

# عوارض ناشی از پرتوهای غیر یونساز در محیط کار



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

**عوارض ناشی از پرتوهای غیر یونساز  
در محیط کار**

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: عوارض ناشی از پرتوهای غیر یونساز در محیط کار

تهیه کننده: مدیریت بهداشت ایمنی و محیط زیست

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

## فهرست عناوین

پیشگفتار .....	۴
مقدمه .....	۵
سازوکار اثر پرتوهای غیریون ساز روی چشم .....	۶
اثرات زیست شناختی نور مرئی .....	۷
منابع تابش پرتو فرابنفش .....	۸
اثرات زیست شناختی پرتو فرابنفش .....	۸
پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر پرتو فرابنفش .....	۱۰
منابع تابش پرتو مادون قرمز .....	۱۱
اثرات زیست شناختی پرتو مادون قرمز .....	۱۱
پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر پرتو مادون قرمز .....	۱۲
امواج رادیویی و ریز موجها .....	۱۲
اثرات زیست شناختی امواج رادیویی و ریز موجها .....	۱۳
پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر امواج رادیویی و ریز موجها .....	۱۵
منابع .....	۱۶

### پیشگفتار:

یکی از عوامل زیان‌آوری که کم‌رنگتر از سایر عوامل زیان‌آور در محیط‌های کاری افراد با آن مواجهه دارند، پرتوهای غیر یونیزان است، به رغم احساس خطر مضاعف در مواجهه با پرتوهای یونیزان، متأسفانه افراد نسبت به خطرات جدی و جبران‌ناپذیر پرتوهای غیر یونیزان بی‌توجه یا بعبارت بهتر بی‌اطلاع هستند. لذا در این مجموعه، جهت اطلاع‌رسانی به کارکنان عزیز، به‌طور اختصار به معرفی پرتوهای غیر یونیزان و اثرات زیست‌شناختی (آسیب‌رسانی) آنها پرداخته و راه‌های پیشگیری را یادآوری می‌کنیم.

## مقدمه

پرتوهای غیر یون ساز آن دسته از پرتوهایی هستند که انرژی کافی برای ایجاد یونیزاسیون در اختیار ندارند. این بخش از طیف الکترومغناطیس شامل جریان الکتروسیسته، فرکانس‌های رادیویی و تلویزیونی، ریز موج‌ها، نور مادون قرمز، نور مرئی و نور ماورای بنفش است. این قسمت از طیف الکترومغناطیس عموماً تحت عنوان پرتوهای نوری شناخته می‌شود و طول موج‌ها هم معمولاً برحسب نانومتر بیان می‌شود. گستره‌های مهم از دیدگاه شغلی شامل ماورای بنفش (UV)، مادون قرمز و پرتوهای زیر موج است، ما بحثمان را با خطرات شغلی مربوط به ماورای بنفش (UV)، مادون قرمز (IR) نور مرئی و امواج رادیویی و ریز موج‌ها محدود می‌کنیم.

باند‌های پرتو نوری. حروف A و B و C نمایانگر عرض باند در محدوده‌های UV و IR نسبت به نور مرئی است (A یعنی نزدیک، B یعنی متوسط یا بینابینی و C به معنی دور بودن از نور مرئی است).

نام باند	طول موج
ریز موج	بالای یک میلی متر
مادون قرمز دور (IR-C)	3µm-1mm
مادون قرمز متوسط (IR-B)	۱/۴ µm – ۳ µm
مادون قرمز نزدیک (IR-A)	۷۶۰ – ۱۴۰۰ nm
نور مرئی	۴۰۰ – ۷۶۰ nm
UV نزدیک نور سیاه (UV-A)	۳۱۵ – ۴۰۰ nm
UV متوسط (UV-B)	۲۸۰ – ۳۱۵ nm
UV دور (UV-C)	۱۰۰ – ۲۸۰ Nm

### سازوکار اثر پرتوهای غیر یون ساز روی چشم

اعضای هدف پرتوهای IR و UV، پوست و چشم‌ها هستند. به ویژه چشم مستعد است، زیرا دریافت کننده درد ندارد و دست خوش سوختگی بافت‌ها و آسیب ناشی از جذب انرژی می‌شود، گاهی این آسیب‌ها در مراحل اولیه حس نمی‌شوند. علاوه بر این، وظیفه‌ی متمرکزکنندگی چشم، انرژی نوری را روی شبکیه متمرکز می‌کند.

پرتوهای نوری از طریق بخش شفاف قرنیه وارد چشم می‌شوند. پشت قرنیه مایعی وجود دارد که زجاجیه نامیده می‌شود (Vitreous Humor). عنیبیه بخش رنگ دانه دار چشم است و ماهیچه‌های آن برای محدود کردن میزان نور ورودی به چشم تحت انقباض قرار می‌گیرند. سپس نور از طریق عدسی، که توسط ماهیچه‌ها ضخیم تر یا نازک تر می‌شود، عبور می‌کند. تغییر ضخامت عدسی‌ها اجازه می‌دهد تصویر روی شبکیه در پشت چشم متمرکز شود. نور مرئی و پرتو مرئی IR می‌توانند از عدسی بگذرند، در حالی که سایر باندهای IR و UV جذب می‌شوند، اگر قبلاً توسط قرنیه جذب نشده باشند. نور مرئی به شبکیه برخورد می‌کند و دریافت کننده‌های نوری، که میله ای و مخروطی نامیده می‌شوند، این تحریک را به مغز منتقل کرده و در این محل به تصاویری که می‌بینیم، تفسیر می‌شوند. میله‌ای‌ها به شدت نور حساسند، در حالی که مخروطی‌ها عامل ادراک رنگ شناخته می‌شوند.

طبق انتظار، قسمت‌های مختلف چشم، بیشتر مستعد زیان و آسیب از جانب پرتوها متناسب با میزان جذبشان است. قرنیه نسبت به سوختگی ناشی از IR و همچنین UV حساس است. شبکیه، که روی آن نور مرئی و IR متمرکز می‌شود، به افزایش دما و سوختگی حساس است. عدسی‌ها UV را جذب می‌کنند، و از روبرو شدن بیش از حد با آن ممکن است آب مروارید ایجاد شود.

عوارض ناشی از پرتوهای غیر یونساز در محیط کار / ۷

بافت‌های چشم که ممکن است در اثر روبرو شدن با پرتو UV و IR صدمه ببینند.

باند	محل آسیب و نوع آسیب
IR دور	سوختگی قرنیه
IR متوسط	سوختگی قرنیه
IR نزدیک	سوختگی شبکیه، آب مروارید (آب مروارید شیشه سازان)
نور مرئی	سوختگی شبکیه، اختلال دید در شب و یا اختلال دید رنگی
UV نزدیک	آب مروارید عدسی
UV متوسط	آب مروارید، زیان قرنیه (آسیب جوش کاران)
UV دور	آسیب به قرنیه (آسیب جوش کاران)

### اثرات زیست‌شناختی پرتومرئی

پرتو یا نور مرئی بخشی از طیف الکترومغناطیسی است که در طیف بین امواج رادیوفراکانس و اشعه UV قرار می‌گیرد و طول موج‌های آن ۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر است. از بین پرتوهای الکترومغناطیسی فقط این پرتوها بصورت طیفی از رنگ‌های مختلف برای انسان قابل رؤیت است.

حساس‌ترین عضو هدف، چشم است. نورناکافی یا نورهای بازتاب شده (درخشنده) می‌تواند باعث 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 می‌افتد و این علایم موقتی است و هیچ مدرکی که نشان دهد اپیزودهای مکرر سبب آسیب چشمی می‌شود، موجود نیست. در کاربران پایانه‌های تصویری ویدئویی، کنتراست حاصله از منابع نور محیطی باعث خستگی چشم می‌شود که معمولاً می‌توان آن را از طریق کاهش شدت نور محیط، استفاده از فیلترهای ضد درخشندگی و تنظیم کنتراست نور در صفحه نمایش، تصحیح کرد. اقداماتی که به منظور پیشگیری از آسیب در کارگران در روبرو شدن با خطر انجام می‌گیرد، مشتمل بر ارزیابی‌های قبل از استخدام افراد فاقد



عدسی چشم (آفاکیا) یا دارای سابقه حساسیت به نور و مراقبت پزشکی جهت کشف تغییراتی در حدت بینایی یا نشانه‌های زودرس آسیب چشمی، استفاده از عینک‌های محافظ یا سپرهای محافظ صورت توسط جوشکاران، نورپردازی مناسب محیط کار به منظور کاهش درخشندگی و مصرف فیلترهایی بر روی منابع مولد نور شدید جهت حذف طول موج‌های نور آبی رنگ است.

### منابع پرتو فرابنفش

**الف- منابع طبیعی:** خورشید تمام بیناب پرتو فرابنفش را تابش می‌کند و اگر جو وجود نداشت، باعث ایجاد آسیب‌های زیاد می‌شد و این به خاطر وجود لایه اوزون در جو است که مقداری زیاد از شدت پرتو را کاهش داده و در نتیجه هنگامی که پرتو خورشید به سطح زمین می‌رسد، قابل تحمل می‌شود.

**ب- منابع مصنوعی:** از منابع مصنوعی تولید پرتو فرابنفش می‌توان از لامپ‌های بخار جیوه و فلورسنت نام برد. همچنین، قوس الکتریکی در جوشکاری برق از منابع تولید این پرتو است.

### اثرات زیست‌شناختی پرتو فرابنفش

ملانین یافت شده در لایه‌ی خارجی پوست وظیفه‌ای حفاظتی دارد که براساس آن انرژی را در پهنای باند UV جذب می‌کند. اشعه ماورای بنفش تولید ملانین را تحریک می‌کند، و در حمام‌های آفتاب باعث برونزده شدن پوست می‌گردد و موجب تغییرات چربی شکل دهنده در پوست افرادی می‌شود که تماس طولانی مدت داشته‌اند.

**۱- قرمزی پوست:** قرمزی پوست پس از تابش پرتو ایجاد می‌گردد و به شدت و طول موج آن بستگی دارد. موثرترین طول موج در ایجاد این عارضه طول موج ۲۹۶ نانومتر است که در ناحیه متوسط فرابنفش قرار دارد. علت ایجاد قرمزی گشاد شدن مویرگ‌های لایه درم در نتیجه آزاد شدن مواد مشابه

هیستامین در اپیدرم می‌باشد.

**۲- تیرگی پوست:** معمولاً پس از قرمزی، تیرگی پوست ایجاد می‌شود. اما تیرگی بیشتر به وسیله پرتویی با طول موج ۳۰۰ تا ۳۶۰ نانومتر ایجاد می‌گردد.

**۳- سرطان پوست:** UV-B باندی است که بیشترین فعالیت را در ایجاد سرطان پوست داشته است. شواهد اخیر نشان می‌دهد که UV-A هم توانایی ایجاد تغییراتی که منجر به سرطان شود، دارد. گذشته از خطر سرطان در با تماس UV، اشخاصی که در محیط‌های باز مثل جاده‌سازی و روی سقف‌ها کار می‌کنند و در معرض تماس با قطران و قیر هستند، که نشان داده است که اثر تشدیدکننده با مواجهه‌ی UV برای ایجاد سرطان پوست دارند.

مواردی زیاد از سرطان پوست در کسانی که به علل شغلی مانند کشاورزان، ماهیگیران و قایقرانان، مدت‌های طولانی در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار داشته‌اند، مشاهده شده است و آزمایش روی حیوانات آزمایشگاهی، به ویژه با طول موج کوتاه، این مسئله را ثابت نموده است. البته در مورد سرطان پوست ناشی از منابع مصنوعی پرتو، هنوز یقین حاصل نشده است.

از اثرات دیگر پرتو فرابنفش، می‌توان از پیرشدن پوست نام برد که این امر بیشتر در زنان به ویژه در بیمارستان‌ها (قسمت سترون نمودن) شایع است که در این حالت پوست خاصیت ارتجاعی خود را از دست می‌دهد.

**۳- التهاب ملتحمه و قرنیه:** تابش پرتو فرابنفش به چشم به میزان زیاد باعث التهاب قرنیه و ملتحمه آن می‌شود. بیناب طول موج‌هایی که ایجاد التهاب ملتحمه می‌کنند، احتمالاً همان بیناب ایجادکننده قرمزی است. در حالی که بیناب مولد التهاب قرنیه به طور خفیف به طرف طول موج‌های کوتاه‌تر متمایل است. حداکثر فعالیت در ایجاد این عوارض در محدوده طول موج ۲۸۸ نانومتر می‌باشد. علائم حاصل از اثر پرتو پس از چندساعت تابش ظاهر می‌شود که عبارت‌اند از: التهاب ملتحمه، نورترسی، درد چشم، التهاب پلک، اشک ریزش و احساس سوزش در چشم. در مراحل حاد عارضه، تعطیل کار برای کارگر الزامی

است. آسیب قرنیه ناشی از مواجهه با UV دور و میانی در فرآیندهای جوش کاری ایجاد می‌شود، و به نام برق زدگی جوش کاران معروف است. از آنجا که معمولاً جوش کاران با استفاده از یک حفاظ رنگی کار می‌کنند برق زدگی جوش کاران به ندرت به سراغ آنها می‌آید.

البته این عارضه گریبان دستیاران جوش کار و هر فردی را که ایستاده و کار جوش کاری را نظاره می‌کند، می‌گیرد. علائم برق زدگی جوش کاران، تحریک و التهاب بافت‌های نرم اطراف چشمان و احساس وجود سنگ ریزه یا ذرات ریز مشابه، در چشم‌ها است. برف کوری، که به واسطه‌ی انعکاس UV خورشیدی روی برف سفید بروز می‌کند، نیز شرایط مشابهی دارد.

### پیشگیری و تدابیر حفاظت در برابر پرتو فرابنفش:

۱- آموزش: افراد در تماس با این پرتو باید آموزش لازم را در زمینه اثرات و خطرات آن فرا گیرند.

۲- فاصله از منبع پرتو: شدت پرتو با عکس مجذور فاصله از منبع کاهش می‌یابد.

وسایل حفاظت فردی: باید به ویژه در هنگام جوشکاری، از وسایل حفاظت فردی، مانند نقاب صورت، عینک مخصوص، دستکش و پیش بند استفاده شود. معمولاً استفاده از لباس فلانل بر نوع چرم آن برتری دارد. برای مشاغلی مانند کشاورزی استفاده از لباس پنبه ای پیشنهاد می‌شود. کاربرد زیاد حاجب‌های خورشیدی، کلاه‌های لبه دار بزرگ و عینک‌های آفتابی و پوشاندن پوست تحت تماس، از موثرترین راهکارهای حفاظت پوست کارگر در برابر پرتو UV است.

۳- محصور کردن: با کشیدن پرده، مناسب، به خصوص در محل جوشکاری، باید افراد دیگر را از پرتو محافظت کرد. می‌توان از پرده ای با جنس پلی وینیل کلراید استفاده نمود. چون رنگ دارای اهمیتی ویژه است، بنابراین، رنگ پرده نباید بازتاب دهنده پرتو باشد و مناسب‌ترین رنگ، رنگی است که در آن از

اکسیدزنگ و اکسید تیتانیوم استفاده شده باشد. ماده حفاظتی دیگر برای محصورسازی، شیشه است که طول موج خطرناک پرتو را جذب می‌کند. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود در قسمت سترون نمودن در بیمارستان‌ها، از این ماده استفاده شود.

### منابع تابش پرتو مادون قرمز:

مادون قرمز خورشید و کلیه اجسام ملتهب، منبع تولید پرتو مادون قرمز هستند.

### اثرات زیست شناختی پرتو مادون قرمز:

مهمترین اثر زیست شناختی پرتو مادون قرمز به علت افزایش دمای بافت، پس از جذب پرتو، صورت می‌گیرد. پرتو مادون قرمز به‌طور عمده به وسیله پوست و چشم جذب می‌شود و نفوذ آنها در لایه‌های داخلی پوست بسیار کم است. حداکثر عمق نفوذ پرتو مادون قرمز در پوست حدود 3mm است. از عوارض مهم پرتو مادون قرمز روی پوست، ایجاد سوختگی و تیرگی رنگ پوست است. پرتو مادون قرمز توسط اجسام خیلی داغ، مثل یک شیشه‌ی گذاشته یا فلز مذاب ساطع می‌شود. آب مروارید ناشی از مواجهه با IR نزدیک منتشر شده توسط شیشه‌ی داغ در بین شیشه گران شایع بوده و به نام آب مروارید شیشه گران شناخته می‌شود. ولی در حال حاضر این عارضه در کارگران ذوب فلز و کارگران کوره‌ها نیز مشاهده می‌شود. این عارضه ممکن است پس از ۱۰ سال کار یا بیشتر ایجاد شود. این تیرگی عدسی‌ها معمولاً غیرقابل برگشت است. علت ایجاد آب مروارید گرمای حاصل از این پرتو است و چون عدسی چشم فاقد عروق خونی است، به همین دلیل نمی‌تواند گرمای جذبی را دفع کرده و در نتیجه به تدریج آسیب می‌بیند. تابش پرتو زیاد روی چشم، سبب سوختگی شبکیه می‌شود.

### کاربرد پرتو مادون قرمز:

پرتو مادون قرمز برای تشدید جریان خون موضعی، درمان آماس مفصل‌ها،

دردهای ماهیچه ای، بیماری‌های عروقی، دررفتگی و محدودیت حرکات مفصلی استفاده می‌شود.

### پیشگیری و تدابیر حفاظتی در مقابل پرتو مادون قرمز:

- ۱- ایجاد فاصله کافی باتوجه به قانون عکس مجذور فاصله
- ۲- آموزش و آگاهی لازم به کارگران
- ۳- جداکردن منبع تابش و محصورسازی
- ۴- استفاده از وسایل حفاظت فردی، مثل شیشه عینک کروک، باتوجه به اینکه اکسید برخی فلزات می‌تواند تابش‌های حرارتی را جذب کند، از ترکیباتی مانند بی کربنات سدیم، اکسید فریک، اکسید فرو و کربن ساخته شده است.
- ۵- به دلیل اینکه شیشه معمولی پرتو مادون قرمز با طول موج بیشتر از چهار میکرون را جذب می‌کند، استفاده از آن سودمند است.
- ۶- شدت پرتو تابشی نباید بیشتر از ۱۰ میلی وات بر سانتی متر باشد.

### امواج رادیویی و ریزموج‌ها:

نوع دیگری از پرتوهای غیر یونساز، که امروزه موارد استفاده زیادی دارند، پرتوهای الکترومغناطیسی با بسامدهای رادیویی و ریز موج‌ها یعنی بسامدهای  $3 \times 10^{11}$  تا  $3 \times 10^5$  هرتز هستند. این امواج کاربرد بسیار زیادی دارند که برخی از آنها عبارتند از استفاده در رادیو تلویزیون، مخابرات، دستگاه‌های رادار، تقویت کننده‌های امواج و... همچنین از میکروویو‌ها برای مقاصد مختلف به دلیل داشتن اثر گرمایی از مصارف خانگی (پختن غذا) گرفته تا پزشکی و درمانی و آزمایشگاهی، صنایع و... کاربرد دارند. در صورتی که در منازل از وسایل میکروویو طبق دستورالعمل آنها استفاده شود، خطری برای مصرف کننده در بر ندارد.

چنانچه این امواج در هوا یا در محیط مادی منتشر می‌شوند، بخشی از آنها به

وسيله محیط جذب شده و عمدتاً به گرما تبدیل می‌شوند. بسیاری از اثرات امواج رادیویی و ریزموج‌ها، نتیجه گرمای حاصل از جذب پرتو در بدن انسان است. میزان انرژی جذب شده به وسیله بدن انسان به بسامد موج، وضعیت نسبی بدن و منبع فرستنده موج، ابعاد بدن، شرایط محیطی مانند دمای محیط و... بستگی دارد.

### اثرات زیست شناختی امواج رادیویی و ریز موج‌ها (میکروویو):

آسیب‌های ناشی از اثرات حرارتی مواجهه شدید با مقادیر زیاد امواج رادیویی و پرتوهای میکروویو اثبات شده است. آسیب‌های حرارتی ناشی از این پرتوها مانند دیگر آسیب‌های حرارتی با تغییر ماهیت و تجزیه پروتئینی و نکروز بافتی در محل تماس حرارت مشخص می‌شود که همراه واکنش‌های التهابی و تشخیص جای زخم در محل عضو مربوطه تظاهر می‌کند. در انسان اثرات حرارتی مواجهه با مقادیر کم مشخص نشده است.

اثرات زیست شناختی این پرتوها به میزان جذب انرژی پرتو در واحد جرم بافت بستگی دارد. از این رو، برای بررسی این اثرات، کمیتی به عنوان میزان جذب ویژه انرژی به صورت زیر تعریف می‌شود:



واحد این کمیت  $J/S.Kg$  یا  $W/Kg$  است. انرژی جذب شده به صورت گرما در بافت ظاهر می‌شود، یا ممکن است اثرات غیرحرارتی بر بافت بگذارد. انرژی جذبی در بسامدهای بالا عمدتاً به گرما تبدیل می‌شود. بسیاری از اثرات زیست شناختی امواج رادیویی و ریز موج‌ها بر انسان نتیجه افزایش دمای بافت‌های بدن در اثر جذب انرژی آنها می‌باشند، ولی برخی آثار که به خصوص در بسامدهای پایین مشاهده می‌شود، اثرات غیرحرارتی هستند. در بسامدهای بالا (بیشتر از ۳ گیگاهرتز) انرژی ریزموج‌ها عمدتاً توسط پوست جذب می‌شود، حال آنکه در

بسامدهای پایین تر بخش مهمی از انرژی به وسیله اندام‌های داخلی بدن جذب می‌شوند. بافت‌های شفاف چشم، به خصوص عدسی و دستگاه اعصاب مرکزی بدن، که تبادل دمای آنها با محیط به سختی صورت می‌گیرد، در برابر این امواج حساسیتی بیشتر دارند. مغز انسان نسبت به دما بسیار حساس است و تغییر جزئی در دمای بخش‌هایی از آن می‌تواند این مشکلات در بسامدهای حدود چند صد مگاهرتز بسیار مهم است. به عنوان نمونه، بسیاری از اجاق‌های میکروویو صنعتی در بسامدهای ۹۱۵ مگاهرتز کار می‌کنند، در این بسامد، این امواج به شدت بر اندام‌های داخلی بدن اثر می‌گذارند و لذا حفاظت در برابر امواج ناشی از اجاق‌ها دارای اهمیتی بسیار است. از جمله اثرات زیست‌شناختی پرتوها، می‌توان از آب مروارید، اثر بر غدد تولید مثل، بروز اختلال در دستگاه تنظیم حرارت بدن و ایجاد تغییرات را نام برد. اثرهایی همانند سر درد، سوزش چشم، آب ریزش از چشم، تحریک عصبی و کم‌اشتهایی نیز در ارتباط با این پرتوها مطرح شده، اما هنوز به اثبات نرسیده است. تفاوت مهم پرتوهای یاد شده با پرتوهای نوری در عمق نفوذ این پرتوهاست.

بخش فرکانس طیف امواج الکترومغناطیسی از صفر تا ۱۰۰۰ گیگاهرتز امتداد دارد جذب پرتو امواج رادیویی بستگی به جهت امواج الکترومغناطیسی دارد. عواملی که بر هدایت امواج رادیویی در بدن اثر می‌گذارند شامل ضخامت پوست، انتشار و محتوی آب بافت‌های مختلف است. وقتی حجم آب زیاد باشد، جذب انرژی و اثرات حرارتی افزایش می‌یابد. امواج رادیویی به شکل پرتوهای ضربانی و پرتوهای پیوسته تولید می‌شوند که پرتوهای ضربانی مضرتر در نظر گرفته می‌شوند.

خطر آسیب حرارتی با افزایش شدت تشعشع و نزدیک تر بودن به منبع تشعشع افزایش می‌یابد. سایر عواملی که بر حساسیت انسان نسبت به آسیب امواج رادیویی اثر می‌کنند، شامل رطوبت و دمای محیط، محیط بازتاب کننده، مقدار عروق بافت‌ها، افزایش حساسیت بافت‌ها بر گرما (مثل بیضه‌ها) و فقدان

سدهای آناتومیکی در برابر تماس با اشعه (مثل چشم) است. به طور کلی عقیده بر این است که تماس‌های حاد با مقادیر زیاد یا تماس‌های جهات طولانی مدت با مقادیر کم باعث ایجاد سرطان نمی‌شود، ولی شواهدی وجود دارد که بر سرطان‌زایی پرتوهایی با فرکانس بی نهایت کم ناشی از عبور جریان الکتریسیته (میدان‌های مغناطیسی) و با فرکانس کمتر از ۲۰۰ هرتز دلالت دارد. برخی مطالعات به افزایش بروز تومورهای مغز، سرطان پستان در مردان یا لوسمی در کارگران در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس بی نهایت کم اشاره کرده‌اند.

تماس حاد با مقدار زیاد امواج رادیویی معمولاً یک احساس گرمی در ناحیه تماس ایجاد می‌کند که با احساس گرمی یا سوختگی پوست دنبال می‌شود. تحریک‌پذیری، سردرد یا سبکی سر، سرگیجه، درد در ناحیه تماس، آبریزش از چشم و احساس جسم خارجی در چشم، اشکال در بلع، بی‌اشتهایی، دردهای ناگهانی شکم و تهوع از علائم دیگر است. پوست در معرض تماس، ظاهر آفتاب سوخته داشته که همراه قرمزی و سفتی مختصر است، امکان تاول و وزیکول نیز وجود دارد.

### پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر امواج رادیویی و ریزموج‌ها:

- ۱- ارائه آموزش و آگاهی کافی به کارکنان
- ۲- نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتوها در محیط
- ۳- افزایش فاصله از منبع پرتو
- ۴- کاهش زمان تماس با پرتو
- ۵- استفاده از لباس‌ها و وسایل حفاظتی مناسب که در مورد امواج رادیویی حفاظت‌های بازتاب دهنده مانند آلومینیوم و لباس‌های مجهز به الیاف فلزی مناسب است.
- ۶- استفاده از حفاظ مناسب برای چشم‌ها



۷- ایجاد شرایط جوی مناسب در محیط کار و کنترل گرما و رطوبت

۸- ایجاد امکانات تهویه مطبوع و مناسب

قطبی شدن مولکول‌های آب در بافت‌ها از آثار غیرحرارتی این پرتوهاست. همچنین، تغییراتی در نوار مغز و نوار قلب افراد در معرض تماس مشاهده شده است.

#### منابع:

طب کار و بیماری‌های شغلی جلد ۲، دکتر عقیلی نژاد و دوستان، انتشارات  
ارجمند

بیماری‌های ناشی از عوامل فیزیکی محیط کار، دکتر صمد قضایی، انتشارات  
دانشگاه تهران

BASICS OF INDUSTRIAL HYGIENE. BY DEBRA K.NIMS

در این مجموعه مطالبی را درباره‌ی پرتوهای غیر یونیزان و عوارض زیان آور آنها را مطالعه خواهید نمود و راه‌های پیشگیری از مواجهه و اثرات زیانبار آنها را خواهید آموخت .

پرتوهای غیر یونیزان شامل فرابنفش، مرئی، مادون قرمز، امواج رادیویی و میکروویو، و پرتوهای با فرکانس بی نهایت کم و پرتو لیزر است.

