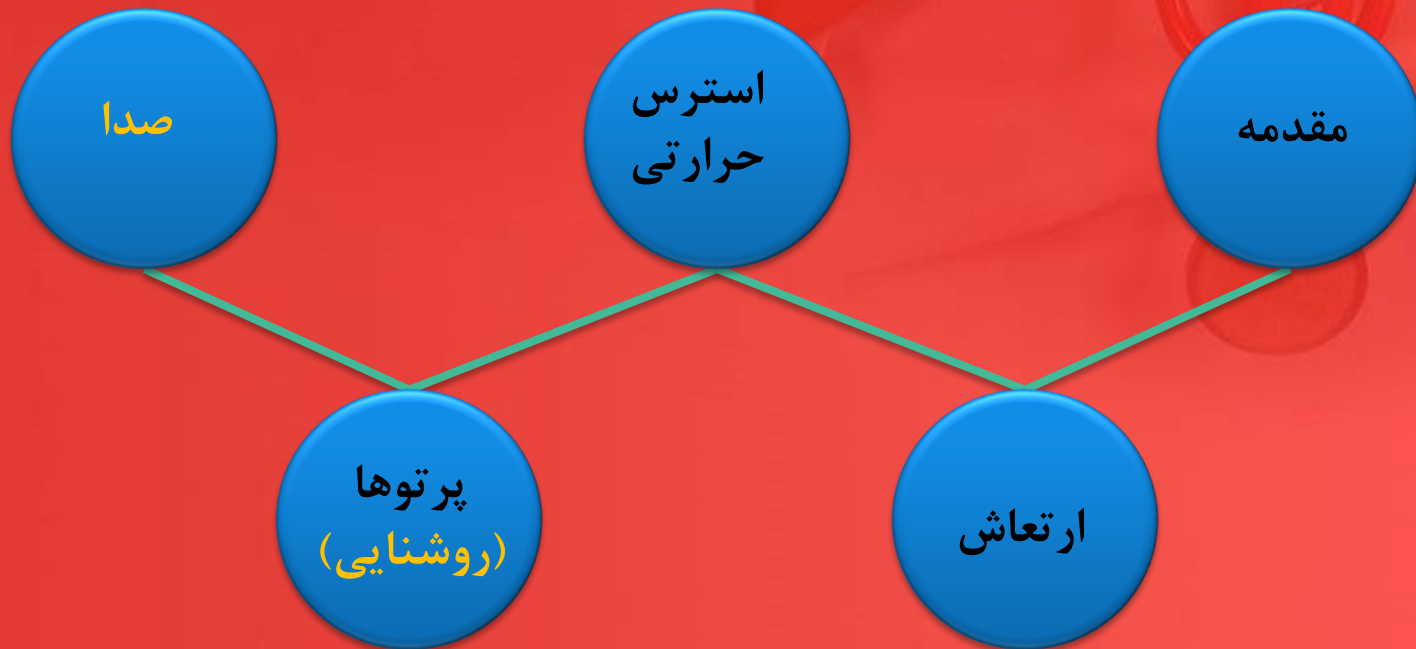
(بیماری های سیستم شنوایی، عوامل فیزیکی و کبدی
ناشی از کار)

بیماریهای ناشی از عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار

مدرس:
دکتر سمیه فرهنگ

استادیار گروه بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

رئوس مطالب





مقدمه

وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰

عوامل و استرس‌های محیطی

عوامل و استرس‌های مختلف محیطی که می‌توانند موجب بیماری و اختلال در سلامتی کارگران شوند



✓ شیمیایی (انواع مواد شیمیایی، سمی و آفت کش ها)



✓ فیزیکی (صدا، ارتعاش، استرس حرارتی، پرتوها، روشنایی)

✓ بیولوژیکی (ویروس ها، باکتریها، قارچها، انگل ها)

✓ روانشناختی (مخاطرات ناشی از ناتوانی فرد در تطابق با محیط روانشناختی کار)

✓ ارگونومی (وضعیت نامناسب بدنی در زمان کار با ابزارها و ماشین آلات و ...)



✓ ایمنی (وقوع حوادث و ایجاد جراحت ناشی از عدم رعایت نکات ایمنی کار با ابزارها و ماشین آلات

ناایمن و ...)





ارتعاش

وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰

ارتعاش در محیط کار

منظور از ارتعاش حرکت نوسانی است که یک جسم حول نقطه تعادل خود انجام می‌دهد. صدا و ارتعاش هر دو از جنس امواج مکانیکی بوده و قابل تبدیل به یکدیگر می‌باشند. ارتعاش برخی مواقع تشدید کننده صدا و حتی علت ایجاد، یا منبع تولید صدا نیز می‌تواند باشد. انتشار موج صوتی در مجاورت اجسام می‌تواند باعث ارتعاش آنها گردد.

تجهیزات و وسایل کاری که به طور فراگیر مورد استفاده کارگران بوده و مولد ارتعاش هستند شامل: ابزارهای الکتریکی چرخان، انواع موتورهای درونسوز و ابزارهای پنوماتیک و وسایل نقلیه و نیز دستگاه‌های که قسمت‌های متحرک دارند مانند آسیاب و میکسر.



منابع ارتعاش تمام بدن

فعالیت	منبع
انبارداری	لیفتراک
ساخت و ساز	جرثقیل، بولدوزر، ماشین‌های جاده، تراکتور، بیل مکانیکی
کشاورزی	تراکتور
حمل و نقل	متروها، اتوبوس‌ها، قطارها، هلی‌کوپترها و تراکتورها
ساختمان‌ها	ارتعاش مترو و ریل و سیستم تهویه

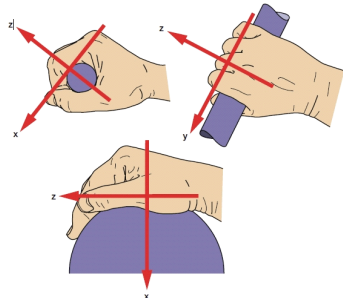
انواع ارتعاش انسانی

ارتعاش وارد شده بر انسان شامل دو مبحث مهم و اساسی است:

ارتعاش تمام بدن (WBV) و

ارتعاش دست و بازو (HAV).

یکی از عوامل مهم در بررسی حرکت ارتعاشی، جهت ورود آن به بدن می باشد. واکنش های فیزیولوژیک انسان به ارتعاش تمام بدن و حساسیت ناشی از آن، شدیداً به جهت ورود نیروی ارتعاشی به بدن یا اعضا بستگی دارد.



جهت X از پشت به سینه

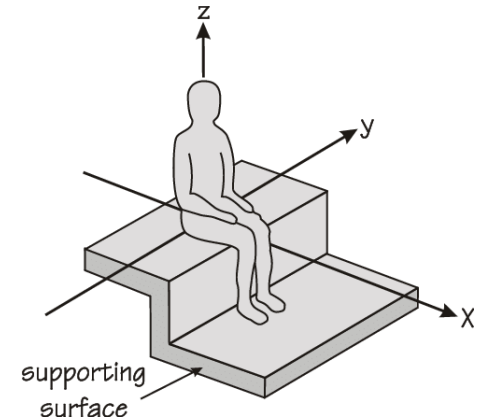
جهت Y از شانه به شانه

جهت Z در امتداد طول بدن (از پا به سر)

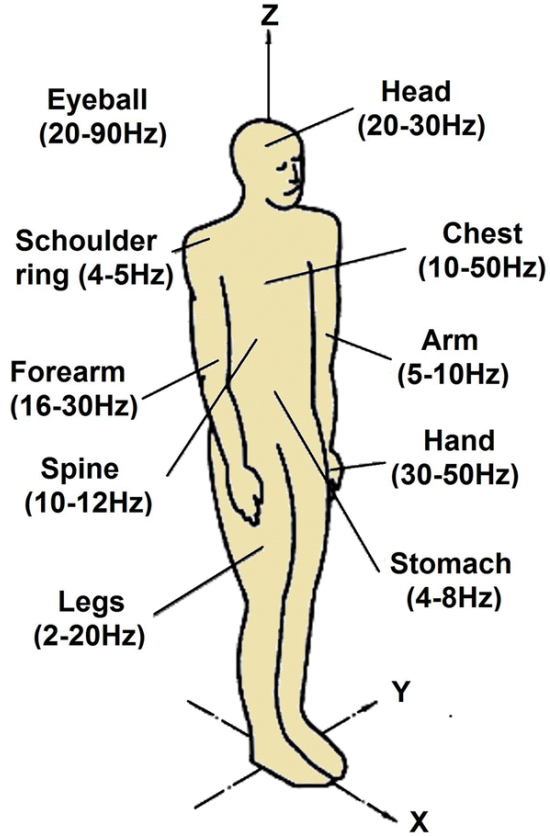
- جهت X از کف به پشت دست

- جهت Y در جهت پهنای دست، از انگشت کوچک به سمت انگشت شست

- جهت Z در امتداد طول دست (از نوک انگشتان به سمت بازو)



اثرات ارتعاش تمام بدن بر سلامت



ارتعاش تمام بدن به ساختارهای آناتومیکی حمایتی، مخصوصا **پاها** در زمان ایستاده بودن و به **باسن و کمر** در زمان نشسته بودن **منتقل** می‌گردد. ارتعاش‌هایی با فرکانس پایین که سبب ارتعاش تمام بدن می‌شوند. **پتانسیل** ایجاد رزونانس و ایجاد اثر بر روی سیستم اسکلتی عضلانی را دارند. هر قسمت از بدن انسان دارای **فرکانس** (جرم، فنریت و میرایی) **منحصر به فرد** خودش است. در نتیجه هر قسمت از بدن **جداگانه** با توجه به فرکانس خود ممکن است دچار **پدیده تشدید** شود.

مدل ارتعاش مکانیکی در انسان

اثرات ارتعاش تمام بدن بر سلامت

✓ موثرترین فرکانسی که سبب ارتعاش عمودی تمام بدن و از ناحیه پا با یاسن وارد بدن می شود دارای محدوده‌ای بین ۴ تا ۸ هرتز خواهد بود.

✓ ارتعاش‌هایی که دارای محدوده فرکانسی بین ۲.۵ تا ۵ هرتز می باشند سبب ایجاد پدیده تشدید



در مهره‌های گردن و ناحیه کمر می شوند و این تشدید سبب تقویت آن تا ۲۴۰٪ می شود.

✓ در بین فرکانس‌های ۴ تا ۶ هرتز پدیده رزونانس در تنه ممکن است دو برابر شود.



✓ ارتعاش با محدوده فرکانسی ۲۰ تا ۳۰ هرتز سبب ایجاد رزونانس شدیدی

در بین نواحی سر و شانه‌ها می گردد و تا ۳۵۰٪ تقویت می گردد.



اثرات ارتعاش تمام بدن بر سلامت

در بدن انسان این عوامل می‌توانند سبب ایجاد **استرس‌های مزمن** و گاهی حتی منجر به **صدمات دائمی به اندام‌های تحت تاثیر یا دیگر اندام‌ها** شوند. بیشترین توجه به اثرات زیان بار ناشی از **WBV** در بین نیروهای کار به کمر درد در **بین رانندگان وسایل نقلیه** نسبت داده می‌شود.



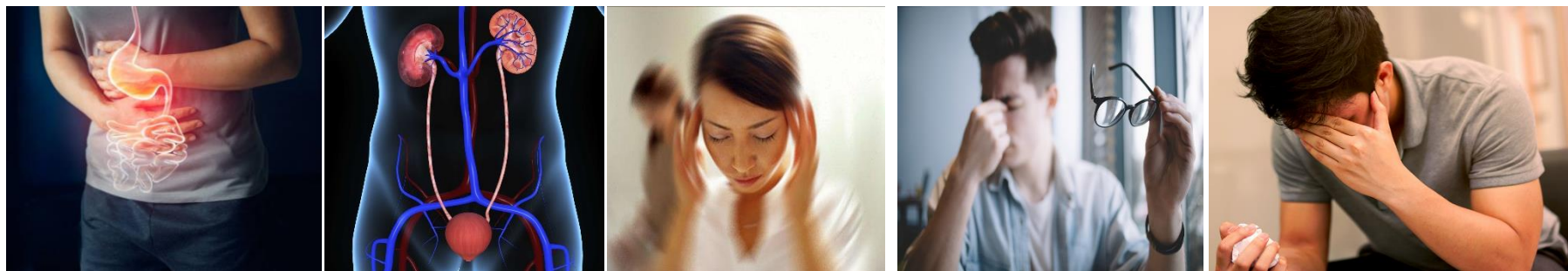
در حالیکه تغییرات زودگذر **سایکوموتور**، **فیزیولوژیک** یا **عملکرد روانی** فرد به **WBV** نسبت داده می‌شود، **بزرگترین نگرانی** در مورد **درد مزمن قسمت‌های پایین کمر** می‌باشد.

بیشترین تاکید برای **ارزیابی ریسک** و **درمان** به نشستن بر روی **صندلی** لیفتراک، ماشین‌های ساختمان سازی و خودروهای مخصوص جاده‌های خاکی اطلاق می‌شود.

مواجهه با ارتعاش تمام بدن می‌تواند باعث اختلالات اسکلتی-عضلانی، اختلالات گوارشی، سیستم‌های تناسلی-ادراری، سرگیجه، کاهش تمرکز، اختلال در بینایی و تعادل و تهوع شود.

ارتعاش به عنوان یک استرس فیزیکی می‌تواند ترشح هورمون‌های محرک را زیاد کرده و باعث تحریک عصبی گردد. افزایش فشار خون و نبض نیز به همین دلیل است.

دیگر اثرات بر سلامت که با ارتعاش تمام بدن مرتبط است، عبارتند از: هموروئیدها، فشار خون بالا، اختلالات کلیوی و حتی ناتوانی جنسی و سایر عوارض جانبی ناباروری در مردان و زنان.



حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش تمام بدن

مدت مجاز مواجهه (دقیقه)	حد مجاز شتاب مؤثر معادل - برآیند سه جهت (m/s^2)
۹۶۰	۱/۸
۴۸۰	۲
۲۴۰	۲/۸
۱۲۰	۴
۶۰	۵/۵
۳۰	۸
۱۵	۱۲
۷/۵	۱۷



جهت کنترل WBV بیشتر باید بر روی اندازه‌گیری میزان ارتعاش و مقایسه آن با مقادیر استاندارد و ارائه راهکارهای کنترلی توجه کرد تا انجام معاینات و ارزیابی‌های پزشکی.

به عنوان مثال در وسایل حمل و نقل از صندلی‌های جاذب ارتعاش استفاده می‌شود تا میزان ارتعاشات عمودی را کاهش دهند. اگرچه طراحی‌هایی که از قبل در بدنه و سیستم تعلیق و کمک فنرهای خودرو استقرار یافته‌اند، موثرتر خواهند بود. در محیط‌های صنعتی نیز نصب تجهیزات ضد ارتعاش بر روی ماشین آلات، کنترل از راه دور و ایزوله کردن از جمله اقدامات حفاظتی در برابر ارتعاش هستند. حتی اگر علت و منبع ایجاد کمردرد شناخته نشده باشد، محیط کاری محافظت شده در برابر WBV سبب کاهش علائم کمردرد می‌شود.



اثرات مواجهه با ارتعاش دست و بازو

مواجهه با ارتعاش دست و بازو می تواند باعث اختلالات عملکردی نورولوژیک و شریانی اندام های فوقانی شود. آسیب ناشی از ارتعاش سگمنتال در فرکانس های ۵ تا ۱۵۰۰ هرتز ایجاد می شود، اما معمولاً این سندرم در فرکانس های ۱۲۵ تا ۳۰۰ هرتز رخ می دهد.

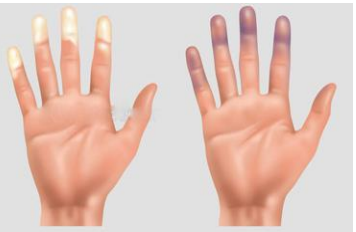


فعالیت	منبع
استفاده از ابزار یا ماشین آلات مرتعش	تراش، فرز، پرس، مته، سنگ سنباده، آچار، اره و ...

سندرم ارتعاش دست و بازو (اختلال نورولوژی و شریانی)

نوعی فرم دوم از **سندرم رینود** (کاهش چشمگیر جریان خون در رگ‌های دست) است، یک آسیب صنعتی که با استفاده مداوم از **ماشین‌های دستی لرزشی** ایجاد می‌شود. در اوایل بیماری محل درگیری در **انتهای تحتانی یک انگشت** است که به تدریج به **سایر انگشتان** هم سرایت می‌کند. با پیشرفت بیماری **قسمت‌های میانی و ریشه انگشتان** هم درگیر می‌شود. **درگیری انگشت شست** بعد از انگشتان دیگر رخ می‌دهد. در اوایل بیماری **حملات با دمای محیط (سرما)** در ارتباط هستند.

عوارض عروقی پس از ۲ تا ۳ سال ظاهر می‌شود. ابتدا **سفیدی کف دست** در اثر کمی جریان خون به وجود آمده و کم‌کم سفیدی دست جای خود را به **کبودی** می‌دهد. انگشت‌ها و دست‌ها رفته رفته **ناتوان** گردیده و لاغری ماهیچه‌ها روز به روز تشدید می‌شود.



اثرات مواجهه با ارتعاش دست و بازو

ضایعات مفصلی

ضایعات و عوارض مفصلی **مچ - ارنج و شانه** که با درد و تورم ظاهر می شود. **ماهیه‌ها** رفته رفته لاغر گشته و **عصب های تونل کوبیتال و کارپال** دست آزار می بینند.



حد مجاز مواجهه شغلی با ارتعاش دست

مقادیر شتاب مجاز مواجهه روزانه ^{***} rms		مقادیر مجاز ساعات مواجهه [*]
g	$\frac{m}{s^2}$	
۰/۴	۴	۴ ساعت و کمتر از ۸ ساعت
۰/۶۱	۶	۲ ساعت و کمتر از ۴ ساعت
۰/۸۱	۸	۱ ساعت و کمتر از ۲ ساعت
۱/۲۲	۱۲	کمتر از ۱ ساعت

* منظور کل زمانی است که شاغل در روز به طور متناوب یا مداوم با ارتعاش مواجه است.

** مقادیر برای محور اصلی ورود ارتعاش یا محوری که مقادیر در آن بیشتر است، عنوان گردیده است. در صورتی که در بیش از یک محور مقادیر از حد مجاز بالاتر باشد TLV کاهش خواهد یافت.

پیشگیری

برای مواردی که دچار **بیماری اثبات شده** و دارای علائمی همچون **احساس لرزش غیر عادی**، **اختلال در درک** و **افزایش درد** هستند، مدیریت باید نسبت به **قطع مواجهه آن‌ها و تغییر شغل آن‌ها** اقدام نماید.

طراحی ابزار به نحوی که **برای کنترل آن به کمترین فشار** نیاز باشد، می‌تواند سبب کاهش مواجهه افراد با ارتعاش گردد. **افراد** که با وسایل مرتعش کار می‌کنند باید از **خطرات** ارتعاش دست و بازو **آگاه** شده و به آن‌ها **آموزش** داده شود تا هرگونه **تغییر مرتبط را فوراً گزارش** نمایند.

تمامی افرادی که دچار بیماری رینود هستند چه علت بیماری شغلی باشد یا نباشد، باید از **دستکش‌های حفاظت کننده در برابر سرما** استفاده نمایند تا از تشدید بیماری جلوگیری شود. هرچند استفاده از **دستکش‌های ضد ارتعاش** نیز مفید می‌باشد.





استرس حرارتی

(استرس گرمائی و استرس سرمائی)

وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰

استرس گرمایی



مخاطرات مرتبط با کار در شرایط جوی نامناسب (استرس های حرارتی شامل استرس گرمائی و استرس سرمائی) در محیط های کاری سرپوشیده و روباز می تواند سبب آسیب و صدمه ، بیماری و حتی مرگ شاغلین شود. علاوه بر اثرات مستقیم استرس حرارتی بر سلامتی شاغلین و پیامدهای روانی، اجتماعی و اقتصادی آن ، اثرات غیرمستقیم استرس های حرارتی که با کاهش عملکرد جسمی و ذهنی، افت تولید، خطاهای انسانی ، حوادث و زیان های اقتصادی همراه است، سبب گردیده که موضوع ارزیابی و مدیریت ریسک مواجهه با استرس های گرمایی به یکی از مباحث جدی ، مهم و ضروری در بهداشت حرفه ای تبدیل شود.

کارگران شاغل در محیط های روباز ، آتشنشان ها، کارگران نانوائی ، کشاورزان ، کارگران ساختمانی، معدنکاران ، کارگران اتاق بویلر و در معرض استرس گرمائی هستند.

استرس گرمایی

هنگامی که مجموعه اثرات عوامل محیطی (دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و سرعت جریان هوا)، لباس و فعالیت انسان سبب افزایش دمای بدن شود، استرس گرمائی رخ می دهد.

هر جا استرس گرمایی وجود دارد استرین گرمایی (واکنش بدن نسبت به گرما) شکل می گیرد که می تواند باعث واکنش های فیزیولوژیکی مانند افزایش دما پوست، تعریق، افزایش ضربان قلب و بالا رفتن دمای عمقی بدن شود.



هموستازیس عبارتست از حفظ محیط داخلی ثابت در بدن که نه تنها کنترل دمای بدن بلکه کنترل تعادل آب خون، سطح قند و اوره خون را شامل می شود.

بدن انسان در ناحیه باریکی از دمای عمقی عمل می کند. دمای عمقی بدن در ردیف $36/8 - 37/2^{\circ}\text{C}$ است.

برای حفظ تعادل دمای داخلی، هر گونه اثر گرما بر بدن اعم از دریافت گرما از محیط خارج یا تولید گرمای حاصل از انجام کار توسط فرد باید از طریق اتلاف مقدار گرمائی معادل گرمای دریافتی، بالانس شود.

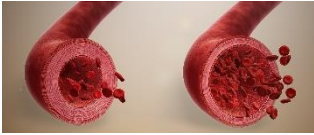
اگر این امر صورت نگیرد، گرما در بدن انباشته شده و فرد استرین (تنش) گرمائی را تجربه خواهد



مکانیسم های کاهنده دما در صورت گرم شدن بدن

زمانی که دمای بدن بیش از حد بالا رود ، دستگاه کنترل دمای بدن از مکانیسم مهم برای کاهش گرمای بدن سود می برد:

- **اتساع عروق خونی پوست:** عروق خونی پوست تقریباً در تمام مناطق بدن به شدت متسع می شوند. این امر ناشی از **مهار مراکز سمپاتیکی هیپوتالاموس خلفی** است که **عروق را منقبض می کنند**. **اتساع کامل عروق** می تواند میزان انتقال گرما به پوست را تا ۸ برابر افزایش دهد.

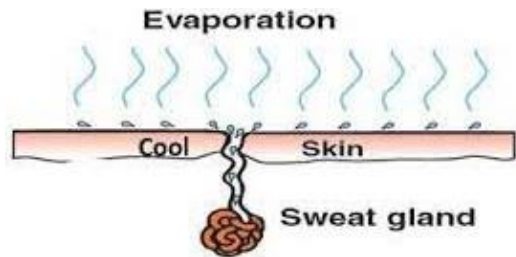


- **تعریق:** وقتی دمای مرکز بدن از حد بحرانی (۳۷.۶ سانتیگراد) فراتر می رود ، میزان **دفع تبخیری گرما** با شیبی تند افزایش می یابد، **افزایش بیشتر دمای بدن به میزان ۱ سانتیگراد** **تعریق را به حدی زیاد می کند** که می تواند **۱۰ برابر میزان پایه تولید گرما** را بردارد.



- **کاهش تولید گرما:** مکانیسم های **مولد گرمای** اضافی همچون لرز و گرمازایی شیمیایی (افزایش فوری میزان متابولیسم سلولی) **قویاً مهار می شوند**.





موثرترین راه **تنظیم دمای بدن** از طریق **تبخیر عرق** صورت می گیرد.

تبخیر عرق در فرایند خنک سازی بدن تا ۹۸٪ سهم دارد.

اگر مایعات از دست رفته از بدن، جبران نگردد، ظرفیت فیزیکی کار فرد **خستگی و تغییرات سایکولوژیکی** می شود.

- کم آبی معادل ۱-۲ درصد وزن بدن باعث ۶-۷ درصد کاهش در میزان کار فیزیکی می شود.

- کم آبی معادل ۲-۴ درصد وزن بدن **بترتیب ۲۲ و ۵۰ درصد کاهش در میزان کار** در محیط های با

گرمای متوسط و شدید را به همراه دارد.

- **عملکرد ذهنی افراد در کم آبی معادل ۲ درصد، شروع به کاهش**

می کند و سپس متناسب با کم آبی بیشتر، عملکرد ذهنی نیز

افت بیشتری می کند.



سازش فرآیند فیزیولوژیکی پیچیده ای است که طی زمان، بدن خود را با محیط حرارتی تنظیم می کند.

سازش با گرما به حالتی اطلاق می شود که فرد به علت اصلاح در دفع گرما از طریق افزایش خفیف در دمای عمقی بدن، توانائی انجام کار بیشتری را در گرما می یابد. فرآیند سازش سبب کارائی بیشتر بدن در کنترل دمای داخلی می شود.

مزایای برقراری سازش عبارتست از :

- تولید عرق بیشتر با مقدار الکترولیت (سدیم، پتاسیم و ...) کمتر
- دمای پوست و رکتال پائین تر نسبت به روزهای ابتدایی شروع مواجهه با گرما
- فشار خون بهتر و ثابت تر همراه با میزان نبض کمتر



Timeline of Response



↑ Performance ↓ Core Temp ↓ Heart Rate ↑ Sweating

سازش با گرما به آرامی در طول هفته ها فعالیت مداوم در شرایط استرس گرمائی بدست می آید.

اعتقاد کلی بر آن است که سازش با گرما سریع تر از، از دست رفتن سازش حاصل می شود. هر چند که مدت زمان لازم برای از دست رفتن سازش مشخص نیست اما Bates و Donoghue, Brake (1998) اظهار می دارند که ۲۱-۷ روز دوری از محیط های گرم می تواند سبب از دست رفتن سازش شود.

در صورت عدم مواجهه با گرما و یا مواجهه خفیف، سازش مجدداً طی ۷-۴ روز بدست خواهد آمد.

از جمله عوامل موثر بر سازش

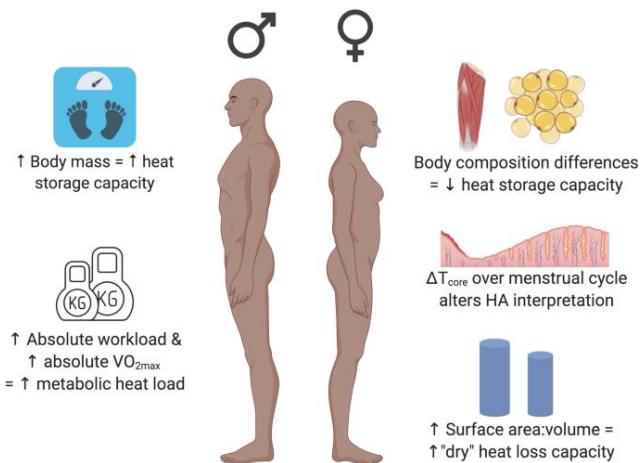
- سن: افراد بیش از ۴۵ سال نسبت به افراد کم سن تر **تحمل گرمایی کمتری** دارند.
- جنسیت: زنان نسبت به مردان **تحمل گرمایی کمتری** برای محیطهای گرمایی دارند زیرا زنان در شرایط مساوی با مردان **گرمای درونی بیشتری** تولید می کنند.
- چاقی: افراد چاق **توانایی کمتری** برای کار در محیطهای گرم دارند.
- مصرف برخی داروها همچون داروهای قلبی، آرام بخشها، هیوسینها و بعضی آنتی بیوتیکها از **تطابق فرد با محیط گرم می کاهند.**

- **تغذیه:** سازش افرادی که در رژیم غذایی خود نمک استفاده می کنند **بهتر است.**

- **ابعاد بدن:** کسانی که **جثه کوچکتری** دارند سازش آنها با محیط

28 کمتر است.

وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰



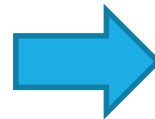
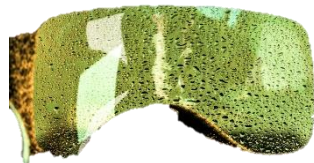
اثرات سلامتی استرس گرمایی

مواجهه گرما به دو صورت **حاد** و **مزمن** هست که **مواجهه حاد** می‌تواند منجر به افزایش دمای عمقی بدن شده و مستقیماً منجر به بیماری‌های ناشی از گرما نظیر راش‌های خفیف گرمایی، کرامپ‌های عضلانی، خستگی گرمایی تا شوک‌های گرمایی تهدیدکننده سلامت شود و تأثیر **مواجهه مزمن با گرما** در محیط‌های کاری نیز شامل بیماری‌های قلبی- عروقی، تأثیر بر سلامت روان، بیماری‌های مزمن کلیوی و مشکلات ناباروری هست.



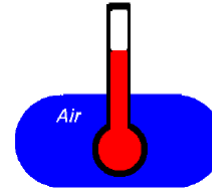
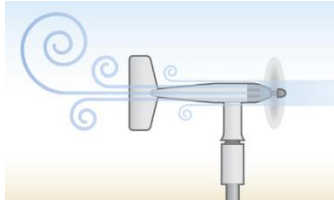
اثرات سلامتی استرس گرمایی

گرما همچنین بدلیل دست های عرق کرده و خیس، عینک های ایمنی مه گرفته و گیجی سبب افزایش ریسک صدمات در کارگران می شود.



عوامل تعیین کننده استرس گرمایی

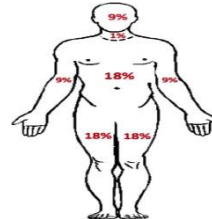
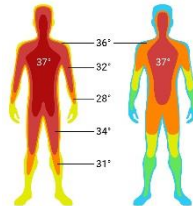
دمای هوا (خشک، تر و تابشی)، فشار بخار آب (رطوبت)، سرعت جریان هوا



عوامل تعیین کننده استرین گرمایی

سازگاری با گرما، تولید گرمای حاصل از متابولیسم (سطح فعالیت فیزیکی)، سطح بدن، لباس،

دمای بدن، مدت مواجهه، رطوبت پوست



HEAT EXHAUSTION

خستگی گرمایی چیست؟

زمانی که دمای محیط اطراف بالاتر از دمای بدن باشد و بدن نتواند گرمای داخلی خود را دفع کند و به دلیل رطوبت زیاد هوا، تبخیر عرق محدود شود، بدن، حرارتی بیش از حد تولید می کند که به «خستگی گرمایی» می انجامد.

در این شرایط فرد به مقدار زیادی آب بدن خود را از دست می دهد، رنگ پوستش پریده، مرطوب و سرد می شود و سرگیجه، سردرد، افت فشار خون، تهوع و اسهال به سراغش می آید.



کرامپ گرمائی

کرامپ های گرمایی، **گرفتگی های متعدد و غیرارادی عضلات** در اثر گرمای هوا هستند که به طور شایع گریبانگیر افراد پر تحرک و فعال خواهد بود، مثل افرادی که در **هوای گرم و مرطوب** به ورزش یا انجام کارهای بدنی سنگین می پردازند.

این گرفتگی عضلات معمولاً با **دهیدراتاسیون و کاهش آب بدن** در ارتباط هستند. کرامپ های گرمایی معمولاً **عضلات بزرگ بدن** را درگیر می کنند که در هوای گرم، فشار زیادی بر آنها وارد می شود. این کرامپ ها بیشتر از همه **عضلات پاها (مخصوصاً عضله پشت ران)، عضلات شکم، کمر و بازوها** را درگیر می کنند.



علائم

اگر فردی علائم و نشانه هایی مثل **ضعف، تهوع و استفراغ، سردرد و سرگیجه** را به همراه **درد و گرفتگی عضلات بدن** تجربه کند.

شوگ گرمایی

شوگ گرمایی را شدید ترین وضعیت در مواجهه با گرما دانست که میزان مرگ و میر آن بالاتر از ۵۰ درصد است .

جدی ترین تنش حرارتی، شوگ گرمایی است که علائم آن شامل بالا رفتن دمای بدن، ضربان قلب سریع، قرمز شدن پوست، تنفس سریع و هذیان گفتن و کاهش هوشیاری یا تشنج است.



این شاخص از سوی سازمان بین المللی استاندارد (ISO) و انجمن متخصصین بهداشت صنعتی امریکا (ACGIH) بعنوان شاخص توصیه شده برای ارزیابی مواجهه های شغلی با گرما توصیه شده است.

شاخص تر – گوی سان (WBGT) براساس روابط زیر برای محیط های کاری سرپوشیده و روباز محاسبه می شود:

$$\text{WBGT} = 0.7t_{nw} + 0.3t_g \quad \text{محیط های سرپوشیده}$$

$$\text{WBGT} = 0.7t_{nw} + 0.2t_g + 0.1t_a \quad \text{محیط های روباز}$$



حدود مجاز این شاخص با توجه به میزان **فعالیت فرد و الگوی کار - استراحت** در جدول زیر ارائه شده است.

حد مجاز مواجهه شغلی برای مواجهه با استرس گرمایی با شاخص دمای تر گوی سان WBGT

مدت زمان کار	کارسبک	کار متوسط	کارسنگین	کار خیلی سنگین
۷۵٪ الی ۱۰۰٪	۳۱	۲۸	–	–
۵۰٪ الی ۷۵٪	۳۱	۲۹	۲۷/۵	–
۲۵٪ الی ۵۰٪	۳۲	۳۰	۲۹	۲۸
۰٪ الی ۲۵٪	۳۲/۵	۳۱/۵	۳۰/۵	۳۰

پیشگیری از بیماری‌های ناشی از استرس گرمایی

پیشگیری از بیماری‌های ناشی از استرس‌های گرمایی شامل ترکیبی از **کنترل‌های محیطی و مدیریتی** می‌باشد. استفاده از **وسایل فردی** نقش مستقیم حفاظتی برای این خطر ندارد، اما به دلیل نقش کمک‌کننده‌ای که در کنترل خطرات دارد می‌تواند مورد بحث قرار گیرد.

کنترل‌های محیطی

زمانی که امکان داشته باشد، باید کنترل مستقیمی بر روی **دما، رطوبت، سرعت جریان هوا و منابع تابش‌های حرارتی** انجام شود. در بعضی موارد این کنترل‌ها می‌تواند با دیگر ابزارهای کنترلی مهندسی ترکیب شوند، مانند ایجاد **سیستم تهویه** برای کارگران معادن زیر زمینی. زمانی که دما قابل کنترل نیست می‌توان از دیگر پارامترهای موثر بر دمای محیط استفاده کرد مانند: استفاده کردن از **جریان هوای سریع و کاهش رطوبت یا حفاظ گذاری**



منابع تولید کننده گرما.

کنترل‌های مدیریتی

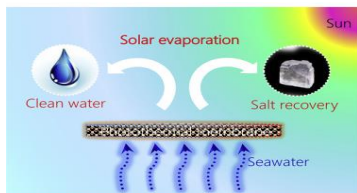
انجام کنترل بر روی شرایط محیطی بخصوص در مشاغلی که کارها در محیط‌های آزاد انجام می‌شود در بیشتر مواقع غیر ممکن است. در نتیجه می‌توان از کنترل‌های مدیریتی استفاده کرد. کنترل‌های مدیریتی دارای ۴ جز اصلی به قرار زیر می‌باشند:

✓ **ایجاد تطابق** (کارگران تازه-استخدام و همچنین کارگرانی که برای مدت بیش از ۱ هفته از کار غیبت داشته‌اند، نیاز به تطابق دوباره با شرایط قبل شروع دوباره کار دارند)

✓ **برنامه‌ریزی کاری** (با توجه به میزان بار کاری، وقفه‌های استراحتی کافی جهت کاهش بار گرمایی بدن و جبران آب و نمک از دست رفته در نظر گرفته می‌شود. بیشتر بیماری‌های ناشی از گرما به علت نبود وقفه‌های استراحتی مناسب ایجاد می‌شوند)

✓ **جبران آب و نمک از دست رفته** (زمانی که فرد در طول یک شیفت کاری بیش از ۱ تا ۲ لیتر آب از دست دهد، علاوه بر آب باید نمک نیز از طریق قرص‌های نمک یا نمک محلول در آب یا نوشیدنی‌های دارای نمک تامین گردد)

✓ **نظارت** (استفاده از پرسشنامه‌ها و معاینات دوره‌ای اطلاعات بیشتری در مورد موثر بودن یا کافی بودن سیستم‌های کنترلی ارائه می‌دهد. همچنین افراد حساس نسبت به گرما را نیز مشخص می‌کند)



وسایل حفاظت فردی

استفاده کردن از وسایل حفاظت فردی جهت کنترل کردن دیگر خطرات سبب افزایش ریسک استرس گرمایی می شود. لباس های محافظ ممکن است سبب افزایش ریسک های گرمایی شوند. مواجهه مستقیم سطح پوست با هوای آزاد، تبخیر عرق و حذف گرما از بدن را تقویت می کند. زمانی که پوست جهت جلوگیری از گرم شدن به وسیله تابش های حرارتی پوشانده می گردد باید لباس از نوعی باشد که جریان هوا در آن به خوبی برقرار شود. استفاده از لباس هایی که در آن ها، هوا و یا مایعات خنک جریان دارد و یا در لایه ای در درون آن ها یخ ریخته شده است و یا استفاده از لباس ها یا پیش بندهای منعکس کننده حرارت تابشی، توصیه می شود.



استرس سرمایی

- ✓ هر زمانی که دمای محیط به کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد برسد، دمای هوا باید کنترل گردد.
- ✓ کارگرانی که وظایف را با دست برای مدت بیش از ۲۰ دقیقه انجام می دهند باید راهکارهایی جهت گرم کردن دست‌های آن‌ها ایجاد نمود. به عنوان مثال می توان از هیترها یا جریان هوای گرم استفاده کرد.
- ✓ کارگرانی که به طور پیوسته در دمای زیر ۷- درجه سانتیگراد کار می کنند باید یک رژیم گرم شدن حین کار داشته باشند.
- ✓ پناهگاه‌های گرم همراه با غذا و نوشیدنی‌های فاقد کافئین باید در دسترس باشند.

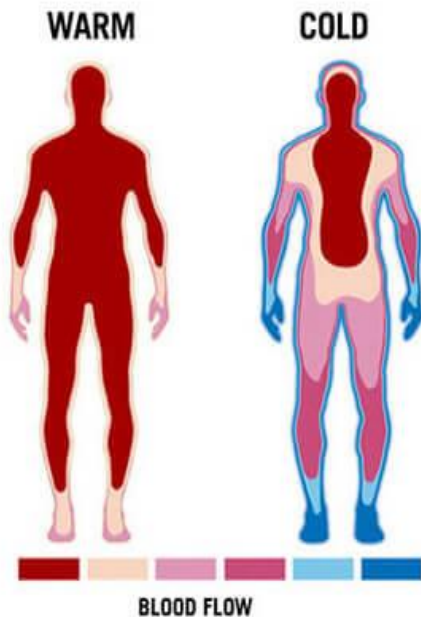


دو جنبه سیستمیک و موضعی از استرس سرمایی باید بررسی شوند.

استرس سرمایی سیستمیک زمانی رخ می‌دهد که میزان گرمای از دست داده شده از بدن بیش از

گرمای تولیدی باشد. به عنوان مثال انجام فعالیت‌های کاری در محیط سرد، انجام کار در سردخانه و غوطه

ور شدن بدن در آب مانند غواصان سبب ایجاد این بیماری می‌شوند.



مواجهه موضعی با سرما معمولاً در اندام‌هایی که دور از هسته مرکزی بدن

هستند رخ می‌دهد. این حالت بیشتر در کارگرانی که در محیط‌های باز بدون

استفاده از دستکش به کار مشغول هستند، رخ می‌دهد. با کاهش دمای موضعی،

مقاومت عروق محیطی افزایش می‌یابد. با کاهش طولانی یا شدید دما، نکرور

عروقی و ترومبوز رخ می‌دهد.

یخ زدگی (Frostbite) در نتیجه تماس با **سرمای شدید** رخ می‌دهد که در ابتدا **سبب سفید شدن** قسمت‌های مواجهه یافته پوست با سرما بخصوص در اندام‌هایی که دورتر از هسته مرکزی بدن هستند به وجود می‌آید.

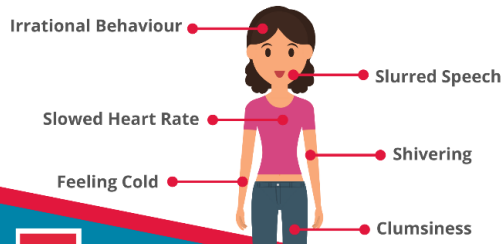


تصویر فوق یخ زدگی انگشتان دست یک گارگر پل را نشان می‌دهد، رنگ‌های تیره به دلیل بتادین است

این **تغییر پوستی** همراه با **اختلال در حس لامسه** و **درد ناحیه آسیب دیده** همراه است. با ادامه مواجهه، پوست یخ بسته و ظاهر سفید و مومی شکل به خود می‌گیرد و بی‌حس می‌شود. **پس از گرم کردن** ناحیه آسیب دیده، میزان وسعت ناحیه پس از چند روز همراه با ظاهر اولیه **مایل به آبی** مشخص می‌شود، سپس **قرمزی، ادم و تاول** نیز نمایان می‌گردند.

هیپوترمی (سرمازدگی) زمانی رخ می‌دهد که دمای مرکزی بدن به کمتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد برسد. به طور کلی هیپوترمی زمانی رخ می‌دهد که مکانیسم‌های جبرانی دمای بدن قادر به جبران دمای از دست داده شده از بدن به محیط نباشند. هیپوترمی ثانویه زمانی رخ می‌دهد که مکانیسم‌های جبرانی گرما در بدن به دلیل بیماری‌های زمینه‌ای از کار بیفتند. چنین وضعیتی ممکن است با مکانیسم تنظیم دمای هیپوتالاموس، لرز، توزیع مجدد خون و توانایی ترک محیط دخالت داشته باشد. هیپوترمی به احتمال زیاد در کودکان و افراد مسن که مکانیسم‌های احساس کاهش دما، لرز و انقباض عروق محیطی شان دچار اختلال است، رخ می‌دهد.

HYPOTHERMIA EARLY WARNING SIGNS



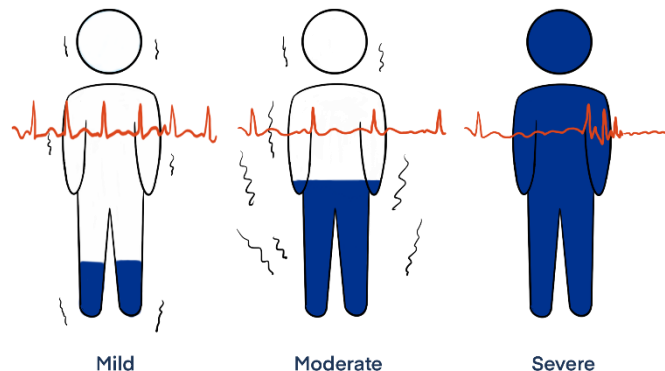
هیپوترمی

✓ داروهایی که مرکز حواس را دچار تغییر می کنند (مانند الکل) یا دیگر داروها که بر روی سیستم اعصاب مرکزی اثر دارند (مانند باربیتوراتها و فنوتیازینها) ممکن است بر روی واکنش بدن نسبت به سرما اثرات بازدارنده داشته باشند و فرد را مستعد به سرمازدگی کنند.

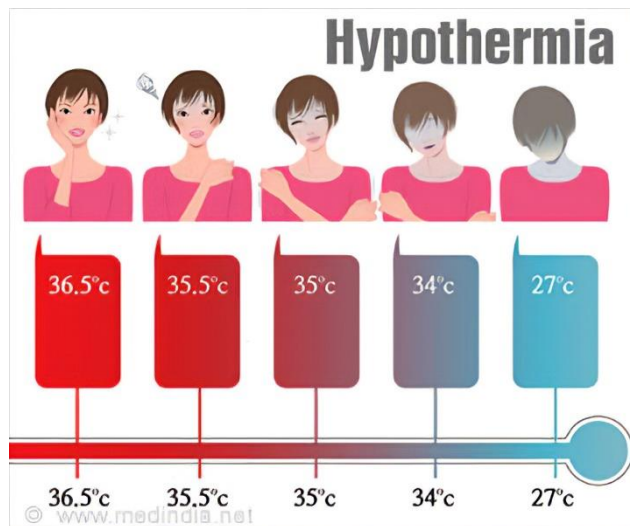
✓ شانس ابتلا به هیپوترمی به وسیله کم کاری تیروئید، کم کاری هیپوفیز، دیابت، عفونت و جراحتهای سر افزایش می یابد.



در هیپوترمی ملایم دمای عمقی بدن به ۳۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. بیماران اغلب رنگ پریده، سرد و دارای کمترین میزان جریان خون به عروق پوستی می‌باشند. بیماران ممکن است دچار لرز شوند و درجات مختلفی از تغییرات ذهنی را نشان دهند. این بیماران ممکن است دچار تاکی‌کاردی، تاکی‌پنه، ادرار سرد که به وسیله افزایش برون ده قلب و در نتیجه افزایش میزان پرفیوژن کلیه‌ها رخ می‌دهد، شوند.



در هیپوترمی متوسط، دمای مرکزی بدن دارای رنجی بین ۳۲ - ۲۸ درجه سانتی گراد می باشد. **علائم شدیدتر** هستند و ممکن است شامل اختلال در وضعیت ذهنی، سفت شدن عضلات همراه با نبود رفلکس و گشاد شدن مردمک چشم شود. لرزش فرد متوقف می شود و فشار خون، ضربان قلب و نرخ تنفس کاهش می یابد. آریتمی قلبی نیز شایع است.



در هیپوترمی شدید دمای بدن به کمتر از ۲۸ درجه سانتی گراد می رسد و سبب می گردد **بیمار مرده** به نظر برسد. فشار خون بیمار قابل اندازه گیری نمی باشد، همچنین نرخ تنفس بسیار آهسته است، مردمک های چشم بیمار گشاد و فاقد رفلکس هستند و بیمار در کما می باشد. آریتمی دهلیزی ممکن وجود داشته باشد و فیبریلاسیون بطنی حتی با تکان دادن آهسته بیمار نیز ممکن است رخ دهد.

پیشگیری

به طور کلی، **کنترل شرایط محیطی** در محیط‌هایی که فرد با استرس‌های سرمای‌ی در تماس است (مانند فردی که در سردخانه شاغل است)، **غیر ممکن** است.

جراحات‌های ناشی از سرما می‌توانند به وسیله توسعه و استفاده از **برنامه‌های مدیریتی** پیشگیری شوند. برنامه‌ها ممکن است شامل انجام کار در زمان‌های گرم‌تر روز، استخدام کارگران بیشتر برای انجام کارهای طولانی مدت، نظارت بر کارگرانی که در معرض استرس‌های سرمای‌ی قرار دارند، آموزش افرادی که در معرض هوای سرد قرار دارند، پیشگیری، کنترل علائم و وسایل حفاظت فردی باشند.



تا ۴۰٪ از گرمای بدن در اثر مواجهه **سر** با هوای سرد از دست می‌رود. زمانی که دمای محیط **کار پایین‌تر از ۱۲- درجه سانتیگراد** باشد، کارگران باید تحت نظارت پیوسته حفاظتی باشند. به کارگرانی که به تازگی استخدام شده‌اند باید فرصت تطبیق داده شود. این افراد **نباید** در طول **چند روز اول** کار به طور **تمام وقت** به کار مشغول باشند.

پیشگیری

استفاده از لباس‌های حفاظتی مهمترین راه حل برای کنترل استرس‌های سرمایی می‌باشد.

لباس محافظ باید حداقل دارای ۳ لایه باشد:

✓ لایه خارجی باید از جنس گرتکس یا نایلون (ضدآب، ضد باد و با قابلیت

عبوردهی هوا) باشد جلوی باد را بگیرد و اجازه مقداری تهویه را بدهد.

✓ لایه میانی باید از جنس کرک یا پشم باشد تا عرق را جذب نموده و خاصیت

عایقی بالایی داشته باشد.

✓ لایه داخلی نیز باید از جنس کتان یا الیاف مصنوعی باشد تا اجازه تهویه را بدهد.





پرتوها

(یونیزان و غیر یونیزان)

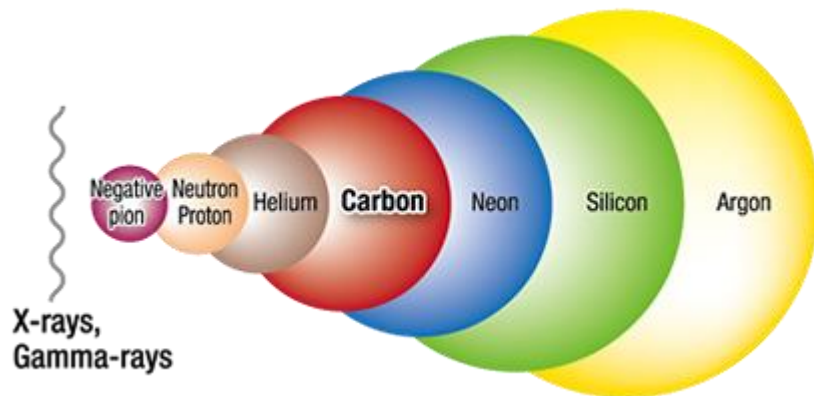
وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰

پرتوهای یونیزان

پرتوهای یونیزان سبب خارج شدن الکترون از ساختار هسته می‌شوند ولی پرتوهای غیر یونیزان سبب خارج شدن الکترون از ساختار هسته نمی‌شوند و تنها سبب ارتعاش مولکول‌ها می‌شوند.

پرتوهای یونیزه کننده دو نوع می‌باشند، اولین نوع از امواج الکترومغناطیس و دومین از ذرات پر انرژی تشکیل شده است که انرژی لازم جهت شکستن پیوندهای اتمی در ماده جاذب (بافت‌های بیولوژیک) را دارا می‌باشند.

پرتوهای الکترومغناطیس یونیزان شامل امواج X و گاما، و ذرات یونیزان نیز شامل الکترون‌ها، پروتون‌ها، نوترون‌ها، ذرات آلفا یا دیگر ذرات زیر اتمی می‌باشند.

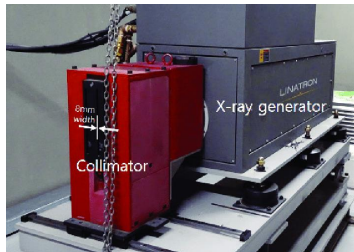


پرتوهای یونیزان

افراد معمولاً در اثر مواجهه با پرتوهای تولید شده از منابع طبیعی یا مصنوعی پرتو دریافت می‌کنند.

منابع طبیعی اصلی تولید کننده پرتوهای یونیزان شامل: ۱- **اشعه‌های کیهانی** که از فضا سرچشمه می‌گیرند، ۲- **اشعه ناشی از زمین** که شامل رادیوم، توریم، اورانیوم و دیگر عناصر موجود در پوسته زمین می‌باشد، ۳- پرتوگیری از داخل، که ناشی از **پتاسیم ۴۰**، **کربن ۱۴** و دیگر ایزوتوپ‌های پرتوزا که در **داخل بافت‌های بدن** یافت می‌شوند.

منابع مصنوعی اصلی که سبب پرتوگیری انسان می‌شوند شامل: دستگاه‌های تولید کننده X ، شتاب دهنده‌های ذرات، راکتورهای هسته‌ای و بسیاری از منابع دیگر است.



Medical imaging:

Low risk: mammography and dental x-rays

Higher risk: x-ray, CT, and nuclear imaging

میزان **دز متوسط دریافتی سالانه ناشی از منابع طبیعی** تولید کننده پرتوهای یونیزه کننده در حدود ۸۰٪ میزان دز متوسط سالانه می‌باشد.

پرتوهای ذره‌ای باردار شامل آلفا، بتا منفی (نگاترون)، بتا مثبت (پوزیترون) و پروتون و ذره‌ای بدون بار شامل نوترون می‌باشد.

ذره آلفا

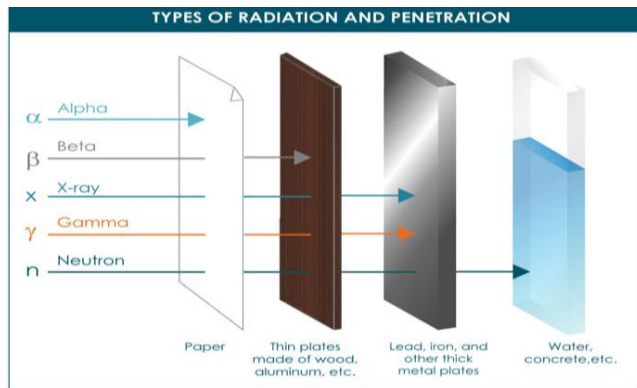
1. ذره آلفا دارای دو پروتون و دو نوترون است که در واقع هسته هلیوم He است.
2. دارای جرم نسبتاً بالا می‌باشد.
3. به وسیله هسته‌های سنگین پرتوزا ساطع می‌شوند.
4. دارای دو بار الکتریکی مثبت می‌باشند.
5. انرژی بالایی دارند.
6. پرتویی تک انرژی هستند.
7. قدرت یونش ویژه بالایی دارند.
8. برد ذرات آلفا در محیط کم است و در ماده مسیر کوتاهی را طی می‌کنند (برد آن در هوا حدود چند سانتی‌متر است).

ذره بتا

1. دارای یک واحد بار الکتریکی است.
2. از هسته‌های سبک پرتوزا (پتاسیم) ساطع می‌شوند.
3. ذرات بتا تک انرژی نیستند و دارای طیف پیوسته انرژی هستند.
4. میزان انرژی آن از آلفا کمتر است.
5. میزان انرژی یونش ویژه کمتری نسبت به آلفا دارند.
6. جرم آن برابر با جرم الکترون است.
7. برد و قدرت نفوذ آن از آلفا بیشتر است (به وسیله چند سانتی‌متر آلومینیوم قابل جذب است).
8. پرتو بتا الکترون‌هایی با بار الکتریکی منفی و مثبت می‌باشند که الکترون با بارالکتریکی منفی را نگاترون و الکترون با بارالکتریکی مثبت را پوزیترون گویند.

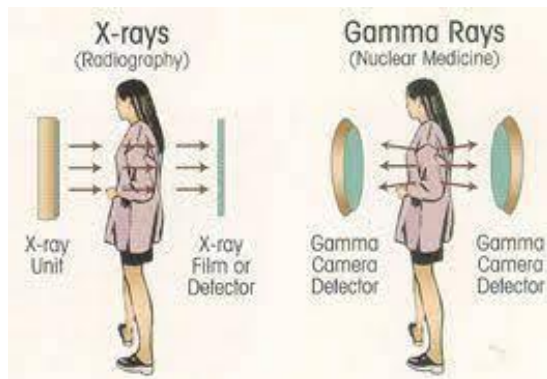
ذره نوترون

1. قدرت نفوذ بالایی در ماده دارند.
2. ذره نوترون در محیط بیرون از هسته، ناپایدار و رادیواکتیو است و با نیمه عمر ۱۲ دقیقه فروپاشی می‌شود.
3. نوترون عمل یونسازی را غیر مستقیم انجام می‌دهد، بدین صورت که با فروپاشی نوترون، پروتون و نگاترون تولید می‌شود که این دو ذره در محیط یونسازی انجام می‌دهند.



پرتوهای ایکس و گاما

1. این دو پرتو فاقد جرم و بار الکتریکی هستند.
2. پرتوهای ایکس و گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی می‌باشند. بنابراین دو پرتو از نظر ماهیت شبیه هم می‌باشند اما از نظر منشأ تولید باهم فرق دارند.
3. پرتو ایکس در اثر تغییراتی که در مدارهای الکترونی اتم رخ می‌دهد، ایجاد می‌شود و پرتو گاما از فعل و انفعالاتی که در داخل هسته رخ می‌دهد، ایجاد می‌گردد.
4. انرژی و قدرت نفوذ پرتو گاما از ایکس بیشتر است و هر دو یونساز می‌باشند.



آسیب‌های ناشی از پرتوگیری حاد

(اثرات زودرس پرتو)

بافت‌هایی که در آن سلول‌ها به سرعت در حال تکثیر هستند، بیشتر دچار جراحت ناشی از پرتو می‌شوند. جلوگیری از تقسیم میتوز و اختلالات سیتولوژیک ممکن است بلافاصله پس از پرتوگیری حاد در بافت‌های با سرعت تکثیر بالا قابل تشخیص باشد.

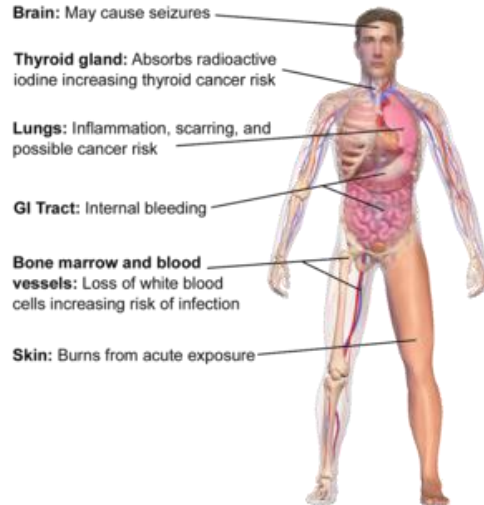
پرتوگیری تمام یا قسمتی از بدن به میزان بیش از ۱۰۰ راد (واحد دز جذبی: کمیتی است که انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم هر ماده را اندازه‌گیری می‌کند) به عارضه شدیدی منجر می‌شود که سندرم حاد تشعشعی نامیده می‌شود.

نسوج دارای تغییرات سریع سلولی مثل نسوج گوارشی، نسوج خون‌ساز و تولید مثل نسبت به اثرات اشعه

حساس‌ترند.

آسیب‌های ناشی از پرتوگیری تمام بدن

پرتوگیری شدید تمام بدن یا قسمت اعظم بدن ممکن است سبب **صدمه همزمان** به چندین **ارگان حیاتی بدن** شود، همانند **سیستم خون‌ساز، دستگاه گوارش، سیستم‌های اعصاب و قلب** شود. این سندروم به وسیله یکسری تظاهرات که می‌توان آن‌ها را با یک ترتیب زمانی گروه‌بندی کرد، مشخص می‌شود که این مراحل به **ترتیب شامل دوره کمون، دوره بیماری آشکار و در نهایت دوره بازیابی** برای بازماندگان می‌باشد.

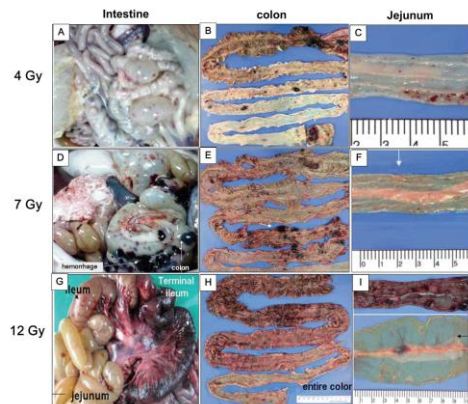


مدت زمان و شدت پدیده‌های مرتبط به بزرگی و شدت مواجهه بستگی دارد.

آسیب‌های ناشی از پرتوگیری تمام بدن

بدون توجه به اینکه در نهایت کدام نوع از سندروم‌ها سبب ایجاد مشکلات بالینی می‌شوند؛ **علائم اولیه پرتوگیری تمام بدن** که شامل **بی‌اشتهایی، تهوع، استفراغ و اسهال** در اثر تماس با دزهای بالا می‌باشند، چند ساعت پس از مواجهه با تابش روی می‌دهد. در فرم هماتولوژی، **دپرسیون مغز استخوان** همراه با نقص در تولید سلول‌های هماتولوژیک در اثر تماس با دز **1 Gy** (گری واحد دیگر دوز جذبی) و بیشتر روی می‌دهد.

مواجهه با مقادیر بالاتر یعنی چیزی در حدود **10 Gy** یا بیشتر سبب ایجاد عوارض گوارشی منجر به عدم تولید کافی سلول‌های تولید کننده مخاط گوارشی می‌گردد. **پس از پایان هفته اول بعد از مواجهه**، عوارضی همچون **سوء تغذیه، کم آب شدن بدن، اختلالات الکترولیتی و گوارشی، عفونت و خون‌ریزی** بطور فزاینده‌ای مشخص می‌شوند.



مواجهه با مقادیر بالاتر پرتو یعنی **دزهایی بالاتر از 20 Gy** سبب ایجاد پاسخ عصبی - عروقی بعد از یک دوره کمون می‌شوند و عوارضی همچون **آتاکسی، خواب آلودگی، بی‌قراری، تشنج همراه با افت فشار خون، کاهش دمای بدن و مرگ** در طول چند ساعت یا ۱ تا ۲ روز می‌شود.

اریتما معمولاً پس از چند دقیقه یا چند ساعت پس از مواجهه با پرتو رخ می‌دهد، که بستگی به دوز پرتو، انرژی و اندازه ناحیه در معرض تابش دارد. بعد از مواجهه سریع با دز **۶ سیورت** (واحد دز معادل : کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها در بافت را منظور می‌کند) یا بیشتر، اریتما معمولاً در طی چند ساعت بوجود می‌آید و برای چند ساعت باقی می‌ماند و پس از **۲ تا ۴ هفته** یک یا چند **موج عمیق‌تر و طولانی‌تر از اریتما** و **ریزش مو** رخ می‌دهد.

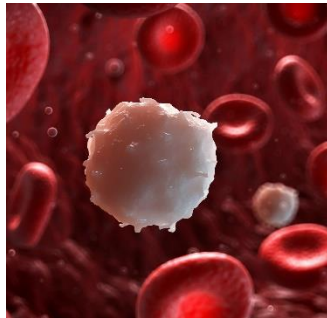
پرتوگیری حاد با دز **SV ۱۰-۲۰** ممکن است سبب جراحات ترانس اپیتال همراه با **پوسته پوسته شدن و نکروز شدن** پوست در طول **۲ تا ۴ هفته** شود.



مواجهه سریع تمام بدن با دز $2\text{SV}-3$ سبب **مرگ لنفوسیت‌های بالغ** به حدی می‌شود که سبب ایجاد **لنفوپنی** شدید حداقل در طی ۴۸ ساعت گردد. همچنین سبب **آسیب به سلول هماتوپوئیتیک** می‌گردد که آن نیز سبب **کاهش تعداد گرانولوسیت‌ها و پلاکت‌ها** در طی ۳ تا ۵ هفته می‌گردد.

مواجهه با دزهای **بالا تر از $3\text{SV}-5$** و عدم درمان آن سبب ایجاد **عفونت‌های کشنده، خون‌ریزی** در طول دوره آسیب‌پذیری، **آپلازی** تقریباً فوری بافت لنفاوی، **لنفوپنی** و **کاهش پاسخ ایمنی** می‌گردد.

Blood cells



Erythrocyte



Platelets



Leukocyte



Monocyte



Eosinophil



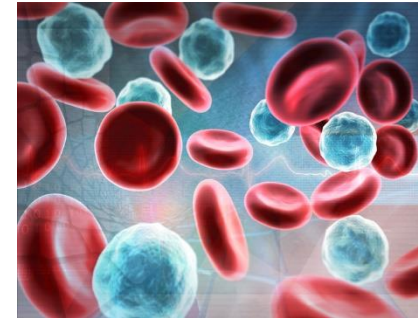
Basophil

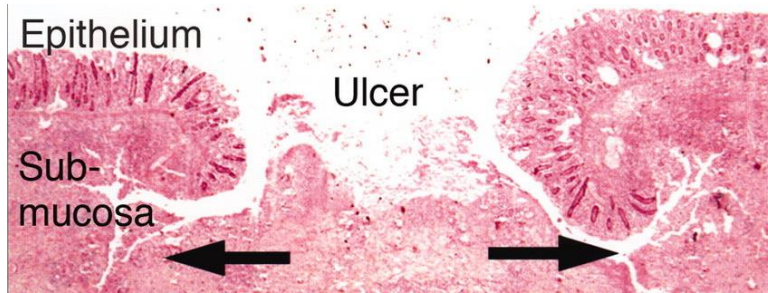


Neutrophil



Lymphocyte

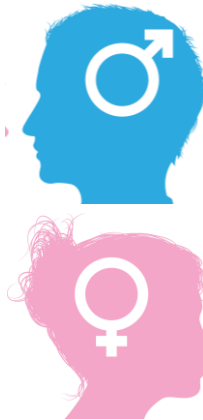
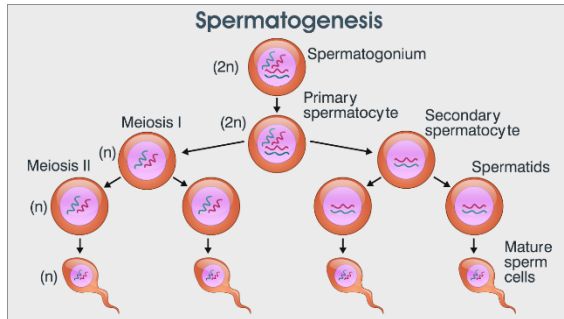




دستگاه گوارش

سلول‌های بنیادی مخاط روده در اثر پرتوگیری حاد با دز **SV** ۱۰ به تعداد کافی جهت ایجاد **زخم اپیتلیوم** پوشاننده کشته می‌شوند. اگر **منطقه بزرگی** از مخاط روده تاثیر پذیرند، جراحی ممکن است سبب **مرگ**، **سندروم اسهال خونی** در طی ۱-۲ هفته گردد.

گنادها



مواجهه حاد هر دو **بیضه** با دز **SV** ۰.۱۵ سبب **مرگ تعداد کافی** از **اسپرماتوزنرها** جهت دیس کردن اسپرم‌ها برای ماه‌ها می‌گردد و معمولاً بعد از ۶ هفته از آغاز مواجهه رخ می‌دهد. دزهای بالاتر از **SV** ۲ سبب **عقیمی طولانی مدت یا دائمی** می‌گردد.

مواجهه حاد هر دو **تخمندانها** با دز **SV** ۱.۵-۲ به طور مشابه می‌تواند سبب **عقیمی موقت** و دزهای **SV** ۲-۳ سبب **عقیمی دائمی** می‌گردد، که بستگی به سن زن در هنگام مواجهه دارد.

پرتوگیری حاد

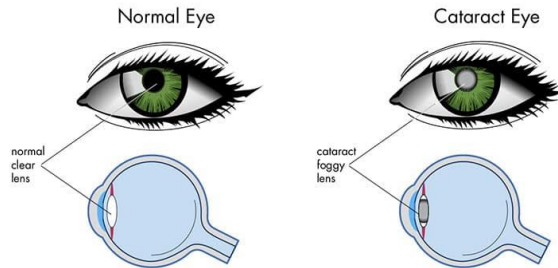
دستگاه تنفسی

دستگاه تنفسی می‌تواند به طور قابل توجهی در برابر پرتوگیری موضعی از خود مقاومت نشان دهد. زمانی تمام یا اکثر نواحی ریه به طور شدیدی دچار پرتوگیری شوند، در طول ۶-۱ ماه سبب ایجاد **پنومونی کشنده** می‌شود. دز کشنده برای ۵۰٪ از جمعیت نظری برای این واکنش تقریباً برابر با **۸-۱۰ Gy** برای پرتو گاما در اثر یک مواجهه مختصر رخ می‌دهد. افرادی که از مرحله **التهاب شدید ریوی** نجات می‌یابند ممکن است بعداً در اثر **فیبروز ریوی** یا نارسایی قلبی ریوی از پای درآیند. مکانیسم آسیب شناسی زخم‌ها شامل سری واکنش‌های پیچیده‌ای است که ظاهراً سبب ایجاد **صدمه به سلول‌های آلوئولی و عروق ریوی** می‌شوند.



عدسی چشم

تابش پرتو به عدسی چشم سبب **کدر شدن** آن می‌گردد. آستانه ایجاد **آب مروارید** چشم در اثر مواجهه مختصر عدسی چشم برابر با دز **۵ SV** و در اثر مواجهه در طول چند ماه برابر با دز **۵.۵-۱۴ SV** می‌باشد. با پرتوگیری **۱۰۰۰ راد**، همه افراد **تابش دیده** مبتلا به کاتاراکت می‌شوند.



اثرات مزمن (اثرات دیرس پرتو)

به اثرات دراز مدتی مانند بیماری‌های بدخیم، آسیب موضعی بافت، کاهش طول عمر، آسیب ژنتیکی و اثرات بالقوه بر جنین اطلاق می‌شود. اثرات دیررس ممکن است در نتیجه یک پرتوگیری حاد در گذشته، پرتوگیری با مقدار زیاد و یا پرتوگیری با دز کم در طول سال‌های متمادی ظاهر شود.

اثرات تشعشع بر روی سرطان

پرتوکاران از اولین افرادی بودند که اثرات سرطان‌زایی پرتوگیری را مشخص کردند. نمونه‌هایی از تاریخچه آن به شرح زیر می‌باشند: ۱- سرطان پوست در رادیولوژیست‌های اولیه و کسانی که پرتو X کار می‌کردند، ۲- لوسمی در رادیولوژیست‌های اولیه. ۳- سارکوم استخوان و سرطان سینوس جمجمه در افرادی که عقربه ساعت‌ها را رنگ آمیزی می‌کردند، ۴- سرطان ریه در افرادی که در معدن اورانیوم و دیگر سنگ‌های سخت زیر زمینی مشغول بکار بودند

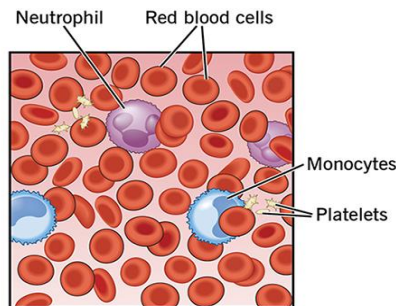
اثرات مزمن

رادیو درمانیت غالباً هنگام درمان با اشعه یونیزان رخ می‌دهد. پوست افراد مبتلا خشک، صاف، براق، نازک، خارش دار و حساس است و نشانه‌های تلانژکتازی، آتروفی و پیگمانتاسیون منتشر وجود دارد. ناخن‌ها صاف و شکننده هستند. نئوپلاسم‌های ایجاد شده به وسیله پرتو چندین سال یا شاید چندین دهه برای توسعه نیاز به زمان دارند، همچنین نئوپلاسم‌های ایجاد شده ناشی از پرتو با دیگر نئوپلاسم‌های ایجاد شده به وسیله عوامل محیطی، کاری یا سبک زندگی تفاوتی ندارند.

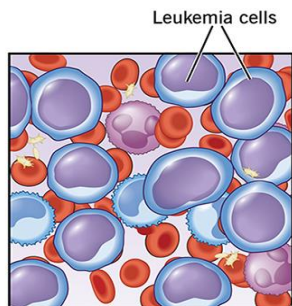


علاوه بر این، بروز سرطان‌های ناشی از پرتو پس از **پرتوگیری با دزهای نسبتاً بالایی** ($>0.5\text{Gy}$) رخ می‌دهد و با توجه به نوع نئوپلاسم، سن و جنس فرد ممکن است متفاوت باشد. تردیدی نیست که پرتوهای یونیزان قادر به ایجاد **لوسمی** می‌باشند. در بین بیماری‌های بدخیم، لوسمی دارای کوتاه‌ترین دوره‌ی نهفته است. اثبات القای سرطان‌های دیگر در کنار لوسمی در نتیجه پرتوگیری مشکل است.

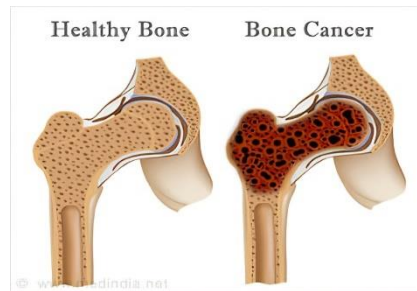
در هر صورت، دخالت پرتوهای یونیزان در ایجاد **سرطان‌های استخوان، تیروئید، کبد، ریه و گلیومای بدخیم** ثابت شده است. اثرات دیگر پرتوگیری با مقدار زیاد شامل **پیری زودرس، کوتاه شدن طول عمر، اختلالات تراتوژنیک** (از قبیل نقص CNS، عقب ماندگی ذهنی و میکروسفالی) و **اختلالات تولید مثلی و تناسلی** می‌باشد.



Normal Blood



Leukemia



آسیب چشمی

اشعه X

اشعه X از طریق آزاد کردن یون‌ها به نسوج نفوذ می‌کند. عمق نفوذ و آسیب به طول موج اشعه و انرژی ساطع شده بستگی دارد. بررسی ضایعات در یک مورد، سوختگی تاخیری به دنبال نکروز و اولسراسیون و در نهایت درماتیت پلک‌ها با تغییرات بدخیمی بوده است. کاتاراکت ممکن است به علت تماس با مقدار کم اشعه X در صورتی که به اندازه کافی طولانی مدت باشد، ایجاد شود.

نوترون

نوترون‌ها و ذرات بتا ممکن است به عدسی‌ها صدمه زده و باعث کاتاراکت شوند.



پیشگیری

- ✓ هدف اصلی برنامه‌های حفاظت از پرتو جلوگیری از بروز جراحتهای ناشی از پرتو می‌باشد. لذا، تمام مواجهات غیر ضروری با پرتو باید تا حد امکان کاهش یابد. همچنین افرادی که به دلیل شغلشان با پرتو در تماس هستند، باید تا جایی از نظر منطقی قابل قبول است در کمترین میزان تماس با پرتو باشند (ALARA).
- ✓ میزان محدود کردن دز تماسی با پرتو که در پرتوکاران و افرادی عادی جامعه اعمال می‌شود، سبب پیشگیری از تمام اثرات جهش‌زایی، سرطان‌زایی و تراتوژنیک پرتو نمی‌شود، زیرا حد آستانه‌ای برای این اثرات وجود ندارد، اما میزان ریسک این خطرات نیز باید در حد قابل قبول حفظ شود. افرادی که در محیط کار خود در معرض پرتوها قرار دارند، پرتوکار نامیده می‌شوند.
- ✓ جوانان کوچکتر از ۱۸ سال نباید با مواد پرتوزا کار کنند.
- ✓ کاهش میزان تماس غیر ضروری افراد با پرتو نیازمند طراحی دقیق محیط کار، تجهیزات و رویه‌های کاری، آموزش و نظارت بر کار کارکنان و اجرا برنامه حفاظت از پرتو که شامل نظارت سیستماتیک و کنترل کارکنان به وسیله فیزیکدانان سلامت می‌باشد.

پیشگیری

- ✓ برنامه حفاظت از پرتو همچنین باید دارای طرح‌هایی جهت مقابله با حوادث پرتویی نیز باشد.
- ✓ افرادی که قرار است پرتوگیری شغلی داشته باشند، باید تحت معاینات پزشکی و سلامتی نظیر شمارش کامل خون، ESR، انعقاد خون، معاینه چشم، معاینه پوست و گرافی قفسه صدری قرار گیرند. در ضمن آزمایش‌های پزشکی کارکنان باید حداقل سالی یکبار و افرادی که در منطقه تابش کار می‌کنند هر ۶ ماه یکبار تمدید گردند.
- ✓ در محیط‌های تابش پرتو (به ویژه اشعه ایکس تشخیصی)، افراد همیشه باید هم دزیمتر همراه داشته باشند و هم پرتوگیری زمینه آن‌ها در پرونده شان ثبت شده باشد، زیرا پیوسته احتمال دارد که بر اثر غفلت یا بی‌توجهی یکبار دز زیادی دریافت کنند.
- ✓ کارگران در معرض خطر باید از پوشش‌های حفاظتی مخصوص استفاده نموده و بدون آن‌ها با مواد رادیواکتیو روبه‌رو نشوند. کارگران برای حفاظت خود می‌توانند از پیش بندهای سربی مناسب با مقدار اشعه، دستکش‌های مخصوص و عینک‌های شیشه‌ای مناسب استفاده نمایند. در محیط‌های کاری دارای مواد رادیواکتیو خوردن، نوشیدن و سیگار کشیدن ممنوع است.

پیشگیری

برای حفاظت افراد در برابر پرتوگیری خارجی و کاهش خطرات آن از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

✓ کاهش زمان مواجهه

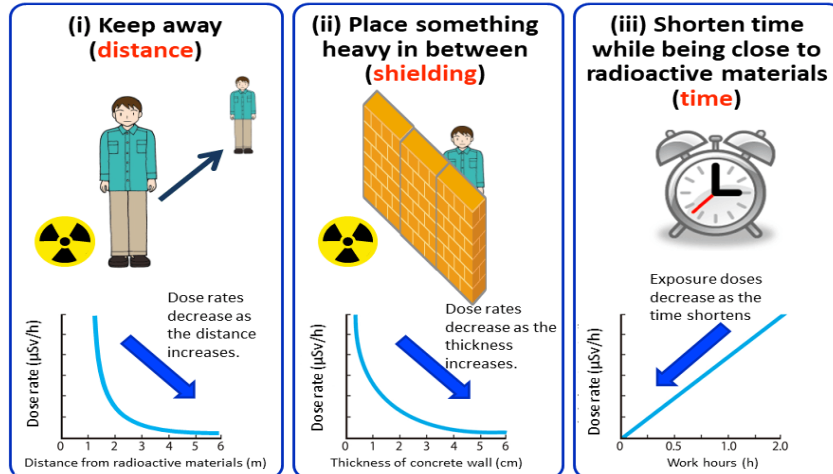
✓ افزایش فاصله بین منبع پرتو و افراد که دز دریافتی

رابطه مستقیم با عکس مجذور فاصله از منبع دارد،

✓ ایجاد حفاظ مناسب بین منبع پرتو و افراد،

(مانند بتن، سرب، استیل، مرمَر و)

Dose Reduction Three Principles of Reduction of External Exposure



حدود دوز شغلی توصیه شده

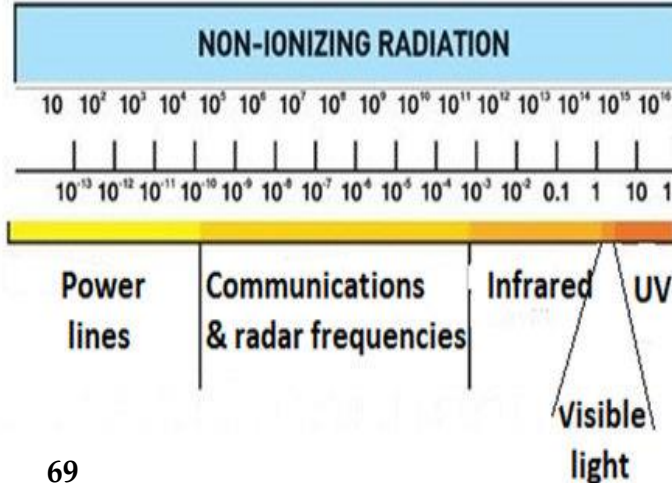
حد دوز	DOE	NRC	OSHA	NCRP(1993)	ICRP(1991)
شغلی	۵۰ میلی سیورت (دز داخل و خارج)	۵۰ میلی سیورت (دز داخل و خارج)	۵/۱۲ میلی سیورت به ازای هر یک ربع برای تمام بدن	۵۰ میلی سیورت	۲۰ میلی سیورت به طور متوسطه در بیش از ۵ سال (۱۰۰ میلی سیورت در ۵ سال) البته دز موثر در سال نباید بیش از ۵۰ میلی سیورت شود
لنز چشمی	۱۵۰ میلی سیورت	۱۵۰ میلی سیورت	۵/۱۲ میلی سیورت به ازای هر یک ربع	۱۵۰ میلی سیورت	۱۵۰ میلی سیورت
دست و بازوها، پا و زانو	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰۰ میلی سیورت	۵/۱۸۷ میلی سیورت به ازای هر یک ربع	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰۰ میلی سیورت
پوست	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰۰ میلی سیورت	۷۵ میلی سیورت به ازای هر یک ربع	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰۰ میلی سیورت
تجمعی	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰۰ میلی سیورت	۵۰ (سن بر حسب سال - ۱۸) میلی سیورت	۱۰ میلی سیورت سن بر حسب سال	۱۰۰ میلی سیورت به ازای ۵ سال

پرتوهای غیر یونیزان

پرتوهای غیر یونیزان واژه‌ای کلی برای فرکانس‌های مختلف از طیف امواج الکترومغناطیسی می‌باشد که فاقد انرژی برای یونیزه کردن مولکول‌ها در سلول‌های زنده هستند.

تمام پرتوهای غیر یونیزان که از نوع الکترومغناطیس هستند، به وسیله فرکانس یا طول موجشان تقسیم بندی می‌شوند. همه افراد همه روزه با پرتوهای غیر یونیزان در تماس‌اند که به‌طور طبیعی یا مصنوعی رخ می‌دهد.

این مواجهه ممکن است برای افراد مضر یا مفید باشد. همانند امواج یونیزان، امواج غیر یونیزان به جز پرتو مرئی ($400\text{--}760\text{ nm}$) نیز برای ما قابل درک نیستند.



اما برخلاف پرتوهای یونیزه کننده، ممکن است این پرتوها سبب ایجاد گرما یا تحریک الکتریکی شوند.

این امواج دارای اشکال مختلفی از جمله سیگنال‌های رادیویی و تلویزیونی، رادارها، امواج پیجر و تلفن‌های همراه، امواج ماکروویو، نورمرئی، مادون قرمز،

ماوراء بنفش و لیزرها می‌باشند.

پرتوهای غیریونیزان

خطراتی که معمولاً در اثر مواجهه با این امواج به آنها نسبت داده می‌شوند عبارتند از:

- ۱- جریان‌هایی در بدن در اثر تماس با منابع دارای انرژی یا بدون تماس ایجاد می‌شود (**تحریک الکتریکی**).
- ۲- افزایش دمای عمقی بدن،
- ۳- افزایش دمای سطحی بدن.

نحوه تعامل این اثرات با بدن به چندین فاکتور بستگی دارد:

- ✓ **اعضایی که دارای آب بالاتری هستند مانند عضلات، انرژی بیشتری** از این امواج (EMF) نسبت به نسوج کم آب بدن **جذب** می‌کند.
- ✓ میزان جذب زمانی بیشتر است که: **میدان الکتریکی موازی با بدن** باشد و **میدان مغناطیسی عمود** بر سطح مقطع عرضی بدن باشد.
- ✓ **عمق نفوذ انرژی** EMF با **افزایش فرکانس** یا کاهش طول موج **کاهش** می‌یابد.

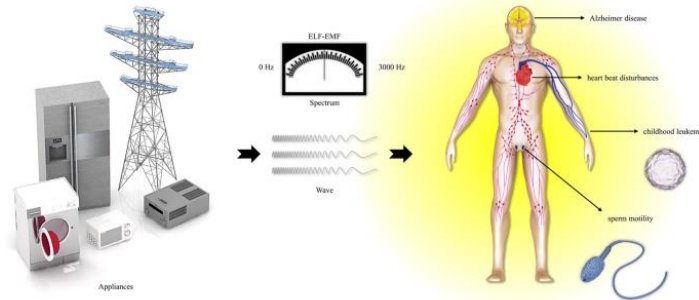
امواج با فرکانس کم و بی نهایت کم (Extremely low frequency)

تولید، انتقال و مصرف الکتریسیته همواره با این امواج در ارتباط است. زمانی که طول موج بسیار بلند باشد، افراد مورد مواجهه تنها با یک طول موج احاطه می‌شوند.

✓ آژانس بین المللی تحقیقات در مورد سرطان (ICRP) اطلاعاتی در مورد خاصیت سرطان‌زایی امواج ELF را بررسی کرده است. نتیجه این بررسی گویای **دو برابر شدن لوسمی** در دوران کودکی افرادی بود که ساکن نواحی نزدیک به **خطوط انتقال برق** بودند و میزان میدان مغناطیسی در آن نواحی بیش از ۴ mG بوده است.

✓ مواجهه با EMF با **افزایش ریسک ابتلا به بیماری‌های عصبی-روانی** نیز در ارتباط است.

✓ به طور خلاصه نتیجه چندین مطالعه انجام شده گویای این است که هیچ رابطه یا امکانی بین EMF و سرطان مغز یا لوسمی وجود ندارد.



3 Hz to 3 kHz

پیشگیری

میزان شدت امواج EMF با افزایش فاصله از منبع به شدت کاهش می یابد. همچنین میدان های الکتریکی به راحتی قابل حفاظ گذاری هستند اما میدان مغناطیسی قدرت نفوذ بالاتری دارند. اگرچه وسایل الکتریکی در زمان روشن بودن میدان مغناطیسی ایجاد می کنند اما میدان های الکتریکی تا زمان کشیدن وسیله از دوشاخه وجود خواهند داشت. استراتژی کلی، اجتناب محتاطانه از خطر است و اشاره به این دارد که باید با حداقل هزینه اقدامات لازم جهت کاهش مواجهه حتی در غیاب شواهد روشن انجام شود.

امواج رادیو فرکانس و مایکروویو

این باندها معمولاً شامل محدوده فرکانسی بین ۳ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز و طول موجی بین ۱ میلی‌متر تا ۳ کیلومتر می‌باشند.

میزان انرژی جذب شده ناشی از پرتوهای RF به **فرکانس منبع** و **ابعاد قسمتی از بدن** که تحت مواجهه قرار دارد بستگی دارد.

بیشتر نگرانی‌ها در مورد امواج رادیو فرکانس بر روی مواجهه با **مایکروویو** متمرکز شده است که به وسیله **رادارها، وسایل ارتباط از راه دور، و اجاق‌های مایکروویو** تولید می‌شود. در ضمن یکی از منابع گسترده امواج RF **تلفن‌های همراه** است.



امواج رادیو فرکانس و مایکروویو

✓ مهمترین تفاوت بین **مواجهه RF و ELF**، آن است که مواجهه با RF مخصوصا در طول موج مایکروویو ممکن است، سبب ایجاد اثرات



گرمایی شود.

✓ برخلاف دیگر منابع ایجاد گرما، درجه و میزان توزیع گرما کمتر قابل پیش بینی خواهد بود.

✓ بسیار خوب شناخته شده است که **امواج RF** سبب ایجاد گرما در بافت‌های عمقی بدن بدون ایجاد گرما در بافت‌های سطحی (پوست)

و سبب ایجاد سوختگی‌های شدید بافتی می‌شوند.

✓ از عوارض مواجهه با **امواج مایکروویو** می‌توان به ایجاد اریتما، احساس گرمای حاد، فشار خون بالا و مشکلات روانی که برای چندین

ماه باقی می‌مانند، اشاره کرد.

✓ **امواج مایکروویو** سبب ایجاد کاتاراکت در حیوانات آزمایشگاهی شده است و به ندرت سبب ایجاد کاتاراکت در انسان می‌شوند.

✓ نتیجه یک مطالعه‌ی کوهورتی که اخیرا بر روی ۴۰۵۸۱ نفر از سربازان با تجربه کره‌ای که با امواج رادار مواجهه شدید داشته‌اند،

انجام شده است، گویای این است که هیچ مدرکی مبنی بر افزایش ریسک ابتلا به سرطان، سرطان بیضه یا مرگ و میر کلی وجود

ندارد.

پرتوهای غیر یونیزان - امواج رادیو فرکانس و مایکروویو

پیشگیری

در مکان‌هایی که امکان مواجهه افراد با مقادیر بالای امواج RF وجود دارد و سبب ایجاد اثرات گرمایی شدید می‌شوند، باید از **علائم هشدار دهنده و لباس‌های حفاظتی و حفاظ گذاری** استفاده گردد. همچنین استفاده از توصیه‌های NIOSH برای استفاده ایمن از رادارهای ترافیکی توصیه می‌گردد. OSHA **میزان مواجهه با 10 mW/cm^2 را برای حفاظت در برابر اثرات گرمایی مشخص کرده است.** اگرچه ACGIH میزان جذب ویژه (SAR) کلی بدن را کمتر از 0.4 W/Kg تعیین کرده است.

امواج مادون قرمز (IR)

تمام اشیایی که **دمایی بالاتر از صفر مطلق** دارند از خود IR تابش می کنند.

IR-A دارای دامنه طول موجی بین $1.4 \mu\text{m} - 760 \text{nm}$ ، **IR-B** بین $3.0 \mu\text{m} - 1.4 \mu\text{m}$ و **IR-C** بین $3.0 \mu\text{m} - 1 \text{mm}$ می باشد.

همچنین به IR-A، **مادون قرمز نزدیک** و به IR-C **مادون قرمز دور** گویند.

IR-A گاهی اوقات به شکل درخشش های قرمزی **قابل رویت** می باشد اما IR-B و IR-C غیر قابل رویت هستند.

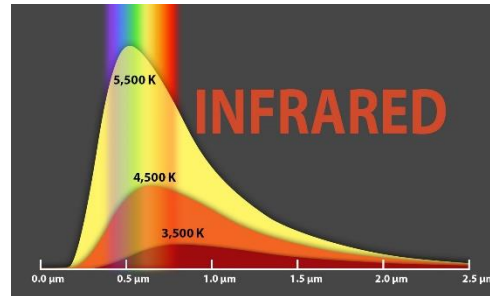
از **منابع مهم IR** می توان به **خورشید، شیشه مذاب، قوس الکتریکی در جوشکاری، خشک کن ها** و... اشاره کرد.

لازم به ذکر است که برخی از **انواع لیزرها** نیز مادون قرمز از خود منتشر می کنند.



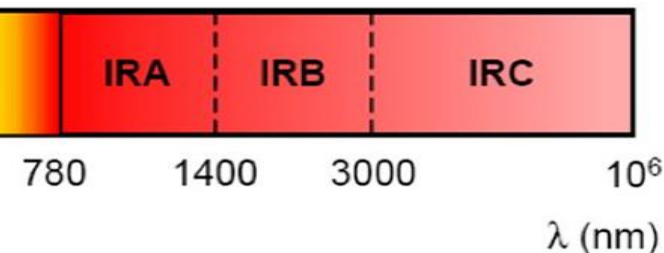
امواج مادون قرمز (IR)

- ✓ زمانی که IR با بافت‌های بدن مواجهه یابد، سبب افزایش دمای آن‌ها می‌گردد.
- ✓ IR توسط بافت‌های آبدار بیشتر جذب می‌شود ولی قابلیت نفوذ ندارد و بیشتر در لایه‌های فوقانی بافت جذب می‌شود.
- ✓ پوست سالم در اثر مواجهه با مقادیر بالای آن به خوبی از خود علائم سوختگی را بروز می‌دهد.
- ✓ پلک‌ها و چشم‌ها دارای خصوصیات هشدار دهنده‌گی کافی نسبت به گرما نیستند.



- ✓ اثرات فیزیولوژیک ناشی از **IR-A** (به خاطر طول موج کوتاه تر) به گرمایش بافت‌های سطحی محدود می‌شود.
- ✓ مواجهه زیاد چشم با **IR-A** ممکن است سبب ایجاد صدمه به عدسی (کاتاراکت)، مشیمیه و شبکیه چشم شود.
- ✓ **IR-B** نیز سبب ایجاد صدمه به قرنیه، ملتحمه و زلالیه می‌گردد.
- ✓ قابلیت متمرکز شدن چشم ممکن است سبب جمع شدن انرژی **IR-A** در نقطه‌ای بر روی اپیتلیوم رنگدانه **شبکیه** و در نتیجه باعث سوختگی گردد.
- ✓ مواجهه مزمن با **IR-A** با ایجاد آب مروارید در کارگران صنایع شیشه سازی یا کوره که مواد مذاب دمایی بیشتر از ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر دارند، مرتبط است. این بیماری زمانی شایع می‌گردد که فرد برای چندین سال با میزان بالایی از پرتو بدون استفاده از حفاظ مواجهه داشته باشد.

کمترین انرژی و بیشترین نفوذ



- ✓ با مکانیزه شدن فرایند تولید شیشه و استفاده از گازل‌های حفاظتی، این بیماری به ندرت رخ می‌دهد.

پیشگیری

حدود مجازی برای مواجهه با IR-A بر حسب اثرات چشم گزارش شده است **عینک‌های حفاظتی** برای کارگرانی که با مقادیر بالایی از IR در تماس هستند باید دارای **فیلترهای مادون قرمز** مناسب باشند.



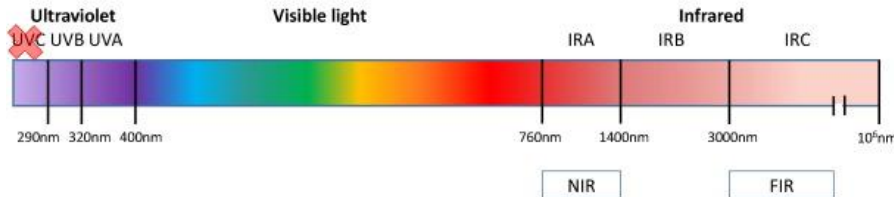
For exposure durations greater than 10^3 sec (17 mins), an acceptable exposure is present when:

$$E_{IR-only} [W \cdot cm^{-2}] \leq 0.01 \quad (7b)$$

پرتو ماوراء بنفش

- ✓ پرتو ماورا بنفش در محدوده باریک فرکانسی یعنی $400\text{nm} - 100\text{nm}$ گسترش یافته است.
- ✓ باند UV به نواحی زیر **UV-A** ($315\text{nm}-400\text{nm}$) ، **UV-B** ($280\text{nm}-315\text{nm}$) و **UV-C** ($100\text{nm}-280\text{nm}$) تقسیم می شود.
- ✓ همانند پرتوهای IR با افزایش فرکانس، میزان انرژی افزایش ولی میزان نفوذ کاهش می یابد.
- ✓ در نتیجه **UV-A** دارای کمترین انرژی و بیشترین نفوذ در پوست خواهد بود.
- ✓ **UV-C** دارای بیشترین انرژی و پتانسیل آسیب رسانی بالایی را خواهد داشت، اما قادر به نفوذ در بافتها نیست، در واقع قادر به نفوذ در اتمسفر زمین نمی باشد. UV-B نیز از این نظر حد واسط بین UV-A و UV-C قرار

Solar spectrum



- ✓ مهمترین منبع پرتو UV خورشید می باشد.

منابع مصنوعی پرتو UV

لامپ‌های ماوراء بنفش

لامپ میکروب کش (هوا، آب، استرلیزاسیون)

تخت برنزه

درمان رزین (پیوند دندانپزشکی، تخته مدار)، پوشش و جوهر

خدمات پزشکی (PUVA)

فرآیندهای فتوشیمیایی (محصولات دارویی، محصولات شیمیایی کشاورزی)

هنر گرافیک

آزمایشگاه (اسپکتروفتومتر)

قوس الکتریکی

جوشکاری

کوره‌ها

لیزر فرابنفش



✓ **اثرات مضر UV عمدتاً به وسیله UV-B** ایجاد می‌گردد، اگرچه مواجهه با UV-A بیشتر رخ می‌دهد و آن نیز اثرات مهمی بر سلامتی دارد.

✓ با توجه به ماهیت UV میزان نفوذ آن در پوست اندک می‌باشد، در نتیجه اثرات آن عمدتاً بر روی **پوست و چشم** می‌باشد و با توجه به شدت مواجهه ممکن است عوارض شدید یا مزمن ایجاد نماید.

✓ **علت اصلی آفتاب سوختگی UV-B** می‌باشد. آفتاب سوختگی معمولاً پس از ۶-۱ ساعت **مواجهه** رخ می‌دهد و پس از ۳ روز برطرف می‌گردد.

✓ آفتاب سوختگی‌های شدید ممکن است سبب **تاول و تخریب پوست شده و شانس بروز عفونت‌های ثانویه** را افزایش دهند.

✓ افرادی که دارای **پوست تیره** هستند، نسبت به افرادی که دارای پوست روشن هستند از **حفاظت بالاتری** برخوردار هستند.

✓ **UV-A پتانسیل کمتری** برای ایجاد آفتاب سوختگی دارد. اگرچه میزان نفوذ

UV-A از UV-B در جو زمین بیشتر است.



✓ UV سبب واکنش‌های فتوتوکسیک و حساسیتی به نور و همچنین سبب ایجاد سرطان و پیری پوست می‌گردد.

✓ اخیراً میزان افزایش در هر ۳ نوع سرطان پوست به پرتو UV بخصوص UV-B نسبت داده می‌شود، اما شواهد اندکی مبنی بر دخالت UV-A وجود دارد.

✓ سرطان سلول بازال به طور قوی با مواجهات حاد با UV ارتباط دارد، اما سرطان سلول سنگفرشی با مواجهات مزمن ارتباط دارد.

✓ رابطه بین ملانوما با مواجهه با نور خورشید پیچیده است و بر اثر ترکیب مواجهات مزمن و حاد رخ می‌دهد.

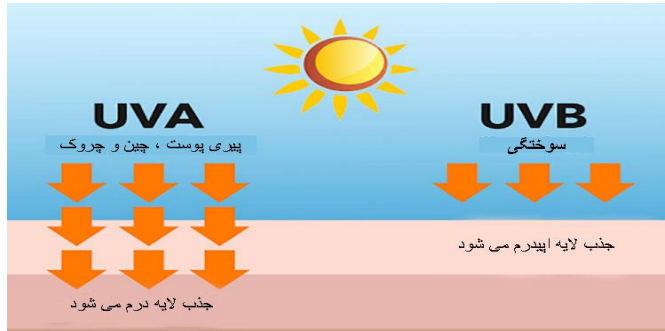
✓ از اثرات حاد پرتو UV بر چشم می‌توان به Photokeratitis اشاره کرد.

✓ در اثر مواجهه چشم انسان با مقادیر اندک UV ممکن است صدمات شدیدی

قبل از آنکه فرد از مواجهه خود آگاه شود رخ دهد.

✓ مواجهه چشم انسان با میانه طیف UV-B به طور موثری سبب ایجاد

کاتاراکت می‌گردد و دارای رابطه‌ی دز - پاسخ مستقیمی می‌باشد.



پیشگیری

تلاش‌ها باید در جهت کاهش مواجهه با UV-A و UV-B باشد. از مواجهات تفریحی که سبب آفتاب سوختگی مکرر می‌شوند باید خودداری گردد. افرادی که دارای پوست روشن، چشمان آبی رنگ و دارای خال در معرض خطر بیشتری قرار دارند. مواجهه با UV طبیعی می‌تواند از طریق عدم انجام کار در ساعات ۱۰ تا ۱۴ کاهش یابد. مواجهه پوست می‌تواند از طریق استفاده از کلاه‌های لبه پهن و لباس‌های آستین بلند کاهش یابد. کرم‌های ضد آفتاب کمترین میزان محافظت مطلوب را ارائه می‌دهند، علاوه بر این نگرانی در مورد اثرات حفاظتی کرم‌های ضد آفتاب در مواجهه با طول موج‌های بلندتر از UV-A و صدمات پوستی مزمن وجود دارد. مواجهات چشمی می‌توانند از طریق استفاده از عینک‌های حفاظتی که هم UV-A, B را فیلتر می‌کنند، کاهش یابد. افرادی که با قوس الکتریکی مواجهه دارند مانند جوشکاران باید از حفاظ‌های صورت مناسب استفاده نمایند.



با تشکر از حسن توجه شما



- دکتر محمد حسین وزیری و همکاران (1398) ،
 بیماری‌های شغلی و اپیدمیولوژی، انتشارات
 دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (1395) ،
 راهنمای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا و ارتعاش
 در محیط کار، کمیته سلامت محیط این (1396) ،
 راهنمای ارزیابی تنش‌های دمایی در محیط کار،
 مرکز سلامت محیط و همکاران (1396) ،
 راهنمای اندازه‌گیری و ارزیابی روشنایی در
 محیط کار، مرکز سلامت محیط و کار

لیزرها

✓ لیزر (نور تقویت شده به وسیله تابش القایی) وسیله‌ای است که پرتو تک رنگ شدیدی را به طور پیوسته یا نوسانی تولید می‌کند.

✓ **طول موج لیزرها هم طیف‌های IR - VS - UV را پوشش می‌دهند.**

✓ خطر در اثر شدت بالای پرتوی لیزر بوجود می‌آید.

✓ طبقه‌بندی لیزرها برحسب استاندارد ملی آمریکا (ANSI) و همچنین خطرات مرتبط با آن در جدول اسلاید بعد آمده است.

✓ **مهمترین خطر لیزرها مربوط به اثرات غیر پرتویی آن** مانند برق گرفتگی یا آتش گرفتن مواد قابل اشتعال بر اثر این دستگاه قدرتمند است.

✓ همچنین خطرات حادی برای چشم، پوست و بافت‌های زیرین ناشی از مواجهه با پرتو لیزر وجود دارد که بستگی به طول موج، شدت و مدت زمان تماس با لیزر دارد.

✓ **چشم بیشترین آسیب‌پذیری** در برابر صدمات حاد ناشی از لیزر را دارد زیرا قرنیه و عدسی چشم انرژی پرتو لیزر در طول موج IR-VS را در نقطه‌ای کوچک بر روی شبکیه متمرکز می‌کنند.



طبقه‌بندی لیزرها بر اساس استاندارد ANSI

خطر بالقوه	رده (کلاس) لیزر
نسبتاً خطرناک	رده اول
نسبتاً آسیب زننده (نباید مستقیم به آن خیره شد)	رده دوم
خطرناک	رده سوم a , b
در مواجهه پوستی خطرناک شدیدا خطرناک نباید به طور مستقیم به آن نگاه کرد انعکاس آن به شدت خطرناک انتشار انعکاس به شدت خطرناک مواجهه پوستی شدیدا خطرناک خطر آتش سوزی	رده چهارم

✓ در نقطه‌ای که پرتوها متمرکز شده‌اند، مواجهه با پرتوها می‌تواند از نظر بزرگی به بیش از ۵ برابر افزایش یابد.

✓ هم پرتو مستقیم لیزر و هم پرتو منعکس شده‌ی آن می‌تواند سبب آسیب چشم شوند.

✓ اندازه مردمک چشم، توانایی فوکوس کردن و آفاکیا (فقدان عدسی چشم) ممکن میزان آسیب دیدن شبکیه چشم را تحت تاثیر قرار دهند.

✓ جراحات‌های مستقیم ناشی از لیزر می‌تواند سبب از دست رفتن تمام یا بخشی از میدان بینایی شوند که بستگی به میزان توسعه و مکان آسیب وارد شده به شبکیه دارد.

✓ اگرچه آسیب‌های دائمی شبکیه بر اثر اشاره‌گرهای لیزر به ندرت ایجاد می‌شود، اما این صدمه نیازمند تماس بدون وقفه چشم به مدت ۱۰ ثانیه با لیزر است و بعید به نظر می‌رسد چنین آسیبی به طور تصادفی رخ دهد.

✓ استفاده پزشکی از لیزرها سبب افزایش مواجهه فرد با پرتو UV به اندازه

یک روز حمام آفتاب گرفتن است.



پیشگیری

اطلاعات دقیق در مورد نحوه استفاده ایمن از لیزرها را می‌توان در دستورالعمل‌های استاندارد ANSI Z136.1, 2000 یافت. در زیر به چند نکته مهم در مورد استفاده از لیزرها در مشاغل اشاره می‌گردد.

در کل لیزرها باید در زمان استفاده محصور باشند. دستگاه‌های لیزر باید با دقت طراحی شوند تا از انعکاس جلوگیری کنند، همچنین باید دارای روشنایی کافی باشند تا مردمک چشم به اندازه کافی کوچک شود. حفاظ‌های چشم باید براساس طول موج لیزر مورد استفاده انتخاب شود همچنین این حفاظ‌ها باید دارای حفاظ جانبی نیز باشند. فیلترهای جذب‌کننده پرتو به طور کلی نسبت به فیلترهای بازتاب‌دهنده دارای برتری هستند زیرا نوع جذب‌کننده بدون توجه به زاویه پرتو قادر به جذب آن می‌باشد.

حفاظت از پوست در زمان استفاده از لیزرهای کلاس ۱۷ فاقد اینترلاک بسیار مهم است. لیزرهای کربن دی اکسید - نیتروژن پرتو UV غیر قابل رویتی را از خود ساطع می‌کنند که ممکن است سبب سوختگی شدید قبل از حس کردن آن شوند، حفاظت با مانع نیاز است.

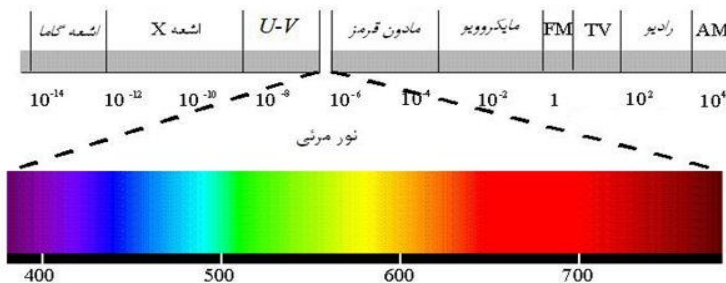


نور مرئی-روشنایی

پرتو یا نور مرئی بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که در طیف بین امواج رادیو فرکانس و اشعه UV قرار می گیرد و طول موج های آن بین ۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر است. از بین پرتوهای الکترومغناطیسی فقط این پرتوها به صورت طیفی از رنگ های مختلف برای انسان قابل رویت است. طیف آبی رنگ نور مرئی عامل اصلی خطرات چشمی می باشد زیرا حاوی انرژی بیشتری است. **نور ناکافی یا نورهای بازتاب شده (درخشنده) می تواند سبب خستگی چشم، خستگی بینایی، سردرد و تحریک و سوزش چشم شود.** این مشکلات با احتمال بیشتر در افراد با سن بیش از ۴۰ سال اتفاق می افتد و این علائم موقتی است.



شکل ۲- ۱ - عبور نور سفید از منشور و ایجاد طیف رنگی



پیامدهای کار تحت سیستم روشنایی نامطلوب:

- خستگی چشم
- اشکال در تطابق و دید اشیاء و رنگها
- کاهش بهره‌وری و کارایی شغلی
- خیرگی و صدمه به شبکه
- افزایش حوادث
- اختلالات اسکلتی عضلانی
-



استانداردهای شدت روشنایی

در محیط‌های مسکونی، تجاری، عمومی و صنعتی برای آسایش افراد، شدت روشنایی در جداول مخصوصی بیان گردیده است. حداقل شدت روشنایی قابل قبول ۵۰ لوکس می باشد.

خصوصیات مکان	مثال	شدت روشنایی مورد نیاز Lx
مکانهایی با تردد محدود افراد	انبارها یا زیرزمینها و راهروها	۵۰ تا ۱۵۰
کارهای غیر دقیق یا خشن	بارگیری و تخلیه الوار یا تایر	۱۵۰-۲۰۰
کارهای با دقت متوسط	کارهای خدماتی و تولیدی	۲۰۰-۳۰۰
کارهای دقیق	کارهای تحریری یا مونتاژ قطعات	۳۰۰-۵۰۰

اقداماتی که به منظور **پیشگیری از آسیب در کارگران** در مواجهه با خطر انجام می‌گیرد، مشتمل بر **ارزیابی‌های قبل از استخدام افراد فاقد عدسی چشم (آفاکیا) یا دارای سابقه حساسیت به نور** و مراقبت‌های پزشکی جهت کشف تغییرات در حدت بینایی یا نشانه‌های زودرس آسیب چشمی، استفاده از **عینک‌های محافظ یا سپرهای محافظ** صورت توسط جوشکاران، **نورپردازی مناسب** محیط به منظور کاهش درخشندگی و مصرف فیلترهایی بر روی منابع مولد نور شدید جهت حذف طول موج‌های نور آبی رنگ می‌باشد.



صدا

وبینار طب کار ۴؛ دکتر فرهنگ؛ دی ۱۴۰۰

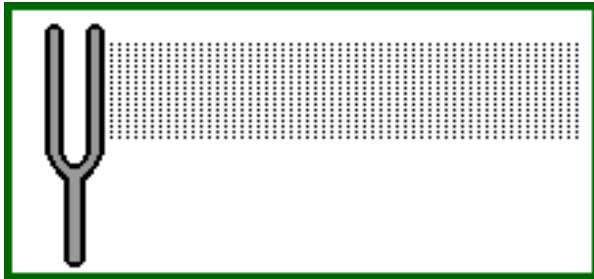
تعاریف

صدا یا **صوت** از انواع انرژی است که از **تحرک ذرات ماده** بوجود می‌آیند به این گونه که یک ذره با حرکت (برخورد) خود به ذره‌ای دیگر، ذره دیگر را به حرکت درمی‌آورد و به همین ترتیب است که صوت نشر می‌یابد. **صدا ارتعاشیست که توسط حس شنوایی انسان درک می‌شود.** ما معمولاً **اصواتی که در هوا حرکت می‌کنند را می‌شنویم** ولی صدا می‌تواند در گاز، مایع و حتی جامدات نیز حرکت کند.

امواج صوتی ، امواج مکانیکی طولی هستند. این فیزیک امواج می‌توانند در جامدات ، مایعات و گازها منتشر شوند. ذرات مادی منتقل کننده این امواج ، در راستای انتشار موج نوسان می‌کنند.

از واحد دسی‌بل نیز برای اندازه‌گیری شدت صوت استفاده می‌کنند.

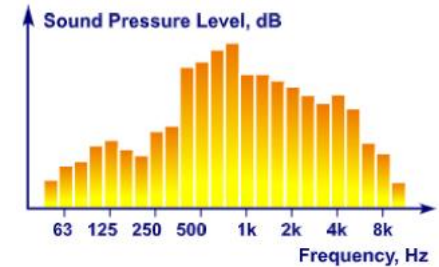
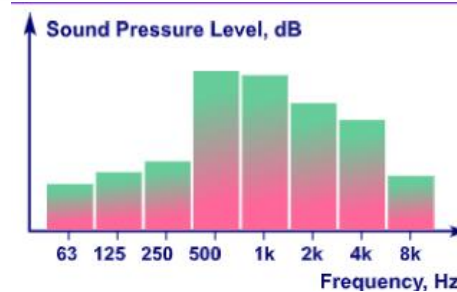
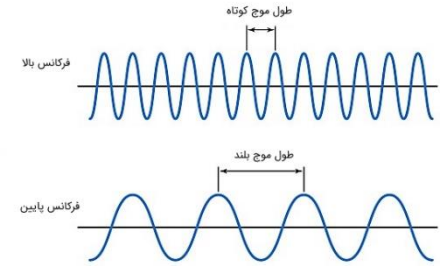
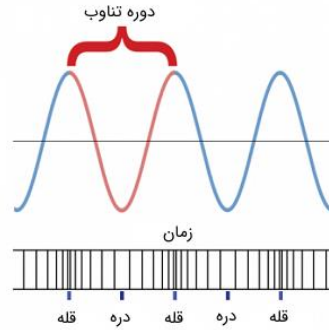
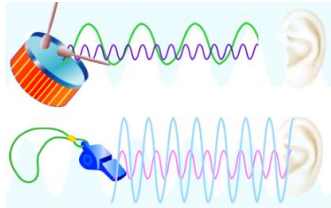
اصوات ارتعاشات مکانیکی هستند که به شکل طولی منتشر می‌شود و صوتها از تغییر مکان قسمتی از یک محیط اکوستیک نسبت به وضعیت ارتعاشی خود به وجود می‌آیند.



Frequency of Sound

When sound travels through air, the atmospheric pressure varies periodically. The **number of pressure variations** per second is called the frequency of sound, and is measured in **Hertz (Hz)** which is defined as cycles per second.

A normal human ear is able to hear sounds with frequencies from **20 Hz to 20,000 Hz-audible frequency range**. The sounds we hear comprise of various frequencies. The human ear has peak response around **2,500 to 3,000 Hz** and has a relatively low response at low frequencies.



صدا در محیط کار:

- **صوت آزار دهنده (ناخواسته)** به عنوان صدا (Noise) در کتب یاد شده است. در واقع صدای آزار دهنده **تر کبی از فرکانس های مختلف است که هیچ گونه نظم و ترتیبی در آن دیده نمی شود.**



- به هر حال صدای بالا علاوه بر آنکه **موجب اختلال در مکالمه و تفهیم مطالب می شود، باعث عدم تمرکز و ناهماهنگی در کارهای فکری می شود و در نتیجه ضریب اشتباهات افزایش می یابد.** در نهایت **حوادث ناشی از کار** افزایش می یابد که در این حالت **خستگی زود رس** ایجاد می شود، در نتیجه **راندمان تولید یا کار کاهش می یابد.**

اثرات شنوایی صدا بر سلامتی



Temporary & permanent

▶ افت موقت شنوایی

▶ افت دائم شنوایی

که این دو تحت عنوان کلی افت شنوایی ناشی از صدا **NIHL** بیان می شوند.

Noise Induced Hearing Loss

Acoustic trauma

▶ ضربه صوتی

Noise-Induced Permanent Threshold Shift
(NIPTS)

Tinnitus

▶ وزوز گوش

صدای زنگ در گوش‌ها: علت آن آسیب به سلول‌های موئی در گوش داخلی است. این آسیب، سیگنال‌های که سلول‌های موئی به مغز شما می‌فرستند را تغییر می‌دهد. وزوز ممکن است موقتی یا دائمی باشد.

اثرات شنوایی صدا بر سلامتی

▶ اثرات مزمن صدا

مواجهه طولانی با صدا معمولاً باعث آسیب گوش داخلی بویژه سلول‌های مویی جسم کورتی می‌شود. سایر نسوج در ارتباط با سلول‌های مویی نظیر عروق خونی کوکلئار، استریاواسکولاریس و پایانه‌های عصبی نیز ممکن است دچار آسیب شوند. ابتدا سلول‌های مویی قاعده کوکلئار که مسئول دریافت صداها با **فرکانس بالا** می‌باشد تخریب شده و سرانجام ناحیه میانی و راس کوکلئار صدمه می‌بینند.

اگرچه خطر ابتلاء به NIHL علاوه بر طول مدت اشتغال با پیشرفت سن افزایش می‌یابد ولی بیشتر عوارض مربوط به مواجهه در طی سال‌های اولیه روی می‌دهد. در واقع بیشتر آسیب‌ها در طی ۱۰ سال اول کار ایجاد می‌شود. مهمترین عوامل ایجاد NIHL، تماس طولانی با تراز صدای بیشتر از ۸۵ دسی بل، بدون حفاظت گوش است. ولی عوامل خطر دیگری نیز وجود دارد که باعث تسریع یا تشدید NIHL می‌شود، عبارتند از: افزایش چربی خون، دیابت، استعمال سیگار، اختلالات تیروئید، و مواجهه با بعضی از مواد شیمیایی نظیر حلال‌ها و برخی از فلزات سنگین.

کاهش شنوایی

- ▶ براساس تخمین NIOSH حدود ۳۰ میلیون شاغل آمریکایی در معرض صدای مضر می باشند. این میزان در اتحادیه اروپا حدود ۳۵ میلیون نفر است. مهمترین عارضه فیزیولوژیک مواجهه با صدای بیش از حد مجاز، افت شنوایی است.
- ▶ NIOSH برآورد کرده است که از هر ۴ کارگر با سن بیش از ۵۵ سال که در معرض مواجهه با مقادیر زیاد صدا (بیش از ۹۰ دسی بل) می باشند ۱ نفر دچار درجاتی از اختلال شنوایی است.
- ▶ NIOSH کاهش شنوایی ناشی از صدا را به عنوان یکی از ۱۰ بیماری عمده مربوط به کار معرفی کرده است.

National Institute for Occupational Safety and Health

- برخی از خطرات شغلی مانند صدا، عوامل سرطان‌زا، ذرات هوابرد و خطرات ارگونومی، بخش مهمی از بیماری‌های مزمن را تشکیل می‌دهند:

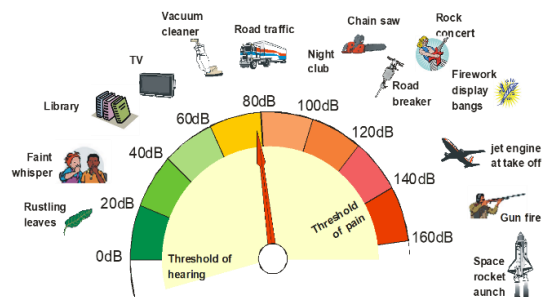


- ۳۷٪ از بیماری‌های شغلی مربوط به کمر درد،
- ۱۶٪ افت شنوایی،
- ۱۳٪ بیماری مزمن انسدادی ریه،
- ۱۱٪ آسم،
- ۸٪ آسیب‌های شغلی،
- ۹٪ سرطان ریه،
- ۲٪ سرطان خون و
- ۸٪ افسردگی است.

اثرات شنوایی صدا بر سلامتی

► ضربه صوتی

تماس ناگهانی با سروصدای بسیار زیاد مانند صدای انفجار، شلیک تفنگ و خمپاره و پرس‌های غول پیکر ممکن است باعث آسیب دائمی گوش داخلی و میانی شود. بیشتر این افراد در تماس با اصواتی با شدت ۱۴۰ تا ۱۶۰ دسی بل هستند. نتیجه ارزیابی ادیولوژیک در ضربه حاد صوتی بصورت **کاهش شنوایی** هدایتی (آسیب‌های وارده بر کانال گوش، پرده گوش، گوش میانی و استخوانچه‌های گوش میانی)، کاهش شنوایی حسی-عصبی و یا حالت مختلط می‌باشد. زمان لازم برای تثبیت شنوایی چند هفته تا چند ماه می‌باشد. **آسیب دائمی** می‌تواند در **سلول‌های حسی** گوش داخلی و **پارگی دائمی پرده صماخ** رخ دهد.



اثرات غیر شنوایی صدا بر سلامتی

۱- اثرات فیزیولوژیکی: افزایش ضربان قلب، تعداد تنفس، بالا رفتن مقدار مصرف اکسیژن و فشار خون، میزان گلوکز و چربی خون



در اثر استرس ناشی از صدا، اعصاب سمپاتیک فعال شده و از قسمت قشری غده فوق کلیوی هورمون‌هایی آزاد می‌گردند. بدین ترتیب ضربان قلب افزایش یافته، رگ‌ها منقبض می‌شود و در نهایت فشار خون بالا می‌رود. اصلی‌ترین اثر غیرشنوایی صوت، افزایش فشار خون است.

اثرات غیر شنوایی صدا بر سلامتی

۲- اثرات روانی: بی دقتی، کم شدن فعالیتهای مغزی، اختلال در خواب

۳- اثرات عمومی: سرگیجه، استفراغ، تهوع

۴- اثر بر ایمنی و افزایش حوادث: باعث تحریک اعصاب، ناراحتی و آشفتگی و کاهش کارایی

و بهره‌وری کارگران گردیده است و با ایجاد تداخل در مکالمات همکاران و نشنیدن اصوات هشدار دهنده می‌تواند باعث بروز حوادث ناگوار گردد.

۵- افزایش حرکات روده و زخم گوارشی - پپتیک اولسر

برنامه حفاظت شنوایی (HCP). هدف از انجام HCP پیشگیری از کاهش شنوایی و یا جلوگیری از پیشرفت افت شنوایی است. وقتی که کارگران در مواجهه با صدایی با شدت بیش از ۸۵ دسی بل باشند، اجرای HCP ضروری است. اجزای یک HCP موثر شامل:

(۱) بررسی صدا،

(۲) اقدامات کنترل مهندسی،

(۳) اقدامات کنترل اداری،

(۴) آموزش و اطلاع رسانی،

(۵) وسایل حفاظت فردی

(۶) بررسی نتایج شنوایی سنجی می باشد.



بررسی صدا. اولین گام در اجرای یک برنامه حفاظت از شنوایی، **تعیین منابع تولید صوت و اندازه‌گیری سروصدای محیط کار** است. این کار معمولاً توسط **کارشناسان بهداشت حرفه‌ای** صورت می‌گیرد و مشخص می‌گردد که آیا **سروصدا بیشتر از حد مجاز** است و آیا اصلاً نیاز به انجام HCP می‌باشد. وقتی در یک نوبت شدت صوت بطور کامل در قسمت‌های مختلف محیط کار اندازه‌گیری شد، لازم است **در فواصل زمانی مشخص این کار تکرار** شود. بویژه در مواردی مانند **تغییر در فرآیند کار**، **راه اندازی ماشین آلات جدید**، **بروز نقص و آسیب در دستگاه‌ها و روش‌های حفاظتی** این کار بسیار حائز اهمیت است. پزشک کار که وظیفه مدیریت HCP را برعهده دارد. موظف است نتایج بررسی میزان صدا را با میزان مجاز استاندارد مقایسه کرده و اقدامات لازم را بعمل آورد.



معیارهای صوتی صنعتی

استاندارد مورد پذیرش در ایران بر اساس توصیه کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور ۸۵ دسی بل با قاعده ۳ دسی بل است که بر اساس آن زمان مجاز مواجهه محاسبه می گردد .

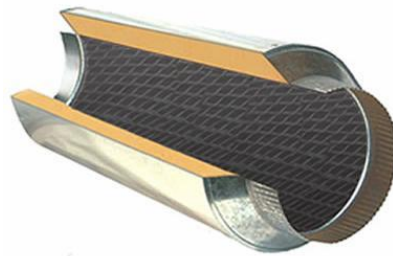
برحسب این معیار، مواجهه پیوسته با ترازهای بالاتر از ۱۱۵ دسی بل حتی برای مدت کوتاه نیز توصیه نمی گردد. مواجهه مقطعی و کوتاه مدت تا تراز ۱۴۰ دسی بل مانعی ندارد.

اقدامات کنترل مهندسی. مهم‌ترین روش کنترل در HCP رعایت اصول کنترل مهندسی است.

در محیط‌هایی که شدت صوت از ۹۰ دسی بل تجاوز می‌کند، موثرترین روش کنترل، **کاهش صدا در منبع تولید** است.

گاهی اوقات **با تغییر برخی از فرآیندها**، میزان صدا کاهش می‌یابد. مثلاً جوش دادن بجای پرچ کردن و استفاده از پرس بجای کار با چکش، می‌تواند در کاهش صدا موثر باشد.

محکم کردن صفحات و قطعات دستگاه‌های پرس سروصدا، کار گذاشتن صدا خفه کن در دستگاه‌ها و یا پوشاندن رویه صفحات تشدید کننده با بعضی از ترکیبات خاص، محصور کردن دستگاه‌های پرس سروصدا و جایگزین کردن واگن‌های برقی بجای واگن‌های دیزلی یا بنزینی نمونه‌های دیگری از اقدامات کنترل مهندسی است.



اقدامات کنترل اداری. چنانچه اقدامات کنترل مهندسی به علت مشکلات اقتصادی و یا دلایل دیگر عملی نباشد، لازم است برای کاهش تماس کارگر با سروصدای محیط کار، اقدامات کنترل اداری بکار گرفت. باید **مدت زمان قرار گرفتن کارگر در محیط پر سروصدا را کاهش داده**، با ایجاد **شیفت در گردش** از توقف طولانی یک کارگر در مواجهه با سروصدا جلوگیری شود. همچنین از خرید و نصب ماشین آلات پر سروصدا در کارخانه ممانعت گردد. البته در اجرای روش‌های کنترل اداری حمایت همه جانبه مدیریت لازم است.



Engineering Controls

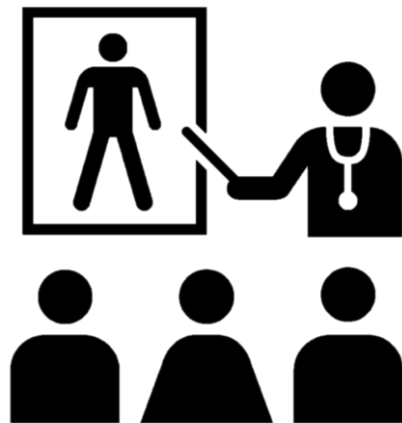


Administrative Controls

آموزش و اطلاع رسانی. مدیران و کارگران به منظور پذیرش و رعایت استانداردها و ضوابط و مهمتر از اجرای موفقیت

آمیز برنامه حفاظت از شنوایی باید از اثرات زیانبار صدا آگاه شوند.

یک برنامه آموزشی خوب باید در برگیرنده موارد زیر باشد:



- اهداف کلی برنامه
- اثرات سوء سروصدا بر سلامتی
- چگونگی وقوع کاهش شنوایی
- اهداف آزمون شنوایی سنجی
- چگونگی محافظت افراد در مواجهه سروصدا

علاوه بر این، نقش و مسئولیت کارفرما و کارگران باید دقیقاً بیان شود. برنامه آموزش باید **هر سال یکبار** برای تمام کارگران تحت پوشش HCP، اجرا شود. همچنین هنگام **معاینات دوره‌ای**، به کارگران آموزش‌های لازم داده شود.

وسایل حفاظت فردی. در اغلب صنایع امکان کنترل صدا به روش‌هایی که اشاره شد وجود ندارد و نمی‌توان میزان صدا را تا حد مجاز و قابل قبول کاهش داد. در این صورت بهترین و آخرین راه‌حل تجهیز افراد به وسایل حفاظت فردی است. وسایل حفاظت شنوایی انواع مختلفی دارد، اما بطور کلی این وسایل به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

الف) پلاک گوش Ear plug



ب) پوشش دهانه مجرای شنوایی. Canal Cap



ج) گوشی. Ear muff



بررسی نتایج شنوایی سنجی.

بررسی نتایج شنوایی سنجی که آخرین مرحله از برنامه حفاظت از شنوایی برای **پیشگیری از NIHL** می باشد بسیار ضروری است. زیرا معمولاً افراد شاغل در محیط‌های پرسروصدا، **بویژه در مراحل زودرس از مشکلات شنوایی شکایت ندارند** و فقط آزمون‌های شنوایی سنجی است که این اختلالات را نشان می‌دهند.

در این مرحله از برنامه حفاظت شنوایی، **شنوایی سنجی پایه جهت مقایسه نتایج شنوایی سنجی‌های دوره‌ای** بسیار حائز اهمیت است.

پایش شنوایی سنجی، همچنین **تاثیر برنامه حفاظت از شنوایی** را در محیط‌های پرسروصدا مشخص می‌کند.

پزشک کار که تفسیر نتایج شنوایی سنجی را برعهده دارد، هنگام بررسی باید به موارد زیر توجه داشته باشد:

آیا کارگر دچار کاهش شنوایی است یا اختلالی در ادیوگرام وجود دارد؟

آیا برنامه حفاظت از شنوایی صحیح انجام می‌شود؟

آیا اقدامات حفاظت مهندسی یا فردی لازم است؟

در برنامه حفاظت شنوایی، **شنوایی سنجی باید در ساعات کار روزانه انجام شود و نیازی به ۱۶ ساعت دوری از مواجهه**

جهت رفع TTS احتمالی نیست. زیرا اگر این برنامه بطور صحیح انجام شود، نباید وقتی کارگر در مواجهه با صدای محیط

کار است کاهش شنوایی بوجود آید.