بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنما و دستورالعمل جامع بهداشت پرتوکاران (پرتوهای غیریونساز)

الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار
پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران
تابستان ۱۳۹۱

- عنوان گایدلاین: راهنما و دستورالعمل جامع بهداشت پرتوکاران (پرتوهای غیریونساز)
- کد الزامات: ۱-۰۸۰۳-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۱۰۴

مرکز سلامت محیط و کار:

تهران-خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- مرکز سلامت محیط و کار

تلفن: ۶۶۷۰۷۶۳۶-۰۲۱، دورنگار: ۶۶۷۰۷۴۱۷-۰۲۱

www.markazsalamat.ir

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - خیابان کارگر شمالی- نرسیده به بلوار کشاورز- پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم

تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸-۰۲۱

http://ier.tums.ac.ir

کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی/ سمت	محل خدمت
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد/ رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان
دکتر نوشین راستکاری	استادیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر آزیتا بهبهانی نیا	استادیار	دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن
دکتر رضا عزتیان	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاضله کتایون مدیری	کارشناس/ دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فریده سیف آقائی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس ندا بختیاری	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس لیلا یعقوبی	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از سرکار خانم دکتر آزیتا بهبهانی نیا که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

فهرست

۱- مقدمه	۲
۲- اهداف	۲
۳- تابش‌های الکترومغناطیسی	۳
۴- پرتوها	۳
۴-۱ انواع پرتو	۴
۴-۱-۲ پرتوهای غیر یونساز	۵
۴-۲ اصول و مقررات کلی حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونساز	۶
۵- مشخصات و خصوصیات انواع پرتوهای	
غیر یونساز همراه با مشاغل در معرض	۶
۵-۱ پرتو فرو سرخ IR	۶
منبع طبیعی	۷
منبع مصنوعی	۷
۵-۱ پرتوهای مرئی Vissible Radiation	۱۰
۵-۲-۲ منابع نور:	۱۲
۵-۳ پرتو فرابنفش UV	۱۳
۵-۳-۴ جذب پرتو فرابنفش	۲۰
۵-۳-۵ اندازه گیری پرتو فرابنفش	۲۱
۵-۳-۶ خواص فیزیکی پرتو فرابنفش	۲۱
۵-۳-۷ کاربرد پرتو فرابنفش	۲۲
۵-۳-۹ مشاغل در معرض uv	۲۲
۵-۳-۱۰ لوازم حفاظت فردی هنگام کار با پرتو ماوراء بنفش	۲۲
۵-۳-۱۱ عوامل مؤثر بر میزان پرتو UV عبارتند از:	۲۳
۵-۳-۱۲ شاخص جهانی پرتو uv	۲۵

۵-۳-۱۳ دو مفهوم متفاوت از حفاظت در برابر خورشید پیشنهاد می‌شود ۲۹
۵-۳-۱۴ نمایش گرافیکی UVI ۲۹
۵-۳-۱۵ پیام‌های اضافی در مورد آفتاب سوختگی ۳۰
۵-۳-۱۶ استفاده از رنگ‌ها جهت افزایش تفاوت‌ها ۳۱
۵-۳-۱۷ حمایت تضمین شده رسانه‌ها ۳۳
۵-۳-۱۸ استراتژی مفید ۳۴
۵-۳-۱۹ پیام‌های حفاظتی در برابر خورشید ۳۴
۵-۳-۲۰ پیام‌های مربوط به محیط زیست ۳۵
۵-۳-۲۱ پیام‌هایی برای کودکان به عنوان گروه‌های ویژه در معرض خطر ۳۵
۵-۳-۲۲ انواع مختلفی ازپوششهای حفاظتی چشم ۳۶
۵-۳-۲۳ پرتوها به عنوان یکی از عوامل زیان آور
موجود در کارگاه جوشکاری ۳۸
۵-۴ پرتوهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای رادیویی و ماکروویوها ۳۹
۵-۴-۱ تابش رادیو فرکانس ۳۹
۵-۵ پرتوهای الکترومغناطیس به عنوان دسته ای از پرتوهای غیر یونیزان ۴۱
۵-۵-۱ حفاظت درمقابل میدان مغناطیسی ثابت ۴۲
۵-۵-۲ خطرات تشدید مغناطیس و دیگر میدانهای الکتریکی ساکن ۴۲
۵-۵-۳ حفاظت در برابر خطرات میدانهای الکترو مغناطیسی
با فرکانس فوق العاده کم ۴۳
۵-۶ امواج رادیویی و پرتوهای ماکروویو ۴۵
۵-۶- ۱ میدانهای رادیویی و مایکروویو ۴۵
۵-۶- ۳ منابع محیطی ۴۶
۵-۶- ۴ تابش های شغلی ۴۶

۵-۶- ۵ اثرات ۴۶

۵-۶- ۶ طبقه بندی حفاظت ۴۷

۵-۷ -ایستگاه های آنتن تلفن همراه ۵۲

۵-۷ -۱ مواجهه با امواج هنگام در اختیار داشتن تلفن همراه ۵۴

۵-۷ -۲ روشهای کاهش مواجهه ۵۴

۵-۸ لیزر (Laser: Light Amplification by Stimulated Emission Radiation) ۵۵

۵-۸- ۱ انواع لیزر ۵۵

۵-۸- ۲ انواع کاربرد لیزر ۵۶

۵-۸- ۳ تجهیزات لیزری ۵۷

۵-۸- ۴ مخاطرات کاربرد لیزر ۵۸

۵-۸-۵ استاندارد کاربرد ایمن لیزرهای ANSI-Z ۱۳۶ ۵۸

۵-۸- ۶ دستورالعمل های ایمنی لیزر برای کلاسهای مختلف ۵۸

۵-۸- ۷ دستور العمل های حفاظتی عمومی ۵۹

۵-۸- ۸ حداکثر تابش مجاز لیزر ۵۹

۵-۸-۹ بهداشت کار با اجاق مایکرو ویو ۶۰

۶- اثرات بهداشتی و بیولوژیکی پرتوهای غیر یونساز ۶۱

۶-۱ اثرات بیولوژیکی پرتوهای فرو سرخ ۶۱

۶-۲ اثرات بهداشتی و بیولوژیکی پرتوهای پرتو ماورابنفش ۶۲

۶-۲-۱ اثرات پوستی ۶۲

۶-۲-۲ اثرات چشمی ۶۳

۶-۳ اثرات بهداشتی و بیولوژیکی پرتوهای پرتوهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای رادیویی و ماکروویوها ۶۵

۶-۴ اثرات بهداشتی و بیولوژیکی میدان های الکتریکی و مغناطیسی ۶۶

۷- روش های حفاظت و پیشگیری در برابر پرتوهای غیر یونساز ۶۶
۷-۱ پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر پرتوهای فرو سرخ ۶۶
۷-۲ پیشگیری وحفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش ۶۷
۷-۲- ۱ آموزش ۶۷
۷-۲- ۲ فاصله از منبع پرتو ۶۷
۷-۲- ۳ وسایل حفاظت فردی ۶۷
۷-۲- ۴ محصور نمودن ۶۷
۷-۲- ۵ کرمهای ضدآفتاب ۶۷
۷-۳ پیشنهادات کلی جهت حفاظت و پیشگیری در برابر
پرتوهای غیر یونساز ۶۸
۷-۴ حفاظت و پیشگیری در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای
رادیویی و ماکروویوها ۶۸
۷-۴-۱ مهم‌ترین تدابیری که برای حفاظت در برابر این پرتوها
توصیه می‌شوند عبارتند از : ۶۸
۷-۴-۲ حفاظت در برابر پرتوهای رادیویی و
مایکروویو - کنترلهای مهندسی ۶۹
۷-۵ پیشگیری از خطرات لیزرهای پزشکی ۷۱
۷-۵-۱ خارج و داخل اتاق لیزر ۷۱
۷-۵-۲ تجهیزات اتاق لیزر ۷۲
۷-۵-۳ حفاظت بیمار ۷۲
۷-۵-۴ حفاظت پرسنل ۷۲
۷-۶ لزوم ارتقای فرهنگ عمومی در زمینه حفاظت در برابر پرتوها و امواج ۷۲
پیوست ها ۷۳
پیوست ۱- تخمین مقدار آهنگ جذب انرژی و حدود آن ۷۳

پیوست ۲- تعیین ناحیههای میدان دور یا نزدیک و تخمین
مقادیر شدت میدان یا چگالی توان ۷۵
پیوست ۳- اندازه گیری پرتوهای رادیویی و مایکروویو و
ارزیابی نتایج اندازهگیری ۸۶
پیوست ۴- انواع علائم هشدار و خطر ۹۰
پیوست ۵- پرتو X ۹۱
پیوست ۶- مثال هایی از بررسی نتایج اندازهگیری شاغلین ۹۱
مراجع ۹۴

پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحبنظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاه های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی

رئیس مرکز سلامت محیط و کار

۱– مقدمه

پرتو یا تشعشع صورتی از انرژی است که به صورت امواج یا ذرات در خلأ یا در محیط مادی منتشر می‌شود. به طور ساده پرتوها را می‌توان انرژی عبوری تعریف کرد. برخی از پرتوها مانند پرتوα دارای جرم و بعضی فاقد آن می‌باشند و با توجه به میزان انرژی، دارای قدرت نفوذ در ماده هستند. پرتوها به دو دسته پرتوهای یونیزان (یونساز) و پرتوهای غیر یونیزان (غیر یونساز) طبقه بندی می‌شوند. معمولاً وقتی همراه با واژه پرتو کلمه دیگری بکار نرود پرتوهای یونیزان مورد نظر می‌باشد. در صورت عدم توجه به کاربرد ایمن و بهداشتی پرتوها، تابش های نامبرده نیز جزء عوامل زیان آور محیط کار قرار می گیرند و پایش فردی و محیطی این عامل نیز به طور کامل از سوی قوانین و مقررات بهداشت حرفه ای و ایمنی در کار در کشورمان حمایت می‌شود و در مواد ۸۵، ۹۲، ۹۵ قانون کار و مواد ۸۸ و ۹۰ قانون تا مین اجتماعی به صورت مستقیم و غیر مستقیم این حمایت ها وجود دارند. در کتاب آیین نامه های حفاظت و بهداشت کار یک فصل مجزا برای پرداختن به موضوع آئین نامه ومقررات حفاظت در مقابل خطر پرتوهای یونساز اختصاص یافته است. در این گفتار بر آنیم تا با جمع آوری بخشی از دانش مربوط به پرتوها که کارشناسان و دیگر دست اندرکاران ایمنی و بهداشت حرفه ای را در افزایش کارایی مورد نیاز در چگونگی بکارگیری آئین نامه‌ها و شیوه نامه های مربوطه یاری رساند، درک کاملی از چگونگی تأثیر پذیری انسان و محیط زیست از مواجهه با تابش را دریابد. تلاش گردیده تا علاوه بر معرفی هر یک از تابش های شناخته شده ای که عرصه زندگی و کار را در بر گرفته، مثال هایی از جنبه های محیط زیستی و شغلی مواجهه با پرتوها که می‌توانند برای کارشناسان نیز به مانند سایر گروه های اجتماعی مفید فایده قرار گیرد، افزوده شود.

۲ – اهداف

هدف از تدوین این دستورالعمل:

۱. جمع آوری مستندات در ارتباط با حفظ سلامتی شاغلین در مواجهه با پرتوها در محیط کار
۲. آشنایی شاغلین با اثرات و نحوه کنترل پرتوهای غیر یونساز
۳. آموزش و بازآموزی کارشناسان بهداشت حرفه ای با پرتوهای غیر یونساز
۴. ارائه روش‌های شناسایی، ارزیابی و کنترل اثرات بیولوژیکی پرتوهای غیریونساز
۵. توجه و اهمیت دادن به مخاطرات شغلی بر اساس دستورالعمل‌های بهداشتی

۳ – تابش‌های الکترومغناطیسی

پرتوها در زندگی امروز کاربردهای وسیعی یافته است. در همین حال، با وجود استفاده گسترده ای که از وسایل پرتوزا میشود،کمتر نکات حفاظتی در برابر آن‌ها رعایت میشود. در حالی که قرار گرفتن در معرض منابع پرتوزا که طیف وسیعی ازجمله وسایل منزل را شامل می‌شود، بدون رعایت نکات ایمنی از جمله حفظ فاصله، می‌توانند باعث ایجاد عوارض خطرناکی در بدن شود. یک اصل جدی حفاظتی آن است که در صورت امکان یا از این وسایل استفاده نشود یا در صورت ضرورت به مدت کم و با رعایت نکات ایمنی و مهتر از همه حفظ فاصله مورد استفاده قرار گیرد. پرتوهای غیریونیزان دربرگیرنده پرتوهای ناشی از تجهیزات مخابراتی، تلفنهای همراه، سیستم‌های ضدعفونی کننده با پرتو ماوراء بنفش، منابع مولد لیزر، مایکروویوهای مخابراتی، اجاق‌های مایکروویو، پرتوهای فرو سرخ و همچنین پرتوهای ناشی از وسایل برقی خانگی مانند سشوار، جاروبرقی و لباس‌شویی میباشد. بسیاری از وسایل منزل مانند سشوار و ماشین لباس‌شویی امواج الکترومغناطیسی مضری از خود منتشر میکند که شدت آن می‌توانند حتی از شدت امواج الکترومغناطیسی منتشر شده در زیر دکل‌های برق فشار قوی بیشتر باشد. این نکته در بسیاری از جوامع شناخته نشده است و لازم است به عنوان یک گام مهم، حفاظت در برابر پرتوها و پرتوزاها، در فرهنگ و زندگی روزانه نهادینه شود. زمانی که یک وسیله برقی خاموش بوده، ولی دو شاخه آن به پریز برق است، دارای میدان الکتریکی میباشد ولی به محض روشن شدن، میدان مغناطیسی نیز در اطراف آن ایجاد میشود. هرچه ولتاژ یک وسیله بیشتر باشد، میدان مغناطیسی آن شدیدتر است. میدان مغناطیسی باعث گرم شدن بافت‌هایی بدن میشود، هرچه بافت دارای رگ و جریان خون کمتری باشد، میزان افزایش دمای آن بیشتر است. به عنوان مثال چشم دارای رگ‌هایی خونی بسیار کمی است و به همین دلیل گاه دیده شده که قرار گرفتن در معرض پرتوهای الکترومغناطیسی شدید، مایع درون چشم را به جوش آورده است. بنابراین باید با دقت کافی از این وسایل استفاده کرد. (۱)

۴ – پرتوها

پرتو شکلی از انرژی است که در خلأ یا ماده منتشر می‌شود. برخی از انواع پرتوها دارای جرم و برخی دیگر فاقد جرم هستند و با توجه به انرژی دارای قدرت نفوذ در مواد هستند. هر چند تعاریف مختلفی در عرصه، حسب کاربردی که برای تعریف در نظر گرفته شده است، بکار برده میشود، اما به خاطر خواهیم داشت که پرتوها تنها از نقطه نظر ویژگی‌های موجی نظیر طول موج یا بسامد متفاوت

از یکدیگرند. اینجا نیازی نیســت تا بر اســاس ویژگی‌های موجی – ذره ای تفاوت رفتار های پرتو را مورد توجه قرار دهیم، تنها کافی است بدانیم گاه با ذرات مانندی به نام فوتون سر و کار داریم و گاه با امواجی به نام الکترومغناطیس، در هر حال همه آنها پرتو هستند. در نگاهی دیگر که به تأثیر پذیری بافت‌هایی زنده از مواجهه با پرتوها کمک می کند، یک تقسیم بندی، پرتوها را به صورت کلی به دو دسته یون ساز و غیریونساز تقسیم‌بندی میکند.

۴ -۱ انواع پرتو

۳ -۱ - ۱پرتو های یونساز

پرتوهــای یونســاز یا یونیزان، با عبور از محیــط، تولید ذرات باردار منفی و مثبــت میکنند. منابع مولد پرتوهای یونیزان می‌توانند مانند پرتو α، حاصل از انرژی هســته ای و زباله های ســاخت بشر باشد، یا می‌توانند مانند پرتوهای کیهانی حاصل از خورشــید یا مواد رادیواکتیو پوسته زمین که به صورت ذره (تشعشع ذره ای) یا انرژی خالص بدون جرم و بار الکتریکی (پرتوهای الکترومغناطیسی) تابش میشوند زمینه طبیعی داشته باشند.

۴ -۱ -۱ -۱ ذرات آلفا

این ذرات که با حرف یونانیα نشان داده میشود به راحتی دیگر پرتوها از ماده عبور نمیکند. ذره آلفا دارای جرم اتمی ۴ و دو بار الکتریکی مثبت است که در واقع یک اتم هلیوم دو بار یونیزه شده است. ذرات آلفا به وســیله عناصر رادیواکتیو سنگین منتشر میشود. ذرات آلفا قدرت یونسازی زیادی داشته ولی قدرت نفوذ آن در بافتها بسیار کم است و به آسانی به وسیله ضخامتی از چند صفحه کاغذ، یک لایه رطوبت و یا لایه شــاخی پوســت متوقف میشوند. این ذرات تنها وقتی خطرناک هستند که درون بدن قرار گیرند. به طور معمول دستگاه‌هایی پایش فردی نسبت به پرتوهای آلفا حساس نیستند.

۱-۱-۱-۱ ذرات بتا

ذرات بتا با حرف یونانی β نشــان داده میشــوند و قدرت نفوذ بیشتری نسبت به ذرات α دارند و برای متوقــف کردن آنها به چند میلی متر آلومینیوم نیاز اســت. ذرات بتــا الکترون‌هایی با بار مثبت و منفی میباشند که نگاترون (الکترون منفی) و پوزیترون (الکترون مثبت) نامیده میشوند.

۱-۱-۱-۲ نوترون

نوتـرون ذره ای با جرم حدود U1 (U: جـرم اتمی واحد که برابر یک دوازدهم جرم اتم کربن ۱۲ اسـت) و فاقد بار الکتریکی اسـت. یکی از منابع این ذرات، رآکتورهای هسـتهای هستند که در آنها اورانیم شـکافته شـده و نوترون و انرژی حرارتی آزاد میکند. از این رو نوترونها را تنها می‌توانن در مجاورت منابع تولید این ذرات در زمانی کمتر از یک ثانیه آشکار ساخت.

۱-۱-۱-۳ پرتو X و گاما

پرتوهای X و γ مانند نور مرئی امواج رادیویی و میکروویو، امواج الکترومغناطیس میباشـند و بخشی از طیف الکترومغناطیسـی را تشکیل میدهند. با این وجود در میان موارد ذکر شده فقط پرتوهای X و γ هم پرتو یونیزان و هم امواج الکترومغناطیس محسوب میشوند. پرتوهای X و γ از بیشترین فرکانس در بین همه امواج الکترومغناطیس برخوردارند و بنابراین دارای کوتاه‌ترین طول موج هسـتند از این رو بیشـترین مقدار انرژی را حمل میکنند. پرتوهای X، با شـتاب الکترون‌ها در ولتاژ بالا و برخورد به یک هدف فلزی، ترجیحاً با عدد اتمی بالا تولید میشوند. پرتوهای گاما از فعل و انفعالات درون هسته اتم و پرتوهای X از فعل و انفعالات خارج هسته اتم منشأ میگیرند.

۱-۴-۲ پرتوهای غیر یونساز

پرتوهای غیر یون سـاز پرتوهایی هستند که انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم‌ها و شکستن پیوندهای شـیمیایی ندارند. این پرتوها شـامل: فرا بنفش، نور مرئی، فرو سرخ، امواج میکروویو، امواج رادیویی و ... میباشـند. پرتوهای اخیر می‌توانند صرفاً باعث تغییر در انرژی ارتعاشـی و گردشـی مولکولهای بافت‌هایی زیستی گردند و از این طریق سبب تغییرات مولکولی یا رهاسازی انرژی (به صورت گرما) شوند. طیف فرکانس‌های پرتوهای غیریونیزان بین ۰ تا ۱۰۱۵ هرتز است.

پرتوهای غیریونیزان حائز اهمیت به لحاظ عوارض بیولوژیک عبارتند از:

۱ – پرتو فرابنفش با طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر

۲ – نور مرئی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۶۰ نانومتر

۳ – پرتو مادون قرمز با طول موج ۷۶۰ تا ۱ میلی متر

۴ – تابش RF با طول موج بیش از ۱ میلی متر

برخی از کاربردهای پرتوهای غیر یونساز:

پرتوهای فرابنفش: صنعت چاپ و تکثیر، رنگرزی، پزشکی، حشره کش‌های برقی ...
پرتوهای مادون قرمز: فرهای مادون قرمز، آشکارسازهای شعله، دستگاه‌هایی کنترل از راه دور، جوشکاری، شیشه سازی...
پرتوهای میکروویو و رادیویی: رادیو، تلویزیون، رادار، پزشکی، فرهای میکروویو، تلفن همراه...

۴ - ۲ اصول و مقررات کلی حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونساز

- عدم ارسال پرتوهای غیر یونساز در موارد غیر ضروری
- کاهش سطح پرتو تا حداقل ممکن در تمام موارد
- توجه به مقررات حفاظت در برابر پرتوهای غیر یونساز
- آشنایی کلیه کارکنان با پرتوهای غیر یونساز وخطرات احتمالی آنها
- استفاده از علائم خطر مناسب روی وسائل تولید کننده یا استفاده کننده از پرتوهای غیر یونساز
- مشخص کردن ناحیه‌هایی که ورود به آنها برای عموم مردم ممنوع است
- توجه به دستورالعمل‌های مربوط به نحوه استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات
- تعمیر یا سرویس دستگاه‌هایی مولد پرتوهای غیر یونساز توسط افراد مسئول
- مراجعه به پزشک در صورت پرتو گیری (۲ و ۳)

۵ – مشخصات و خصوصیات انواع پرتوهای غیر یونساز همراه با مشاغل در معرض

۵ - ۱ پرتو فرو سرخ IR[1]

پرتو فرو سرخ بخشی از طیف یا بیناب الکترومغناطیس است که در گستره طیف امواج بین پرتوهای رادیو فرکانس و نور مرئی قرار می‌گیردد و طول موج آن بین ۷۵۰ نانومتر تا ۳ میلیم تر است. این پرتو شامل سه طیف:

A (۷۵۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر) B (۱۴۰۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر) C (۳۰۰ نانومتر تا ۳ میلی‌متر)

می‌باشد. پرتوهای فرو سرخ از هر نوع شیئی که دمای آن بیش از صفر مطلق باشد، منتشر میگردند. مواجهه های شغلی علاوه بر فرآیندهایی که در آنها انرژی حرارتی حاصل از پرتو فرو سرخ تولید و یا بکار میرود، نظیر فرآیندهای حرارتی، جوشکاری، شیشه سازی، پخت و پز و ...که در محیط کار

1- Infra Red

و ناشی از کاربرد وسایل پرتوزا است، در محیط‌هایی باز و مواجهه کارگران با نور خورشید را نیز در بر می‌گیردد. منطقه پرتو فرو سـرخ بین طول موج‌هایی ۰/۸ میکرومتر (که حد نور مرئی است) و ۳۴۳ میکرومتر قرار دارد. در پرتو فرو سـرخ طول موج‌هایی کوتاه‌تر از ۱/۵ میکرومتر از پوست میگذرند و بقیه جذب شده و تولید حرارت می‌کنند. پرتو فرو سرخ را به دو قسمت تقسیم میکنند:

طول موج‌هایی بین ۰/۸ میکرومتر تا ۴ میکرومتر.

طول موج‌های بلندتر از ۴ میکرومتر که اغلب به وسیله مواد جذب می‌شوند، مخصوص طول موج‌های بلندتر از ۱۰ میکرومتر به وسیله هوا کاملاً جذب می‌شوند.

۵ -۱ - ۱جذب پرتو فروسرخ

آب یکی از مواد جاذب پرتو فروسرخ است. محلول نمک طعام در حدود ۲۰ برابر آب خالص پرتو را جذب می‌کند. شیشـه معمولی برای پرتو فروسرخ بلند به کلی غیر قابل نفوذ است و استفاده از آن در ساختن گلخانه‌ها برای حفظ گل‌ها از سرما به سبب همین خاصیت است.

۵ -۱ - ۲منابع پرتو فروسرخ

محیـط کار میزبـان انواع مخاطرات IR اسـت، از جمله هـر دو مواجهه کوتاه مـدت و بلند مدت با پرتوهای فروسـرخ که در بر دارنده خطرات بهداشتی واقعی اسـت. نمونههایی از فعالیتهایی که پرتو مادون قرمز را تولید میکنند شـامل جوشـکاری، برش، عملیات کوره، عملیات ریختن، ریخته گری، غوطه‌وری گرم، glassblowing و لیزر با شـدت بالا هستند. سایر منابع نظیر اصلاح پوشش فلزات curing of coatings، شـکل گیری پلاسـتیک، بازپخت، جوش پلاستیک و خشک شدن چاپ کمتر رایج هستند.

منبع طبیعی

بزرگ‌ترین منبع طبیعی پرتو فروسرخ، خورشید است. مقداری از نور آفتاب که به ما می‌رسد، دارای پرتو فرو سرخ کوتاه است، زیرا پرتوهای فرو سرخ بلند آن در طبقات هوا جذب شده‌اند.

منبع مصنوعی

اجسـام ملتهب: بهترین منبع مصنوعی برای پرتو فرو سـرخ، اجسام ملتهب می‌باشند که طول موج آنها بر حسب درجه حرارت تغییر می‌کند. اگر بخواهیم پرتو فرو سرخ تنها داشته باشیم، باید نور این قبیل منابع مصنوعی را به وسـیله شیشـه‌هایی که در ترکیب آن‌هالید و یا اکسید منگنز دو (MnO) وجود

دارد، صاف کنیم. این نوع صافی‌ها طیف مرئی را جذب می‌کند و فقط پرتو فرو سرخ کوتاه را عبور می‌دهند. عبور جریان الکتریکی از مقاومت‌ها : روش دیگر که سهل و عملی است، عبور جریان الکتریکی از مقاومت‌های فلزی است، بط و ری که این مقاومت‌ها سرخ می‌شوند. این مقاومت‌ها غالباً از آلیاژهای آهن و نیکل ساخته شده‌اند.

چراغ با مفتول زغال: چراغ‌هاییی که مفتول آنها از زغال چوب ساخته شده است، نیز به نسبت زیاد تولید کننده پرتو فرو سرخ بشمار می‌آیند. در این چراغ‌ها نسبت پرتو کوتاه بین ۱ میکرومتر و ۷ میکرومتر خیلی کم، ولی نسبت پرتو فرو سرخ بلند آن زیاد است.

چراغ بخار جیوه : چراغ بخار جیوه نیز، پرتو فرو سرخ با طول موج کوتاه بین ۰/۹۲ میکرومتر و ۱/۳ میکرومتر تولید می‌کند، ولی نسبت پرتو حاصله نسبت به سایر منابع کمتر است.

۵ -۱ -۳ اندازه گیری پرتو فروسرخ

برای اندازه گیری پرتو فرو سرخ از جذب انرژی حرارتی آن استفاده می‌نمایند، یعنی این پرتو را به جسمی می‌تابانند که بتواند کلیه انرژی را جذب کند و سپس مقدار حرارتی را که در جسم مورد اشاره تولید گشته، اندازه میگیرند.

پیل ترموالکتریکی: وسیله دقیق دیگر برای اندازه گیری پرتو فرو سرخ، استفاده از پیل ترموالکتریک می‌باشد که در آن انرژی حرارتی تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود و به سهولت قابل اندازه گیری است.

سوزن ترموالکتریک : برای اندازه گیری درجه حرارت در داخل نسوج زنده از دستگاهی به نام سوزن ترموالکتریک استفاده می‌کنند.

۵ -۱ -۴ کاربرد پرتو فروسرخ

ترموگرافی و فیزیوتراپی، طیف سنجی، کوره های حرارتی، فرهای مادون قرمز، لامپ‌هایی مادون قرمز...پرتو فرو سرخ برای تشدید جریان خون موضعی، درمان آماس مفاصل، دردهای ماهیچه ای، بیماری‌هاای عروقی، دررفتگی و محدودیت حرکات مفصلی استفاده میشود.

۵ -۱ -۵ استاندارد مربوط به پرتوهای فروسرخ

مقادیر حد تماس شغلی توصیه شده مربوط به IR: در استاندارد ایران برای پرتو IR به صورت

جداگانه اســتانداردی موجود میباشد که دارای دو بخش است یکی برای حفاظت از شبکه و دیگری برای حفاظت از قرنیه و عدســی که برای تماس شــغلی، ما این استاندارد را مد نظر قرار میدهیم. برای اجتناب از صدمات قرنیه و عدســی، پرتو گیری از پرتو فرو ســرخ در محیط‌هایی خیلی گرم در مدت زمان طولانی (مثل ۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به ۱۰ میلی وات بر سانتیمتر محدود شود.

۵ -۱ -۶ پرتو مادون قرمز (IR)

حدود تماس شغلی ارائه شده در این بخش به مقادیری از پرتوهای مادون قرمز نزدیک اشاره دارد که چنانچه تقریباً کلیه شــاغلین با آن مواجهه داشته باشــند اثرات: اسئلوبی بر سلامتی آنان عارض نشود. مقادیر مزبور به عنوان راهنما در کنترل مواجهه افراد به کار می‌رود و نباید به عنوان مرز قطعی بین حد ایمن و خطر تلقی گردد. حدود تماس شــغلی برای پرتو گیری شــغلی چشم‌هاا برای پرتوهای مادون قرمز نزدیک در مواجهات ۸ ساعته در هر روز کاری مورد استفاده قرار می گیردد.

الف. حفاظت قرنیه و عدسی

بــرای اجتناب از صدمات قرنیه و اثرات تأخیری احتمالی بر عدســی چشــم (بیمــاری آب مروارید)، تابندگی کلی مادون قرمز در محیط‌هایی گرم بر اساس معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$E_{IR-only}\ [W/cm^2] = \sum_{770}^{1000} E_{\lambda}.\Delta\lambda$$

پرتو گیری ناشی از اشعه مادون قرمز (۳۰۰۰< nm طول موج >۷۷۰ nm در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بیشــتر) باید به ($E<۰/۰۱W/cm^2$) $۱۰MW/cm^2$ محدود شود و برای پرتو گیری در مدت زمان (t) کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه (۱۷ دقیقه) میزان پرتو گیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$E_{IR-only}\ (W/cm^2) \le 1.8t^{-0.75}$$

ب. حفاظت شبکیه

بــرای لامپ حرارتی مادون قرمز یا هر منبــع مادون قرمز نزدیک (Near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از ($۱۰^{-۲}cd^2$)، مقدار تابندگی مؤثر کلی مادون قرمز. ($۷۷۰\ nm < \lambda < ۱۴۰nm$) که به چشم می‌رسد بر اساس معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$L_{NIR} = \sum_{770}^{1400} L_{\lambda}.R(\lambda).\Delta\lambda$$

- برای پرتو گیری در مدت زمان طولانی‌تر از ۸۱۰ ثانیه در روز، میزان پرتو گیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$L_{NIR}\ [W/(cm'sr)] \le \frac{0.6}{\alpha}$$

این حد بر اساس قطر مردمک mmv و زاویه میدان دید آشکارساز ۰/rad۰۱۱ تعیین شده است.

- برای پرتو گیری کمتر از ۸۱۰ ثانیه میزان پرتو گیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$L_{N/R}\left[W/(cm^2 sr)\right] \le \frac{3.2}{\alpha.t^{1/4}}$$

۵ -۱ پرتوهای مرئی Vissible Radiation

پرتوهای مرئی یا دیدگانی را بیشتر با نام روشنایی می‌شناسیم. دسته ای از امواج که در گستره پرتوهای الکترومغناطیس طول موج آن‌ها در فاصله ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارد. پرتوها تنها از نقطه نظر ویژگی‌های موجی متفاوت از یکدیگر می‌باشند. طول موج پرتوهای دیدگانی در گستره ای است که توسط چشم غیر مسلح قابل دیدن است. به دلیل واکنش طبیعی انسان در برابر این پرتوها چنانچه شدت آن‌ها بسیار بالا نباشد اثر منفی روی انسان نمی‌گذارد. از جمله کاربردهای گسترده شناسایی نور مرئی، استفاده از آن در طراحی روشنایی محیط‌هایی کار و زندگی است. فعالیت‌های فیزیولوژیک و روانی بدن، به طور خودآگاه و ناخودآگاه متأثر از میزان روشنایی است و طراحی صحیح روشنایی علاوه بر تا مین و ارتقای سلامتی از نظر فاکتورهای مربوطه به بهبود راندمان و بهره‌وری در کار می‌انجامد.

۲ -۲ -۱ اهمیت نور مرئی در بهداشت حرفه ای

ناراحتی‌های چشمی اکثراً در ساعات کار اتفاق افتاده و ناشی از علل گوناگون می‌باشد. این صدمات ممکن است ناشی از ازدیاد نور، کمبود نور، پرتاب ذرات، تأثیر مواد سمی، پرتو ایکس یا سایر تابش یونیزان و غیر یونیزان و حرارت باشد.

۲ -۲ -۱ - ۱ تأثیر روشنایی بر روی بینایی کارگران

چشم: همان قدر که عضو خارق‌العاده و شگفت‌انگیز است بهمان اندازه نیز ظریف و بی‌پناه و آسیب‌پذیر میباشد. بنابراین در هنگام کار یا هر جای دیگری باید از آن محافظت نمود. ناراحتی‌های چشمی اکثراً در ساعات کار اتفاق افتاده و ناشی از علل گوناگون می‌باشد. این صدمات ممکن است

رسانه‌ها معمولاً حداکثر میزان پرتو uv روز بعد را پیش بینی می کنند.
در بسیاری از کشورها UVI همراه با پیش بینی وضع هوا در روز نامه‌ها، تلویزیون و رادیو گزارش می‌شود، امّا این گزارش معمولاً در ماه‌های تابستان انجام می‌شود.

- گزارش مقادیر UVI

_ گزارشات UVI باید، حداکثر مقدار روزانه پرتو را نشان دهد. هنگام گزارش یا پیش بینی حداکثر روزانه از مقدار متوسط ۳۰ دقیقه ای باید استفاده شود. در جایی که مشاهدات پیوسته در دسترس باشد، میانگین ۱۰ -۵ دقیقه ای برای نشان دادن تغییرات کوتاه مدت مفید است.

_ باید به صورت مقدار ساده ای که عدد صحیح کل مقدار است، نمایش داده شود.

_ اما، هنگامی که نوع پوشش ابر متفاوت است، UVI باید به صورت محدوده ای از مقادیر ارائه شود.

_ پیش بینی‌ها در مورد UVI باید بر اساس اثرات ابرها بر میزان عبور پرتو uv از اتمسفر باشد.

_ برنامه‌هایی که به اثرات ابرها مرتبط نیستند، باید در پیش بینی‌های خود، هوای تمیز یا بدون ابر را اعلام کنند.

مقادیر UVI در طبقه بندی‌های در معرض بودگی (جدول ۱) جمع آوری شده است. ادارات یا سرویس‌های رسانه ای ملی مرتبط با هواشناسی، ممکن است برای گزارشات خود از طبقه بندی در معرض بودگی، مقادیر یا محدوده های UVI، و یا هر دو استفاده کنند.

جدول ۱: طبقه بندی در معرض بودگی پرتو UV

طبقه بندی در معرض بودگی	محدودهٔ UVI
کم	۲>
متوسط	۳-۵
زیاد	۶-۷
خیلی زیاد	۸ -۱۰
بیش از حد	۱۱<

پذیرش UVI به عنوان اطلاعات مفید روزانه توسط جامعه، هدف نهایی می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف، پیام‌ها باید ساده و به راحتی قابل فهم باشد. گزارش کردن UVI که مطابق با دریافت

کننده (شـنونده) اسـت به مردم اجازه خواهد داد که پیشـنهادات را به کار برده و UVI را به عنوان خط مشـی رفتارهای حفاظتی در برابر خورشید بپذیرند. از دیدگاه بهداشتی، این مسئله مهم است که اکثر افراد آسـیب پذیر جامعه را بتوان محافظت کرد. بر اسـاس یافته‌ها که بیش از ۹۰٪ موارد سرطان پوسـت غیر تومری در پوسـت‌های نوع I و II (جدول ۲) رخ می‌دهد، بهترین پیام‌های حفاظتی پایه ای که مرتبط با UVI است باید روی افراد بور که استعداد بیشتری به سوختگی دارند، متمرکز شود. کودکان که به طور خاصی نسبت به پرتو uv حساس‌تر هستند نیاز به حفاظت‌هایی ویژه دارند. با اینکه مواقع وقوع سرطان پوست در افراد دارای پوست‌های تیره کمتر است، اما آن‌ها نیز با این وجود مستعد آسـیب‌های ناشی از پرتو uv به خصوص اثرات بر روی چشم و سیستم ایمنی هستند. پیام‌های مکمل در سطوح ملی و منطقه ای، نیازهای خاص افراد زیرگروهی را که مشخصات آن‌ها گفته شد، در برمی گیرد. این مسـئله باید در تفاوت‌های اقلیمی و فرهنگی، پذیرش خطرات پرتو uv در جامعه و مرحله آموزش حفاظت در برابر خورشید، دخالت داده شود.

جدول ۲: طبقه بندی انواع پوست‌ها

طبقه بندی نوع پوست	سوختگی در آفتاب	برنزه شدن بعد از آفتاب گیری
I	همیشه	به ندرت
II دارای رنگدانه کم	معمولاً	گاهی اوقات
III دارای رنگدانه معمولی	گاهی اوقات	معمولاً
IV	به ندرت	همیشه
V پوشیده از رنگدانه	به طور طبیعی پوست قهوه ای	
VI	به طور طبیعی پوست مشکی	

اساس پیام حفاظتی در برابر خورشید

- در معرض بودگی خود را در ساعات وسط روز کم کنید.
- به دنبال سایبان باشید.
- از لباس‌های محافظ استفاده کنید.

- از کلاه لبه دار پهن جهت حفاظت چشم‌ها، صورت و گردن استفاده کنید.
- چشم‌ها را به وسیله عینک‌های آفتابی دور بسته یا دارای قاب کناری محافظت کنید.

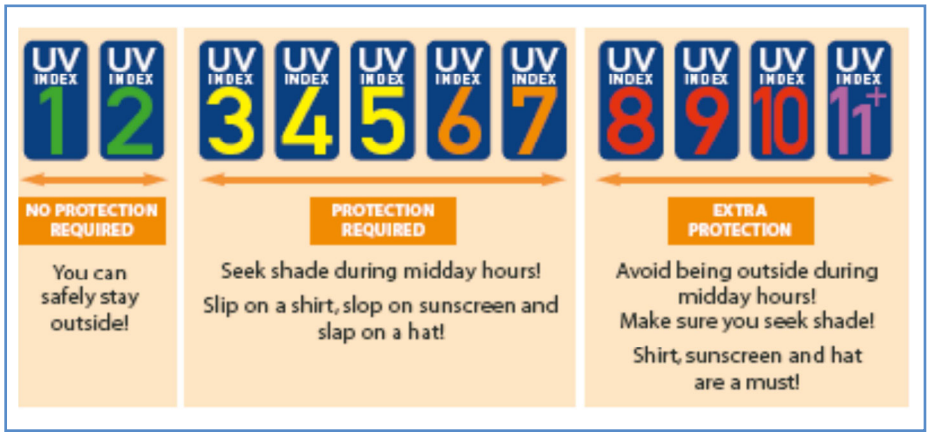
- استفاده از عینک‌های آفتابی دارای طیف گسترده یا فاکتور حفاظت در برابر خورشید (SPF) ۱۵+ به طور گسترده
- ممانعت از استفاده از بسترهای برنزه کننده
- حفاظت از کودکان و نوجوانان: سایه‌بان، لباس‌ها و کلاه‌ها که بهترین محافظ‌ها هستند - حفاظت از قسمت‌هاایی از بدن را که در معرض خورشید قرار دارند مانند صورت و دست‌ها را فراهم می‌کنند. حفاظ‌های خورشیدی نباید در مدت طولانی در معرض بودگی استفاده شود. (۶)

۵ -۳ -۱۳ دو مفهوم متفاوت از حفاظت در برابر خورشید پیشنهاد می‌شود:

واکنش دو تایی به همراه مقدار آستانه مشخص شده UVI که بیشتر از حفاظت‌های خورشیدی پیشنهاد شده است، یا واکنش درجه بندی شده همراه با افزایش مقادیر UVI که شامل استفاده متوالی از شاخص‌هایی متفاوت حفاظت خورشیدی است.

برای مورد دوم، مبنای علمی کمی وجود دارد: اگر حفاظت خورشیدی مورد نیاز باشد باید شامل تمام وسایل حفاظتی که شامل لباس، عینک‌هایی آفتابی، سایه‌بان و حفاظ‌های خورشیدی می گردد، باشد (شکل ۱). علاوه بر این، نوع طبقه بندی شده وقتی اهمیت دارد که حفاظت‌های خورشیدی بیشتری در مقادیر بالاتر پرتو uv مورد نیاز باشد.

حتی برای افراد حساس دارای پوست خیلی روشن، میزان خطر آسیب‌هایی کوتاه مدت و بلند مدت uv، پایین تر از UVI =۳ محدود است و تحت شرایط نرمال، شاخص‌های حفاظتی مورد نیاز نمی‌باشد. بالاتر از حد آستانه ۳، حفاظت ضروری بوده و این پیام باید در مقادیر UVI =۸ و بالاتر تقویت شود.



شکل ۲: نمای پیشنهاد شده برای حفاظت در برابر خورشید همراه با پیام با صدای کوتاه

۵ -۳ -۱۴ نمایش گرافیکی UVI

نمایش گرافیکی UVI به صورت استاندارد، سبب تقویت استحکام گزارش UVI در اخبار و گزارشات وضع هوا می‌شود و سبب افزایش درک مفهوم UVI توسط مردم نیز می‌شود. وسایل آماده شده برای گزارش‌ها، سبب افزایش موفقیت درک از طریق رسانه‌ها شده و وجود بیش از یک

حق انتخاب، به رسـانه های مختلف این امکان را می‌دهد که از عهدهٔ محدودیت‌های تکنیکی برآیند. بسته اشکال می‌توانند از سایت اینترنتی پروژه جهانی:

http :// WWW.WHO. int / UV/ ،Who ،UV

دانلـود شـود که شـامل Logo، آیکون‌هـای مختلف برای گـزارش UVI، آیکون‌هـای حفاظتی خورشیدی و کدهای رنگی برای مقادیر مختلف UVI می‌باشد.

شکل ۳: نمونه‌هایی از تصاویر گرافیکی UVI

۵ -۳ -۱۵ پیام‌های اضافی در مورد آفتاب سوختگی

طرح اساسـی برای گزارش UVI و حفاظت در برابر خورشـید به وسـیله اسـتفاده از پیام مکمل در سـطوح ملی و منطقه ای بسط و گسترش یافته است. پیام مربوط به برنزه شدن توسط آفتاب، حفاظت در برابر خورشید و عدم توانایی مردم در مورد درک UVI، زمینه پیام پایه ای را فراهم می کند و در تمام زمینه‌ها می‌توانند استفاده شود.

پیام بر پایه زیست محیطی، فعالیت یا گروه‌هایی در معرض خطر، می‌توانند به طور خاص به شرایط منطقه ای آب و هوا یا شرایط ویژه محیط زیست یا اجتماع کشور مورد نظر، مرتبط شود. ضمیمه E، مثال‌هایی از پیام‌های مکمل حفاظتی خورشید را در کشورهای استرالیا، کانادا و فرانسه را لیست کرده است.

گروه‌های هدف شامل بچه‌ها و افراد جوان می‌باشد، چون در معرض بودگی مکرر در برابر پرتو uv و سابقه سوختگی آفتاب در دوران کودکی و نوجوانی به عنوان عوامل خطرزا مهم سرطان پوست به خصوص تومور بدخیم پنهان کشنده می‌باشد. همچنین پیام‌های مکمل می‌توانند جهت اصلاح تصورات غلط در مورد پرتو uv و اثرات بهداشتی آن‌ها، استفاده شود. (جدول ۳).

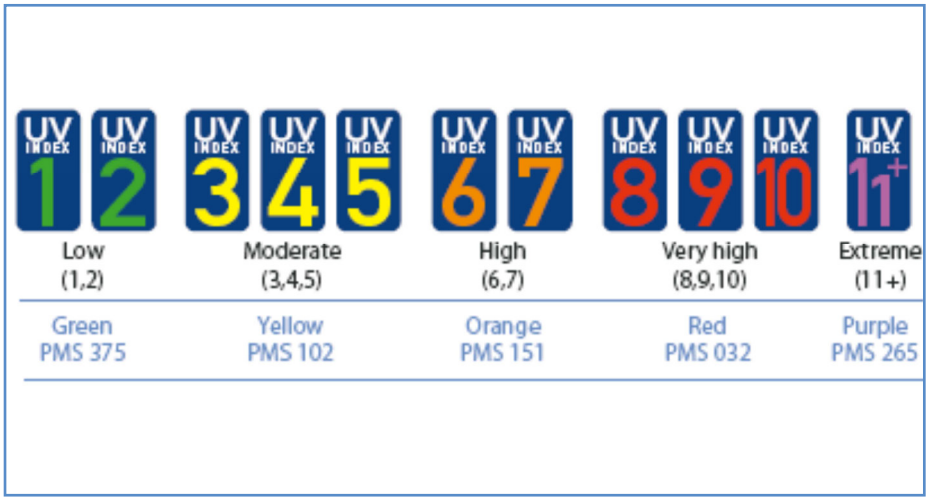
جدول ۳ - پیام‌های مکمل که می‌توانند جهت اصلاح تصورات غلط در مورد پرتو uv و اثرات بهداشتی آن‌ها، استفاده شود.

غلط	درست
برنزه شدن در برابر آفتاب بی خطر است	برنزه شدن واکنش دفاعی بدن در برابر آسیب‌هایی ناشی از uv می‌باشد
در روزهای ابری احتمال آفتاب سوختگی وجود ندارد	بیش از ٪۸۰ پرتو uv خورشیدی می‌توانند از پوشش ابر عبور کنند. تیرگی اتمسفر حتی در معرض بودگی پرتو uv را افزایش نیز می‌دهد.
برنزه شدن بدن را در مقابل خورشید محافظت می کند	برنزه‌شده تیره بر روی پوست بور فقط حفاظت محدودی برابرspf ۱/۴ موجب می‌شود.
در زمانی که در آفتاب هستید احتمال آفتاب سوختگی وجود ندارد	آب به مقدار کمی سبب حفاظت در برابر uv شده و بازتاب‌های پرتو از آن در معرض بودگی پرتو uv را افزایش می‌دهد.

۵ -۳ -۱۶ استفاده از رنگ‌ها جهت افزایش تفاوت‌ها

رنگ‌های خاص باید جهت نشان دادن UVI خورشیدی استفاده شوند. این رنگ‌ها بر پایهٔ علمی نبوده اما ابزاری هستند که نمایش UVI را جذابتر می کنند. رنگ‌هاایی کدگذاری شده، ایجاد تفاوت بین مناطق جغرافیایی دارای مقادیر کم و زیاد uv را راحت تر کرده و رنگ‌هاای پایه برای هر طبقه بندی، تعریف شده است.

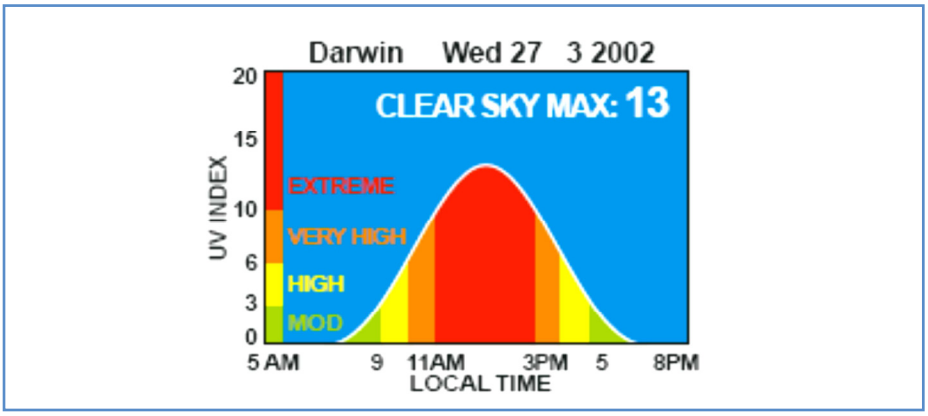
جدول ۴-نمایش UVI کد رنگ ها بین المللی



هر رنگ مربوط به طبقه بندی می‌توانند درجه بندی شود تا سبب ایجاد تمایز در سطوح ملی مقادیری که اغلب در یک طبقه بندی در طول ماه‌های تابستان باقی مانده است، شود. همه رسانه‌ها توانایی تابعیت از تمایز رنگ‌ها، در نمایشهای خود را ندارند. به طور کلی رسانه های دیداری از نقشه های استاندارد استفاده می‌کنند و تغییرات در رنگ‌ها به دلیل محدودیت‌های تکنیکی در آن امکان پذیر نیست. همین طور رسانه های مطبوعاتی سیاه و سفید (روزنامه ها) نیز نمی توانند از طرح‌های رنگی توصیه شده استفاده کنند.

- مشخص کردن ساعات خطرناک

در کشورهایی که دارای میزان پرتو uv بالا بوده و آگاهی مردم نسبت به پرتو uv و حفاظت در برابر خورشید گسترده است، مفهوم‌های پیشرفته تری جهت ایجاد تمایز به کار برده می‌شود. این مسئله در استرالیا در سال ۲۰۰۰ آغاز شد. این خط مشی بر روی ساعاتی از روز که میزان UVI بالاتر از حد آستانه است متمرکز شده است. در حالی که در یک روز میزان UVI به بالای عدد ۳، برای مدت کمتر از ۳۰ دقیقه برسد، در روز دیگر ممکن است برای چندین ساعت روی عدد ۳ باقی بماند. اطلاع دادن به مردم، باید بر نیاز آن‌ها برای قبول کردن کارهای حفاظتی در برابر خورشید در طول این ساعات تأکید داشته باشد (شکل ۵).



نمایش گرافیکی ساعات خطرناک تابش UVI

۵ -۳- ۱۷ حمایت تضمین شده رسانه‌ها

رسانه‌ها باید در مورد گزارش کردن UVI به همراه اطلاعات روزانه هواشناسی، تشویق شوند، درنتیجه مردم شروع به پذیرش این مسئله، به عنوان بخش مهمی از اطلاعات به همراه اخبار و گزارش وضع هوا می‌کنند. تلویزیون، رادیو و رسانه های انتشاری واسطه مهمی برای آگاهی دادن به جامعه در مورد خطرات پرتو uv و نیاز به قبول وسایل حفاظتی می‌باشند. آن‌ها می‌توانند از برنامه های ملی و منطقه ای به وسیله تأکید برنکات مهم بهداشتی حمایت کرده و نیز می‌توانند تحقیقات را به وسیله آشنا کردن مردم با نتایج اثرات بهداشتی یا وسایل حفاظتی آشنا برای مردم، ترویج کنند. برای تضمین علاقه مداوم در زمینه آگاهی دادن، برای توسعه پیشروندهٔ کوتاه مدت، پیام واضح که مناسب واسطه های خاص است، مهم خواهد بود.

نقش نویسندگان منطقه ای و آژانس‌های بهداشتی

• تقویت فعالیتهای دارای نوآوری در مورد حفاظت در برابر خورشید نظیر برنامه های مربوط به مد که از طراحی ها و پارچه های حفاظتی در برابر UV استفاده کنند و پروژه های عملی و مسابقات.

• تشویق تغییر در رفتار از طریق دستورهای نشان دار و فعالیتهای آموزشی در جامعه و وسایل تفریحی و خدماتی

•اصلاح در محیط فیزیکی و تقویت توجه به سایبانها در تأسیسات شهری و اماکن عمومی. این مورد می‌توانند شامل برنامه‌هایی در مدارس ومهد کودک ها شود، توزیع بروشور در ساختمانهای عمومی بانکها، مراکز خرید ومراکز درمانی، و نمایشگاههای وسایل حفاظتی خورشید که با مشارکت متخصصین بهداشتی در عرضه و غربال موارد سرطان پوست می‌باشد.

۵ -۳ -۱۸ استراتژی مفید:

• ایجاد کنفرانسهای مطبوعاتی در ابتدای زمان‌های بحرانی نظیر اواخر بهار، که متخصصان بهداشتی برای ملاقاتها فراهم شوند.

• سازماندهی سمینارهای کوتاه برای روزنامه نگاران جهت آموزش در مورد مشکلات مواجهه بیش از حد پرتو uv و انتشار پیام کلیدی حفاظتی خورشید.

• استفاده از ابزارهای اطلاع رسانی برای کنفرانس‌های مطبوعاتی جهت پررنگ کردن کارهای کلیدی، همانند مطبوعات که پیام ساده و واضح ایجاد می کنند.

• استفاده از داستان‌های جالب جهت گسترش پیام‌ها. برای تقویت UVI نیاز به هدایت در مسیر مثبت و جذاب می‌باشد. کلمات کلیدی شامل نجات، حفاظت و کمک است.

۵ -۳ -۱۹ پیام‌های حفاظتی در برابر خورشید

• از عینک‌هایی آفتابی، کلاه‌های لبه دار پهن و لباس‌هایی محافظ استفاده کرده و اغلب از محافظ‌های خورشید با ۱۵+ spf برای محافظت خودتان استفاده کنید.

• به کار بردن محافظهای آفتاب وسیله ای برای طولانی‌تر ماندن زیر آفتاب نیست بلکه برای کاهش اثرات ناشی از در معرض بودگی است.

• استفاده از مواد دارویی و شیمیایی خاص مثل عطرها و خوشبو کننده ها می‌توانند پوست را حساس کرده و سبب سوختگی در آفتاب شود. برای توصیه های بیشتر به داروساز مراجعه کنید.

• در معرض بودگی آفتاب، خطر سرطان پوست را افزایش داده، باعث سریعتر شدن پیری پوست و آسیب به چشمان می‌شود. از خود مراقبت کنید.

• سایبانها یکی از بهترین مدافعان در برابر پرتوهای خورشید هستند. سعی کنید در طول ساعات وسط روز و هنگامی که میزان پرتو uv حداکثر است، سایبانهایی پیدا کنید.

• استفاده ازالبسه حفاظتی یکی ازساده ترین شکلهای حفاظت ازپرتو uv است که میزان محافظت آن بسته به میزان نفوذuv ازآن‌هافرق می کند.

• منسوجات تیره رنگ میزان جذب uv را افزایش می دهند.

• منسوجات دارای بافت ریزباعث افزایش جذب uv می‌شود.

• تغییرات upf (فاکتورحفاظت دربرابرuv)برای منسوجات خشک ومرطوب نوع نخی ثابت می باشددرصورتی که کلیه نمونه هاموقعی که مرطوب هستندمیزان upf آن‌ها کاهش می‌یابد.

•تغییردر upf هابین انواع مرطوب وخشک برای نوع نخی - پلی استری نسبت به نخی بیشترمی باشدوافزایش جزیی upfبرای منسوجات مرطوب وجوددارددرحالی که برای سایرین کاهش نشان می‌دهد.

۵ -۳ -۲۰ پیام‌های مربوط به محیط زیست

• موقعیتهای خطرناک را تشخیص دهید. اگر سایه شما کم و یا در معرض بودگی تان طولانی است از پوست خود محافظت کنید.

• مراقب باشید. بسیاری از پرتوهای uv می‌توانند از میان ابرها عبور کند.

• در کوهستانها، میزان پرتو uv به ازای افزایش هر ۱۰۰۰ متر ارتفاع، تقریباً ٪۱۰ افزایش می‌یابد. انعکاس توسط برف می‌توانند مقدار پرتو uv که شما در معرض آن هستید را دو برابر کند.

• برف تازه می‌توانند میزان پرتو uv که شما در معرض آن هستید را دو برابر کند. پس از عینک آفتابی و محافظهای آفتابی استفاده کنید.

۵ -۳ -۲۱ پیام‌هایی برای کودکان به عنوان گروه‌های ویژه در معرض خطر

• در معرض بودگی زیاد در دوران کودکی میزان خطر سرطان پوست را در دوران بزرگسالی افزایش داده و می‌توانند سبب آسیب‌های جدی به چشم شود.

• همه کودکان زیر ۱۵ سال دارای پوست و چشمان حساس هستند. ا زآن‌ها محافظت کرده ومثالهای خوبی برایشان بیاورید.

• خورشید قویتر شده، و کودکان در معرض پرتوهای آن در هنگام ناهار و استراحت، آسیب پذیر هستند. کودکان خود را تشویق کنید تا از وسایل حفاظتی خورشیدی استفاده نموده و در سایه استراحت کنند.

• بیشترین در معرض بودگی دوران زندگی ما در برابر پرتو uv تا سن زیر ۱۸ سال رخ می‌دهد.

ازکودکان خود، محافظت کنید تا پوست آن‌ها در طول زندگی سالمتر و جوانتر بماند.

• والدیـن از کودکانشـان در برابر آفتاب محافظت می کنند. به آن‌هـا در مورد نحوه جلوگیری از در معرض بودگی آفتاب و مراحل صحیح حفاظت در برابر خورشید آموزش دهید.

• استفاده ازکرمهای آرایشی مناسب دربرابر uv

کرمهای پوست جذب کننده محتوی بنزوفنولها، پ -آمینوبنزوییک اسید

کرمهای پوست ممانعت کننده حاوی دی اکسیدتیتانیوم، اکسیدروی

۵ -۳ -۲۲ انواع مختلفی ازپوششهای حفاظتی چشم

• عینک‌های کاملاًانعطاف پذیرباتهویه منظم

• عینک‌های ماسکی بابدنه سفت وبالشتک داربرای کیپ شدن

• عینک باچهارچوب فلزی وحفاظ پهلویی

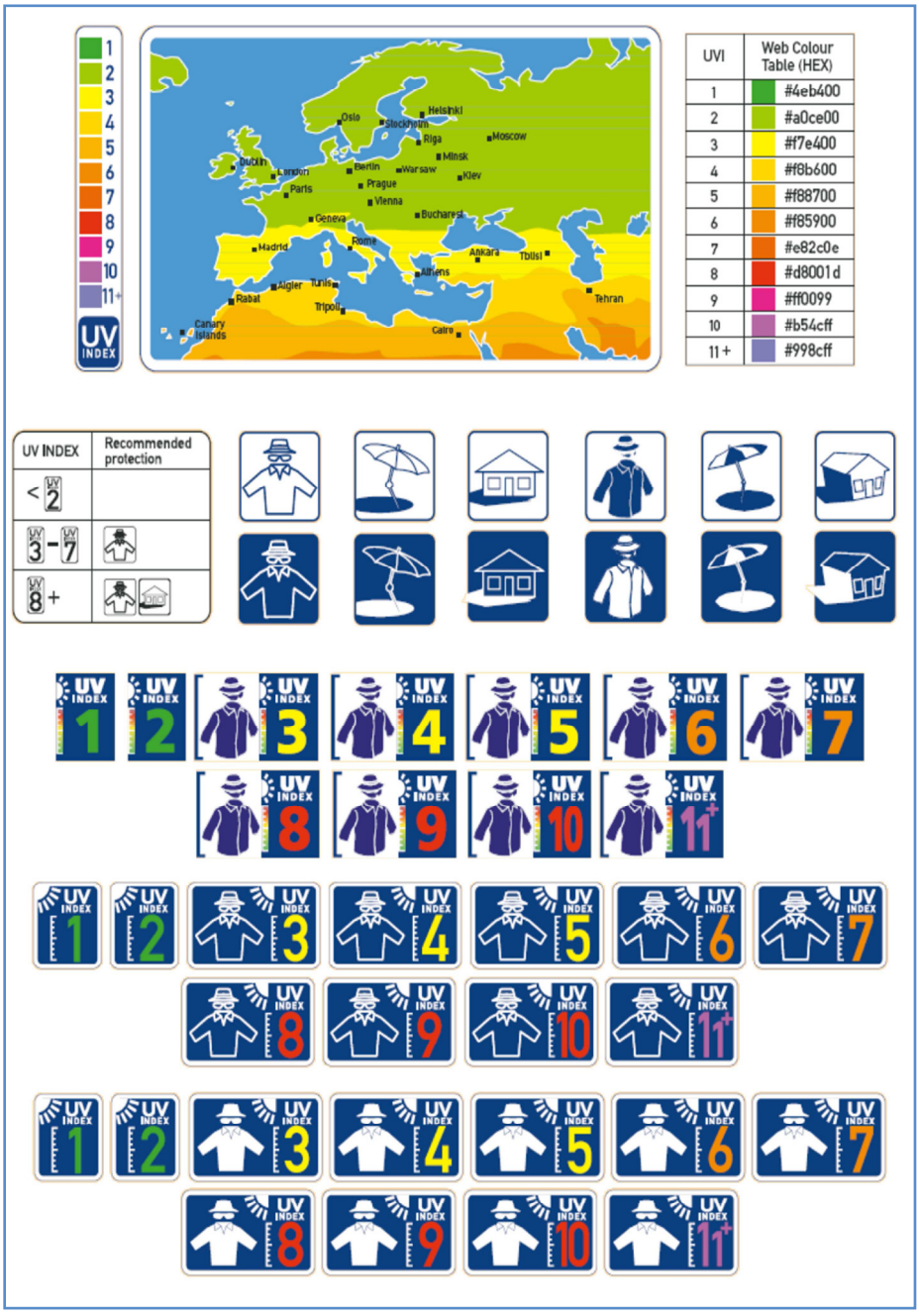
• عینک باچهارچوب پلاستیکی وحفاظهای پهلویی

• عینک‌های ماسکی جوشکاری، نوع روی عینکی وعدسیهای تیره رنگ

• حفاظ صورتی باپنجره پلاستیکی یاتوری دار

• ماسک جوشکاری(۸)

ارائه گرافیکی شاخص UV



۵ -۳ -۲۳ پرتوها به عنوان یکی از عوامل زیانآور موجود در کارگاه جوشکاری:

فرآیند جوشـکاری از جمله گسترده ترین و در عین حال ساده ترین فعالیت ها در محیطهایی صنعتی اسـت که البته مجموعه ای از عوامل زیان آور را همراه خود دارد. در کار جوشکاری ابزار و وسایلی اسـتفاده میشود که در صورت عدم رعایت موازین ایمنی باعث بروز مشکلاتی می گردد. عمدهترین عوامل زیانآوری که در رابطه با این حرفه وجود دارد عبارتند از:

۱ - انواع پرتوهای ناشی از جوشکاری

۲ - سر و صدای محیط کار

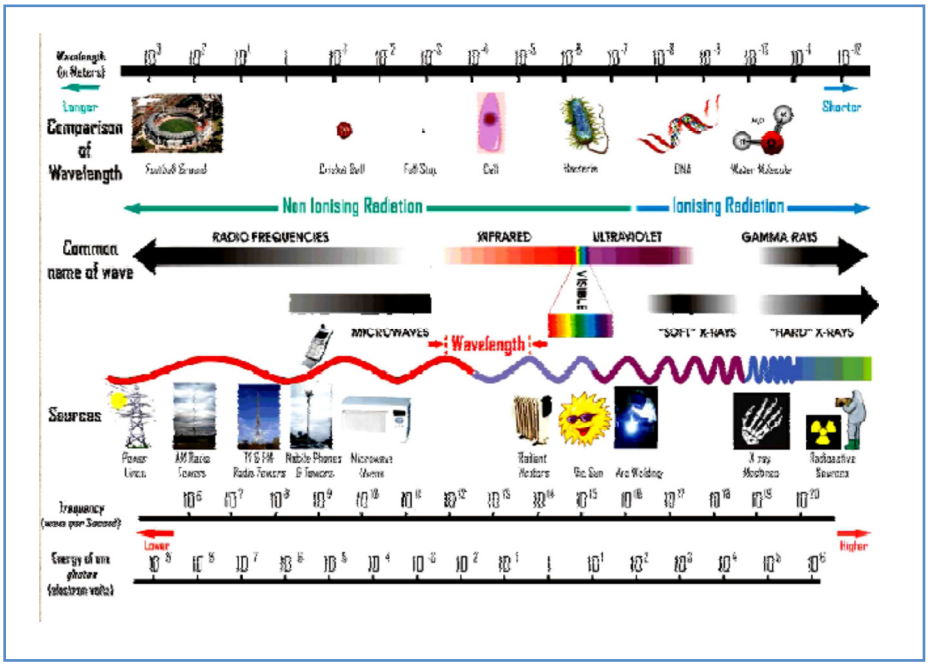
۳ - دود و گازهای ناشی از جوشکاری

۴ - حرکات و وضعیتهای نامناسب بدن در حین کار

۵ -۳ -۲۳ -۱ پرتوهای ناشی از جوشکاری

نور مرئی همان نور طبیعی و نور مصنوعی ناشـی از لامپها میباشـد که نه تنها نقش مهمی در رویت اشیا و جلوگیری از برخورد با آنها دارد بلکه بر اساس آخرین تحقیقات نقش بسیار مهمی در افزایش بازدهی و جلوگیری از خسـتگی ناشی از کار دارد. در بین پرتوها، پرتو ماوراء بنفش (UV) ناشی از نقطه جوش و فرو سـرخ (IR) ناشـی از التهاب فلز گداخته خطر بیشتری دارند. تابش پرتو حاصل از جوشـکاری به خصوص دسـتگاههای جوش الکتریکی بر چشم سبب ناراحتی چشم با علائم سرخی، ریزش اشک، خارش و ترس از نور، ورم ملتحمه، خیرگی و آب مروارید می گردد.

روش پیشـگیری : در مورد جوشکاران بایسـتی از عینکها و یا سپرهای حفاظتی شیشههای آن قادر به جذب پرتو ماوراء بنفش و فرو سرخ میباشند استفاده شود.



طیف پرتوهای الکترو مغناطیسی

۵ -۴ پرتوهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای رادیویی و ماکروویوها

۵ -۴ -۱ تابش رادیو فرکانس:

تابش رادیوفرکانس (Radio frequency radiation , RF) و مایکروویو (Micro Wave radiation) دسته ای از گروه پرتو های غیریونیزان را تشکیل می دهند که دارای فرکانس در محدودهٔ ۳ کیلوهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز (GHz) می‌باشند. مواجهه با این تابش می‌توانند شغلی و یا غیرشغلی باشد.

۵ -۴ -۱ -۱ مشاغل مرتبط با این تابش

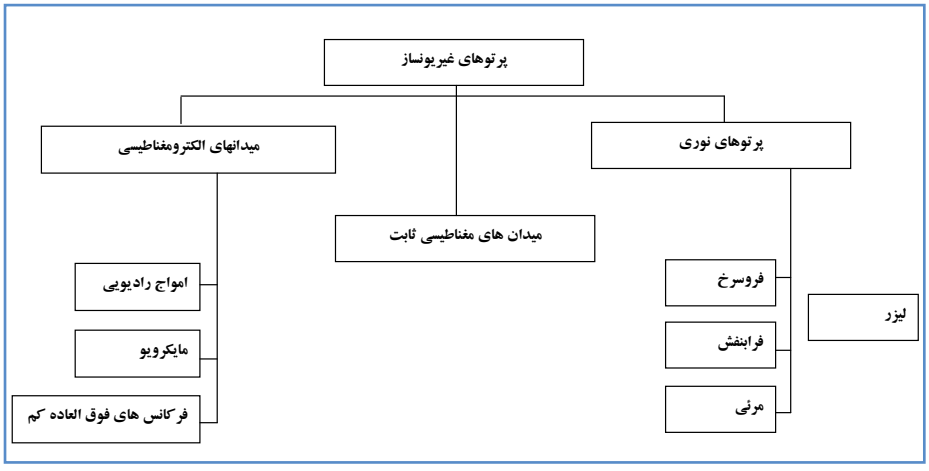
مواجهه با این تابش می‌توانند شغلی و یا غیرشغلی باشد. مواجهات شغلی عبارتند از:خشک کن ها، دستگاه های چسب، صنعت پلاستیک، استریل کننده ها، کار در کنار سیستم های ارتباطی (رادیو و تلویزیون، کنترل ترافیک از راه دور، بیسیم رادار)، صنایع نظامی (شامل سیستم های جنگ الکترونیک) و نیزکار در کنار ترانسمیترهای مایکروویو می‌باشد. مواجهات غیرشغلی، مشتمل بر

اجاق های مایکروویو خانگی، رادیوتلویزیون، تلفن همراه و ... می گردد.
شرایط شغلی موجود در برخی از حِرَف نظامی، آن را به یکی از پرمواجهه ترین مشاغل تبدیل نموده است. کار در کنار رادار، استفاده از بیسیم های ارتباطی، کار در کنار تسهیلات مجهز به ارتباطات راداری، ردیابی اطلاعات سری و مقولهٔ نوین جنگ الکترونیک جزء اصلی ترین انواع تماس با تابش RF و مایکروویو می‌باشد که بسته به نوع بهره برداری و توان نظامی، میزان انرژی، فرکانس و طول موج تابش متفاوت است.

۵-۴-۱-۲ مهم‌ترین تدابیری که برای حفاظت در برابر این پرتوها توصیه می‌شوند عبارتند از :

- فاصله گرفتن از منابع پرتوزا
- استفاده از حفاظ مناسب برای چشم‌هاا
- کاهش زمان تماس با پرتو
- ایجاد تهویه مطبوع و مناسب و برقراری شرایط جوی مطلوب‌تر محیط کار
- استفاده از لباس ها و وسایل حفاظتی مناسب مثل بازتاب دهنده‌های آلومینیومی و لباس های مجهز به الیاف فلزی (۶ و ۷)

همه این پرتوها تابع قوانین فیزیکی مشابهی هستند. معمولاً برای پرتوهای نوری، طول موج و برای میدان های الکترومغناطیسی، فرکانس ذکر می شود



پرتوهای غیریونساز الکترومغناطیسی

۵ -۵ پرتوهای الکترومغناطیس به عنوان دسته ای از پرتوهای غیر یونیزان:

میدان های الکتریکی و مغناطیسی طبیعی و مصنوعی قادر به منتشر نمودن امواج و یا به بیانی پرتوهای الکترومغناطیس می‌باشند. کاربرد روزافزون تاسیسات و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی هر روز بیش از پیش به مواجهه روزافزون انسان ها در محیط کار و زندگی با این امواج گردیده که بی شک سلامتی وی را تحت تأثیر قرار داده و یا خواهد داد

میدان های الکترومغناطیس، این میدانها شامل : میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم (ELF) و امواج رادیویی و مایکروویو (EMF)

میدان مغناطیس ثابت: کره زمین مهم‌ترین منبع تولید کننده میدان مغناطیسی ثابت است. کابلهای برق وژنراتورهای DC (مترو)، راکتورهای هسته ای، شتابدهنده های ذرات، جداکننده های ایزوتوپ‌ها و اسپکترومترهای NMR (Nuclear Magnetic Resonance) مهم‌ترین منابع مصنوعی تولید کننده های میدان مغناطیسی ثابت هستند. در مراکز ساخت آهن رباهای دائم و مراکز تولید مواد مغناطیسی نیز میدان مغناطیسی ثابت وجود دارد.

برای پرتوهای غیر یونساز واحد فیزیکی مورد استفاده شدت پرتو (وات بر سانتی متر مربع) در فرکانسهای بالاتر از ۳ مگاهرتز واحد SAR (Specific Absorbtion Rate) بر حسب وات بر کیلوگرم استفاده می‌شود.

الف- میدانهای الکتریکی

- اختلاف پتانسیل دو سر سیم باعث ایجاد جریان الکتریکی در سیم شده و میدان الکتریکی نیز در اطراف سیم ایجاد می کند
- هرچه ولتاژ بیشتر باشد میدان الکتریکی قویتری تولید می‌شود
- با توجه به اینکه در غیاب جریان الکتریکی اختلاف پتانسیل می‌توانند وجود داشته باشد، لازم نیست که حتما وسیله برقی روشن باشد تا در اطراف آن میدان الکتریکی وجود داشته باشد.

ب- میدانهای مغناطیسی

میدان مغناطیسی فقط در صورتی که جریان الکتریسته وجود داشته باشد پدید می‌آید

در صورت وجود جریان هر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی تواما وجود دارند.

هرچه جریان بیشتر باشد میدان مغناطیسی قویتر است

در انتقال و توزیع برق ولتاژهای بالا و در وسائل خانگی ولتاژهای نسبتاً کم بکار می‌رود

با تغییر توان برق مصرفی، شدت جریان تغییر می کند ولی ولتاژ برق ثابت می ماند
وسائل برقی که با برق شهر کار می کند از مهم‌ترین منابع تولید کننده میدانهای الکتریکی و مغناطیسی می‌باشند.
در اطراف خطوط انتقال هوایی با افزایش فاصله از سیم مرکزی شدت میدان الکتریکی به سرعت کاهش می‌یابد.
میدان مغناطیسی کابل های برق فشار قوی زیر زمینی یا هوایی که جریانهای الکتریکی یکسانی دارند توزیع های بسیار متفاوتی دارند. میدان ناشی از خطوط انتقال زیر زمینی درست در بالای کابل قوی است و با افزایش فاصله از کابل به سرعت کاهش می‌یابد.
شدت میدان مغناطیسی با افزایش فاصله از دستگاه برقی به شدت کاهش می‌یابد.
خطوط انتقال محلی و خطوط سیم کشی داخل منازل باعث افزایش میدان مغناطیسی در داخل منازل می‌شود.

۵ -۵ -۱ حفاظت درمقابل میدان مغناطیسی ثابت:

-افرادی که دارای ضربان ساز مصنوعی قلب هستند نباید در میدان قوی تر از ۰/۵ میلی تسلا قرار گیرند.
- قرار گرفتن افرادی که در بدن آن‌ها پروتزهای فلزی وجود دارد، در میدان های مغناطیسی می توانند خطرناک باشد.
- افرادی که در بدن آن‌ها قطعات الکترونیکی وجود دارد، باید احتیاط کند.
- در میدانهای مغناطیسی قوی تر از ۳ میلی تسلا خطر جابجا شدن و پرش وسائل فرومغناطیس وجود دارد و پرش وسائل فلزی و نوک تیز می‌توانند بسیار خطرناک باشد.

۵ -۵ -۲ خطرات تشدید مغناطیس و دیگر میدانهای الکتریکی ساکن

میدان مغناطیسی ساکن در زمین که انسان دائما با انها در تماس است در حدود ۰/۵۶ می‌باشند – تعداد کمی در فرایندهای صنعتی می‌توانند موضوع اصلی باشند که میدانهای الکتریکی آن‌ها بیشتر از ۱۰۰ گوس می‌باشند در زمانی که تصویر برداری با استفاده از تشدید مغناطیسی ممکن است به طور مختصر در معرض بیش از ۲۰۰۰۰ گوس قرار گیرد. بررسی MRI و میدانهای الکتریکی ساکن ممکن است در هر جایی دیگر تشخیص داده شوند. اثرات کاردیاک (مربوط به قلب)، اثرات تناسلی و اثرات بر روی جنین، جهش زایی (موتاسیون) یا سیتوژنیک و اثرات بر روی سیستم ایمنی می‌باشد.

یک مقایسه در مورد آزمایشات تناسلی زنانه که در کسانی که قابلیت MRI را دارند در مقایسه با کسانی که در دیگر مشاغل استخدام شده اند نشان می‌دهد که میزان وقوع، نوزاد نارس، نازایی، کم بودن وزن در مورد زایمان بیشتر است – چندین مطالعه دیگر در مورد میدانها ی مغناطیسی ساکن در مورد کارگران در معرض تماس انجام گرفته است – کارگران در معرض بیشتر میدانهای مغناطیسی ساکن در اتاقهای الکترولیز CHLORALKALIPLANT دامنه تغییرات میدان مغناطیسی از ۴۰ گوس تا ۲۹۰ گوس مورد مطالعه بودند. برای کارگرانی که در این اتاق ها برای مدت کمتر از ۵ سال کار می کردند میزان وقوع سرطان مرگبار برای آن‌ها در حدود ۵/۶۰۳ بود در حالی که متوسط آن ۸ می‌باشد. MARSH و همکارانش بر روی سلامتی ۳۲۰ نفر از کارگران نزدیک به سلول‌های الکترولیز مطالعه کردند و اثرات عمده بر روی سلامتی آن‌ها تشخیص داده نشد. MIHHAM در مورد افزایش لوسمی مرگ بار در کارگرانی که با صنعت آلومینیوم سوکار دارند گزارش داد. اما چهار مورد گزارش دیگر افزایش معنی داری را نشان ندادند. هم چنین یک مطالعه دیگر نتایج منفی را در مورد سرطان مرگبا رمغز در ارتباط با کارگران فرایندهای الکترولیز گزارش داد.

۵ -۵ -۳ حفاظت در برابر خطرات میدانهای الکترو مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

– به وسیله حفاظ مناسب (مخصوصا فلزی) می توان شدت میدان الکتریکی را کاهش داد

– میدانهای مغناطیسی از اغلب مواد عبور می کنند لذا میدانهای مغناطیسی خطوط زیر زمینی به اندازه میدان الکتریکی ناشی از آن‌ها تضعیف نمی شوند

– جریانهای القایی در وسایل و اشیا می‌توانند ایجاد شوک یا سوختگی کند

– در میدانهای الکترو مغناطیسی عایق های الکتریکی موجب کاهش جریان الکتریسیته بین بدن و زمین می‌شود

– با پوشیدن کفش جریان الکتریسیته بین بدن و زمین به حدود نصف کاهش می‌یابد.

۵ -۵ -۳ - ۱ مواد حفاظتی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

مواد حفاظتی میدانهای الکتریکی عبارتند از: نقره، مس، طلا، آلومینیم، برنج، برنز، قلع، سرب و پلیمرهای هدایتی می‌باشند. این مواد با هم ترکیب و مخلوط شده پلاستیک های Electroless Plated (مس یا نیکل)، پلاستیک های کامپوزیت و رنگ‌هاای هادی را تشکیا می دهند. مواد

حفاظتی در برابر میدان مغناطیسی عبارتند از آهن، بعضی از انواع فولاد زنگ نزن و آلیاژهای آهن - کبالت و آهن -نیکل

۵ -۵ -۳ - ۲ مقررات کار در میدانهای الکترو مغناطیس با فرکانس فوق العاده کم

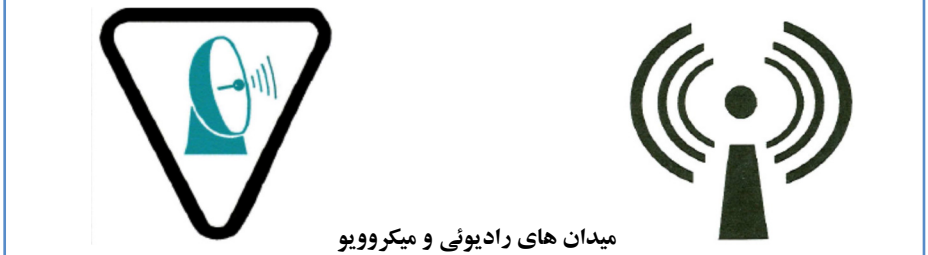
- در ایران کاربرد برق با فرکانس فوق العاده کم باید به گونه ای باشد که شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در محل کار افراد و نیز محلهای غیر شغلی و عمومی از حدود مجاز تجاوز نکند.

- برای کابلهای فشار قوی در سال ۱۳۴۲ حریمی تعیین شده است. در حریم درجه یک و دو کابل‌های برق هیچ گونه ساختمان سازی صورت نگیرد. در حریم دو کشاورزی و راه سازی بلا مانع است.

حریم کابل های فشار قوی

ولتاژ به کیلوولت	فاصله حریم درجه یک بر حسب متر	فاصله حریم درجه دو بر حسب متر
۱ تا ۲۰	۳	۵
۳۳	۵	۱۵
۶۳	۱۳	۲۰
۱۳۲	۱۵	۳۰
۲۳۰	۱۷	۴۰
۴۰۰ تا ۵۰۰	۲۰	۵۰
۷۵۰	۲۵	۶۰

در آمریکا حداقل فاصله تا خطوط انتقال برق ۷۶۵ کیلو ولت، ۳۵۰ فوت (تقریباً ۱۰۰ متر) می باشد. (حریم درجه ۱)



میدان های رادیوئی و میکروویو

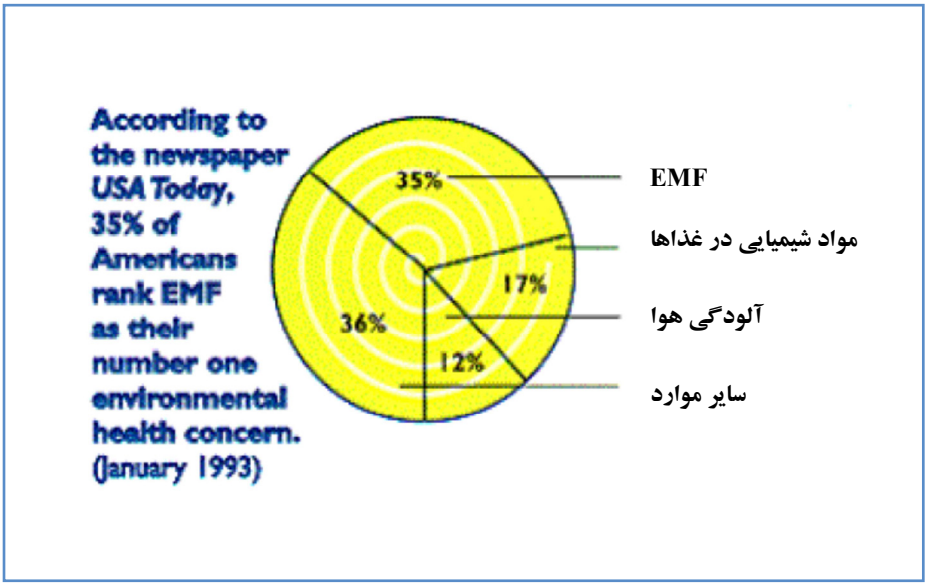
۵ -۶ امواج رادیویی و پرتوهای ماکروویو

امواج رایویی RR رنج آن‌ها در حدود ۳ کیلو هرتز تا ۳۰۰ کیلو هرتز می‌باشد که شامل میکروویو که بسامد آن‌ها تقریبا از ۳۰۰ مگا هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز می‌باشد میکروویو و RF در بسیاری از صنایع دیده می‌شود مانند فرایندهای پلاستیک سازی، استریلیزاسیون – رادیو – تلویزیون و انتقال میکروویو –رادارها بزرگ‌ترین مصرف کننده استفاده شده به وسیله میکروویو آون ها می‌باشند.

۵ -۶ - ۱ میدانهای رادیویی و مایکروویو

این میدانها شامل میدانهای الکتریکی و مغناطیسی هستند با فرکانس ۳۰۰ کیلو هرتز الی ۳۰۰ گیگا هرتز هستند این میدانها همیشه تواما وجود دارند و میدانهای الکترو مغناطیسی (EMF) خوانده می‌شوند.

ضرورت توجه به EMF



۵ -۶ - ۲ منابع باز و بسته

منابع باز: منابعی هستند که پرتو را مستقیما به محیط اطراف ارسال می کنند نظیر انواع آنتن های مخابراتی و موبایل، رادار، تلفن همراه

منابع بسته: منابعی هستند که ارسال پرتو آن‌ها به محیط عمدی نیست، اما هنگام کار در اطراف

آن‌ها پرتوهای رادیویی و مایکروویو وجود داردنظیر فرهای مایکروویو، دستگاههی جوش یا ذوب رادیویی و...

۵ -۶ - ۳ منابع محیطی:

منابع پرتوان که دارای شدت ۱ وات بر متر مربع در فاصله ۱۰۰ متری از منبع می‌باشند شامل:

- فرستنده های رادیویی
- فرستنده های UHF و VHF
- رادارهای کنترل ترافیک هوایی
- رادارهای جوی
- سیستم های ارتباطی نظیر ترمینالهای زمینی ارتباطات ماهواره ای

منابع کم توان که دارای شدت ۱۰ وات بر متر مربع یا کمتر در فاصله ۱۰ متری از منبع می‌باشند شامل: سیستم هایی بر پایه میکروویو که در ارتباطات تلفنی، تلویزیونهای کابلی و اجاقهای مایکروویو مورد استفاده قرار می گیرند.

۵ -۶ - ۴ تابش های شغلی

- در فعالیت‌های صنعتی امواج رادیویی برای گرم کردن مواد دی الکتریک مورد استفاده قرار می گیرند نظیر خشک کردن پلاستیک ها
- کارکنان مربوط به سیستم های ارتباطی و رادار در برابر میدان هایی با شدت کم قرار می گیرند.
- کارکنان اتاقهای فرستنده های رادیویی و محلهای نزدیک به پایه برجهای فرستنده معمولاً در برابر شدت میدان کمتر از ۱ وات بر متر مربع قرار دارند ولی کارکنان برجهای تلویزیونی FM می‌توانند در معرض میدانهای با شدت بالا قرار گیرند.

۵ -۶ - ۵ اثرات

اثرات حرارتی: اولین مکانیسم برخوردی این دسته از پرتوها با ماده ایجاد تحریک در چرخش و یا نوسان مولکولی (همچون آب) است که باعث افزایش گرمای بافت می‌شود. (قسمت‌های تحت تأثیر بیشتر، اعصاب مرکزی، چشم و پوست)

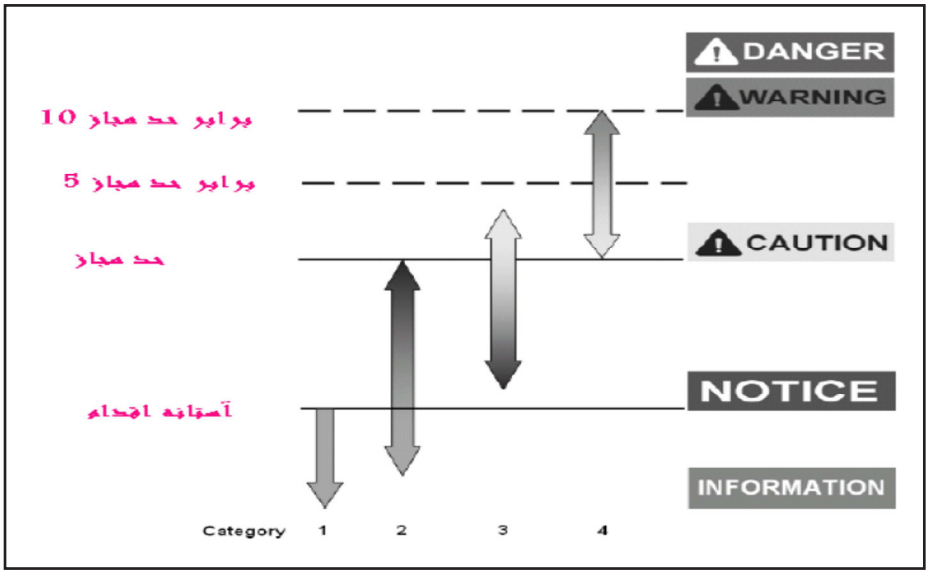
اثرات غیر حرارتی: در این صورت ساختار مولکولی مستقیما با مکانیسم های اثر مولکولی، عدم

توازن و اثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی تحت تأثیر قرار گرفته و باعث تغییرات سلولی می‌شود.
بر اســاس استاندارد OSHA برای کار ۴۰ ساعت در هفته حد مجاز ۱۰ میلی وات بر سانتیمتر مربع و برای کار طولانی مدت ۱ میلی وات بر سانتی متر مربع می‌باشد.

۵ -۶ - ۶ طبقه بندی حفاظت

RFSP این عبارت به کلیه بر نامه های حفاظت در برابر امواج رادیویی اطلاق می‌شود.
RFSO این عبارت به کلیه کارکنان و ماموران حفاظت در برابر امواج رادیویی اطلاق می‌شود.
RFSP با توجه به شرایط پرتو دهی ۴ طبقه را به عنوان استاندارد برای هر فعالیت مشخص نموده است:
طبقه اول: این طبقه در شرایطی در نظر گرفته می‌شود که ویژگیهای بهره برداری از منابع سبب تجاوز RF از حدود مجاز خود نشود.
طبقه دوم: این طبقه در شرایطی در نظر گرفته می‌شود که ویژ گیهای بهره برداری از منابع سبب تخطی از میزان فعالیت مجاز شود اما این مسئله بر روی میزان پرتودهی مجاز در مناطق قابل دسترسی تأثیری نداشته باشد.
طبقه سوم: این در شرایطی لحاظ خواهد شد که امکان تجاوز از حدود مجاز پرتو دهی در مناطق قابل دسترسی در صورت استفاده از کنترلهای ملایم عملی نمی‌باشد.
طبقه چهارم: این طبقه در شــرایطی لحاظ خواهد شــد که پرتو دهی در مناطق قابل دسترسی از میزان مجاز خود تجاوز نماید.

طبقه بندی حفاظت



Category 4	Category 3	Category 2	Category 1	RFSP Elements
				۱-اجرایی و اداری
❊	❊	X	–	۱-۱ سیاست
❊	❊	X	–	۱-۲ برنامه سرپرستی
❊	❊	X	–	۱-۳ نگهداری اسناد و مدارک
❊	❊	X	–	۱-۴ کارگران مشمول
X	X	X	–	۱-۵ کمیته ایمنی امواج رادیویی
–	X	X	–	۱-۶ آماده سازی برای تجهیزات منابع **RF**

RFSP Elements	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
۲- اطلاعات مربوط به خطرات بالقوه امواج رادیویی				
۲-۱ فهرستی از منابع **RF** و موقعیت های پرتودهی بر طبق طبقه بندی **RFSP**	–	X	❊	❊
۲-۲ تخمین میزان پرتودهی	–	X	❊	❊
۳- کنترلها				
۳-۱ کنترلهای مهندسی				
۳-۱-۱ شکل و ترتیب تجهیزات	–	X	۷	–
۳-۱-۲ مانعهای فیزیکی	–	X	۷	❊

RFSP Elements	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
۳-۲ کنترلهای اجرایی				
۳-۲-۱ استفاده از نشانه ها	–	❊	❊	❊
۳-۲-۲ تمرینات ایمنی کار	–	–	X	❊
۳-۲-۳ استفاده از برنامه های قفلهای خارجی	–	–	X	❊
۳-۲-۴ کنترل قدرت منابع	–	–	X	–
۳-۲-۵ میانگین زمان	–	❊	X	–
۳-۲-۶ پایش کارکنان و یا مناطق	–	X	❊	❊

Category 4	Category 3	Category 2	Category 1	RFSP Elements
۴- تجهیزات حفاظت شخصی				
X	X	–	–	۴-۱ انتخاب **PPE** مناسب
X	X	–	–	۴-۲ نگهداری و بازرسی
۵- آگاهی ها و شناخت				

موجبر زیر فرکانس قطع (WBC)

موج بر یک لوله فلزی توخالی است(دایره ای، مستطیلی، یا مربعی) که برای محدود کردن و انتشار امواج و الکترو معناطیس در جهت خاص بکار می رود.هنگامی که طول موج بیش از عرض موجبر باشد میزان تضعیف متناسب با نسبت طول به عرض است. بنابراین، طویل کردن یا کاهش عرض موجبر میزان تضعیف را افزایش می دهد. درنتیجه نشت از شکاف از شکاف کاهش یافته و اثربخشی حفاظتی بهبود می یابد. اگر طول موج بزرگتر از دو برابر عرض یک موجبر مستطیلی c b باشد. امواج به صورت نمائی در موج بر کاهش می یابند.

۵ -۶ - ۴ -۴ لباس‌های حفاظتی

- ماده اولیه این لباسها پشم یا نایلون است که با فلزات هادی مانند نقره و یا با نخهای ضد زنگ بافته می‌شود.

- اگر رشته های فلزی در جهت عمود قرار گیرد حساسیت قطبی از خود نشان می دهند یعنی اثر بخشی حفاظتی هنگامی که بردار میدان الکتریکی به موازات رشته ها است بیشترین مقدار می‌باشد.
- طرح بهینه شبکیه هنگامی است که رشته ها موقعیت های عمودی و افقی را اشغال می کنند.
- از این لباسها باید به احتیاط استفاده کرد زیرا مقاومت شان در مقابل شعله کم است و احتمال جرقه زدن و تشکیل امواج ساکن وجود دارد.
- احتمال نشت در قسمت باز شدن لباس مثل ناحیه زیپ بیشتر است.

۵ -۶ - ۴ -۵ کنترلهای اداری و فنی

- دقت در خرید منابع و سایل مورد نظر
- کنترل زمان پرتو گیری
- افزایش فاصله بلن منبع و کارگران
- محدود کردن ورود به اتاق تشعشع
- قرار دادن علائم آگاهی دهنده(۱۰ و۹)

۵ -۶ - ۴ -۶ حفاظت (فرهای میکروویو)

- با توجه به حفاظهای اطراف، معمولاً شدت این میدانها کم است و معمولاً خطری برای انسان ندارد البته در صورتی که فر سالم و استاندارد باشد.
- این امواج ضعیف برای کسانی که از ضربان ساز قلب یا تجهیزات الکترونیکی در بدن استفاده می کنند می‌توانند مضر باشد.
- تعمیر فر توسط افراد غیر متخصص می‌توانند به این افراد صدمه برساند.
- بعد از تعمیر فر باید پرتوهای اطراف توسط دستگاه‌های ویژه اندازه گیری شود.
- اگر درب فر کاملاً بسته نشود می‌توانند به کاربر صدمه بزند.
- فرها دارای مگنوترن بوده که انرژی الکتریکی را به امواج با فرکانس بالای میکروویو تبدیل می کنند.
- بر اساس استاندارد این فرها دارای فرکانس های ۲۴۵۰ و ۹۱۵ مگاهرتز می‌باشند.
- امواج مایکروویو از کاغذ، پلاستیک، شیشه، و سایر مواد شفاف عبور کرده و توسط غیر فلزات همچون آب، بافت‌های انسانی و غذا جذب، پخش و یا عبور می کنند در نتیجه ظروف فلزی یا حاوی

فلز نباید درون فر قرار گیرد چون به مگنوترن صدمه می زند

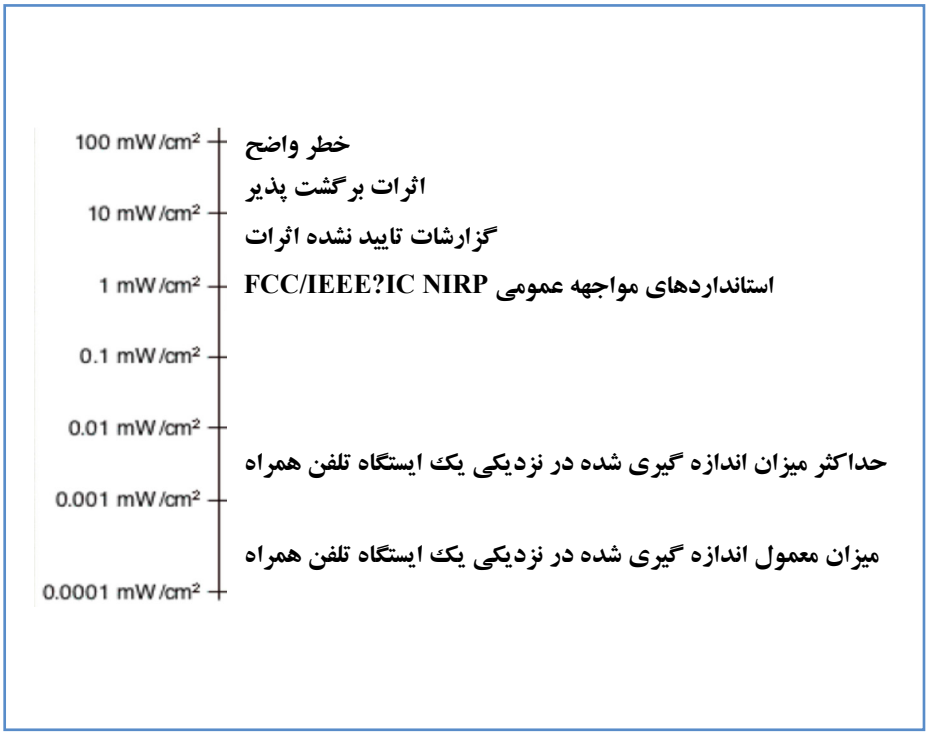
چربی و اجسام فلزی روی در می‌توانند اجازه نشت به ماکروفر دهد به این ترتیب نظافت ضروری است.

- یک دستگاه چگالی سنج جهت پایش مورد استفاده قرار گیرد.
- دو قفل ایمنی به منظور قطع عملکرد فر در زمان باز بودن در ضروری است.

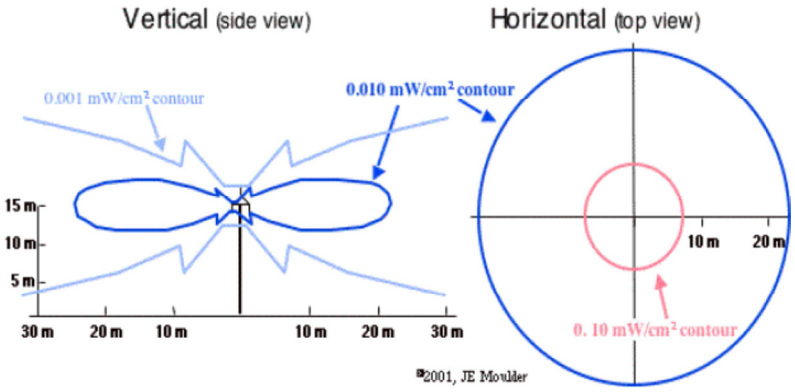
۵ -۷ -ایستگاههای آنتن تلفن همراه

مطالعات انجام شده در فرانسه، اسپانیا، مصر و استرالیا تأثیراتی از قبیل سردرد، خواب پریشی و کاهش حافظه را در افرادی که در نزدیکی آنتن های موبایل زندگی می کردند نشان داد (البته هنوز نتایج قطعی بدست نیامده و تحقیقات بیشتری در حال انجام است)

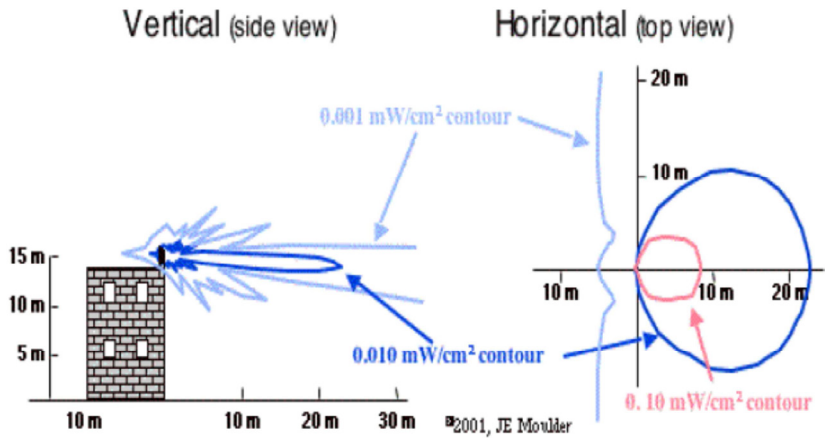
استانداردهای ایستگاه ثابت تلفن همراه



چگالی توان انرژی امواج منتشره از آنتن های BTS در فواصل مختلف



چگالی توان انرژی امواج منتشره از آنتن های BTS در فواصل مختلف



سرطان زا بودن این امواج اثبات نشده است. ولی سایر تاثیرات آن مثل تاثیرات گرمایی و غیرگرمایی آن در انسان نیز مشاهده شده است.

۵-۷-۱ مواجهه با امواج هنگام در اختیار داشتن تلفن همراه

- تلفن همراه در زمان خاموش بودن حتی اگر ۳۰ سانتیمتر هم از شخص فاصله داشته باشد امواج الکترو مغناطیسی موبایل به بدن وی برخورد می نماید.
- وقتی که شخص با موبایل حرکت می‌کند، جاهایی که آنتن ها آن‌ها را کمتر پوشش می دهند گوشی سعی بیشتری برای به دست آوردن آنتن می‌کند و این موضوع بسیار خطرناک است.
- به افرادی مشکل قلبی دارند سفارش می‌شود که موبایل را دور از خود نگه دارند و آن را در جیب بغلشان نگذارند
- خانم های باردار باید حداقل ۲ متر از موبایل دورتر باشند.
- زمان ارسال عکس میزان مواجهه بیشتر است.

Sar Level - : اتحادیه اروپا حداکثر SAR (Specific Absorbtion Rate) مجاز را ۲ وات بر کیلوگرم و امریکا ۱/۶ وات بر کیلوگرم تعیین کرده است هرچه میزان Sar یک گوشی کمتر باشد صدمه آن به سلامت کاربر کمتر است مقدار Sar ربطی به قدرت آنتن دهی گوشی موبایل ندارد.

۵-۷-۲ روشهای کاهش مواجهه

- میدان اطراف گوشی موبایل بسیار کم است ولی به علت نزدیکی به سر احتمال خطر برای کودکان زیر ۱۶ سال، به علت نازکتر بودن استخوان جمجمه آن‌ها، وجود دارد.
- کوتاه کردن زمان مکالمات
- استفاده از سیستم هندزفری
- استفاده از SMS
- اجتناب از مکالمه در مکانهای با آنتن دهی پایین
- تماس با موبایل بهتر است در محط خارج باشد و درصورت تماس در داخل کنار پنجره باشد
- اجتناب از تماسهای غیر ضروری و دور نگه داشتن موبایل از بدن
- خاموش نمودن موبایل در زمان عدم استفاده به ویژه در شب ها و مکانهای بدون آنتن
- محدود نمودن استفاده از موبایل در دوران بارداری (۱۱)

طیف پرتوهای فرکانس رادیویی

موج	طول موج(متر)	فرکانس	انرژی فوتون (ev)
ELF	$۱۰^{۷}$-$۱۰^{۶}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۱۲}$-$۱۰^{-۱۳}$
ULF	$۱۰^{۶}$-$۱۰^{۵}$	۳۰۰-۳۰۰۰ هرتز	$۱۰^{-۱۱}$-$۱۰^{-۱۲}$
VLF	$۱۰^{۷}$-$۱۰^{۴}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۱۰}$-$۱۰^{-۱۱}$
LF	$۱۰^{۴}$-$۱۰^{۳}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۹}$-$۱۰^{-۱۰}$
MF	$۱۰^{۳}$-$۱۰^{۲}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۸}$-$۱۰^{-۹}$
HF	$۱۰^{۲}$-۱۰	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۷}$-$۱۰^{-۸}$
VHF	۱۰-۱	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۶}$-$۱۰^{-۷}$
UHF	۱-$۱۰^{-۱}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۵}$-$۱۰^{-۶}$
SHF	$۱۰^{-۱}$-$۱۰^{-۲}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۴}$-$۱۰^{-۵}$
EHF	$۱۰^{-۲}$-$۱۰^{-۳}$	۳-۳۰۰ هرتز	$۱۰^{-۳}$-$۱۰^{-۴}$

۵-۸ لیزر (Laser: Light Amplification by Stimulated Emission Radiation)

انیشتین تابش تحریکی را در سال ۱۹۱۷ پیشنهاد نمود و پدیده تابش القایی که عامل تقویت در نوسان مولکولی می‌باشد را معرفی نمود با توجه به تئوری فوق اولین وسیله ای که ساخته شد یک تقویت کننده پرتو بود. با استفاده از دستگاه فوق و تقویت ارتعاشات مولکولی آمونیاک (ماکروویو) پرتو لیزر ایجاد شد. سپس با استفاده از یاقوت لیزر و پس از آن لیزر گازی با استفاده هلیوم و نئون توسط دانشمندان ساخته شد.

۵ -۸ - ۱ انواع لیزر

لیزرها از نظر طول موج و عملکرد در طبقه بندی‌های مختلفی قرار می گیرند که عبارتند از:

۵ -۸ - ۱ -۱ انواع لیزر ازنظر طول موج

لیزرهایی که طول موج بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای ماورابنفش)

لیزرهایی که طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای مرئی)

لیزرهایی که طول موج بین ۷۰۰ تا ۱۰۶۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای مادون قرمز)

۵ -۸ - ۱ -۲ انواع لیزر از نظر عملکرد

موج پیوسته (CW)

موج تپی

موج سویچ

۵ -۸ - ۲ انواع کاربرد لیزر:

پزشکی، صنعت، شیمی، نظامی، محیطی، ارتباطات و سیستم های اطلاعاتی و...

۵ -۸ - ۲ -۱ انواع کاربرد لیزر در پزشکی

جراحی مغز، اورولوژی، درمان سردردهای میگرنی، ترمیم مفاصل، درمان سینوزیت، درمان واریس، درمان آفت دهانی، جراحی مینیسک زانو، طب سوزنی لیزری در درمان فلج مغزی اطفال، درمان سرطان تیروئید، چشم پزشکی نظیر جوش دادن شبکیه چشم

انواع لیزرهای مورد استفاده در پزشکی

نوع لیزر	طول موج	نوع موج
آرگون سبز- آبی	۵۱۴ و ۴۴۸	CW
آرگون سبز	۵۱۴	CW
کریپتون زرد	۵۶۸	pulsed
کریپتون قرمز	۶۴۷	CW
یاقوت	۶۹۴	pulsed
یاگ لیزر با فرکانس دوبل	۵۳۲	CW
یاگ لیزر	۱۰۶۴	pulsed
کربن دی اکسید	۱۰۶۰۰	CW
معمولاً به شکل محلول مایع Dye laser	۹۰۰-۴۰۰	CW

۵ -۸ - ۲ -۲ موارد استفاده از لیزر در پوست:

جراحی پلاستیک، درمان التهابهای عمیق، درمان ترکهای پوست، رفع خالکوبی، بهبود سریع زخمهای دیابتی، بستر و عرقی، درمان فرورفتگیهای ناشی از آکنه و زگیلهای ویروسی، درمان ضایعات مربوط به عروق پوست مانند ماه گرفتگی، درمان ضایعات رنگدانه ای مانند لکهای ناشی از آفتاب، جوانسازی پوست و از بین بردن چین و چروک، از بین بردن موهای زائد.

۵ -۸ - ۲ -۲ کاربرد لیزر در صنعت:

برشهای لیزری، علامت گذاری سطوح، مقاوم سازی سطوح فلزی، نشانه گذاری و حکاکی، تراشکاری، پاکسازی سطوح، جوشکاری از میکروالکترونیک تا کشتی سازی، برش اجزای الکترونیک، برش شیشه، سوخت گیری هواپیما، تعیین مسیر مته زنی در معدن

۵ -۸ - ۲ -۳ کاربرد نظامی لیزر

بمب لیزری، تفنگ لیزری، ردیاب لیزری، فاصله یاب لیزری، سلاحهای هدایت انرژی

۵ -۸ - ۲ -۴ کاربردهای محیطی

بررسی آلودگی، اندازه گیری دبی سیال، بررسی میزان تصفیه فاضلاب، تعیین میزان توکسین های محیطی، دستگاه همای کنترل کیفیت مایعات و گازها، پیش بینی و اندازه گیری میزان اسموگ و ازن فتوشیمیایی.

۵ -۸ - ۲ -۵ کاربرد لیزر در شیمی

جداسازی ایزوتوپها، غنی سازی اورانیوم، بدست آوردن اطلاعات درباره مولکولهای چند اتمی، بررسی جزئیات فرآیند احتراق شعله، تشخیص و ایجاد تغییرات شعله ای بر گشت پذیر

۵ -۸ - ۳ تجهیزات لیزری:

سیستم نمایش لیزری، تقویت کننده های فیبری، ترانزیستورهای خطوط ارتباطی فیبرهای نوری، نوشتن و خواندن اطلاعات در حافظه نوری کامپیوترها، سیستم های نوری لیزری برای ثبت ذخیره و پردازش اطلاعات، تکنولوژی حفاری نفت و گاز، اندازه گیری فاصله بین زمین و ماه

۵ -۸ - ۴ مخاطرات کاربرد لیزر

-خطرات لیزر به دو عامل طول موج و توان خروجی لیزر بستگی دارد.
- لیزرهای با طول موج نزدیک به امواج رادیویی بر چشم (قرنیه، عدسی و شبکیه) اثر می گذارند.
- احتمال سرطان پوست و چروک های زودرس وجود دارد.
-بروز اختلالات تنفسی برای اپراتور
-سوختگی پوست
-خطرات الکتریکی نظیر برق گرفتگی، انفجار و آتش سوزی

۵ -۸ -۵ استاندارد کاربرد ایمن لیزرهای ANSI -Z ۱۳۶

مطابق این استاندارد لیزرها به کلاس تقسیم می‌شوند و با افزایش شماره کلاس خطرات احتمالی ناشی از اتابش لیزر افزایش می‌یابد:

کلاس ۱: ماکزیمم سطح تابش در محدوده مرئی برابر ۰/۴ میلی وات است خطری متوجه انسان نمی سازد لیزرها مورد استفاده در کامپیوترها و چاپگرها و DVD Player

کلاس ۲: توان خروجی ۱ میلی وات در حالت طول موج پیوسته، مشاهده پرتو بیش از ۰/۲۵ ثانیه خطرناک است، خیره شدن به پرتو بیش از ۱۰۰۰ ثانیه خطر ساز است. شامل لیزرهای کم توان با تشعشعات مرئی مانند اسکنر سوپرمارکت ها

کلاس ۳A : تابش مرئی با توان کمتر از ۵ میلی وات در حالت طول موج پیوسته، واکنش طبیعی پلک زدن سبب حفاظت چشم می‌شود اما به هر حال از خیره شدن به پرتو باید اجتناب نمود مانند اشاره گرهای لیزری

کلاس ۳B : توان خروجی آن ۵۰۰ میلی وات در حالت پیوسته، هرگونه مشاهده پرتو به صورت مستقیم یا غیر مستقیم می‌توانند سبب آسیب به چشم شود. اما اگر این پرتوها از طریق پدیده پخش شدگی به چشم ما رسیده باشند خطر ساز نیستند.

کلاس ۴ : توان بالاتراز ۵۰۰ میلی وات، هرگونه تابش مستقیم یا بازتاب حاصله یا پخش شده پرتوی این لیزرها به چشم یا پوست خطرناک است. کار با این لیزرها مستلزم نهایت دقت است.

۵ -۸ - ۶ دستورالعمل های ایمنی لیزر برای کلاسهای مختلف

کلاس ۱: دستورالعمل خاصی وجود ندارد

کلاس ۲: باید دارای بر چسب های اخطار دهنده باشند، نباید به طور پیوسته به پرتو لیزر خیره شد، نباید لبزر زا بدون هدف به طرف چشم افراد نشانه گرفت.

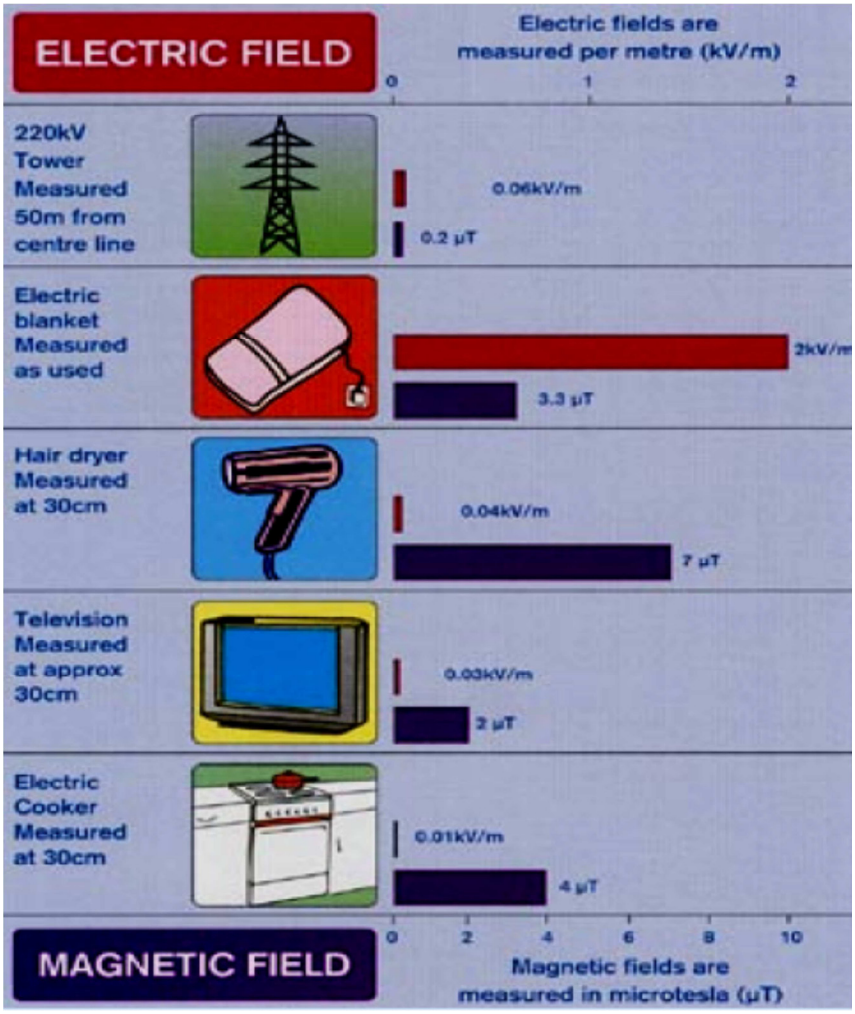
کلاس ۳: دارای بر چسبهای اخطار دهنده باشند، نباید لیزر را به طرف چشم نشانه گرفت، استفاده از عینک‌های ایمنی در حین کار، بکارگیری یک چراغ هشدار دهنده یا بوق، که نشان دهد لیزر در حال کار است، عدم مشاهده پرتو لیزری به طور مستقیم توسط دوربین و تلسکوپ بدون فیلترهای ایمنی، خارج کردن اشیا با قابلیت انعکاس پرتو از مسیر پرتوی لیزر، تنها افرا آگاه و مجرب مجاز به استفاده از این نوع لیزر هستند.

۵ -۸ - ۷ دستور العمل های حفاظتی عمومی

- هرگز مستقیم به پرتو نگاه نشود
- استفاده از عینک های محافظ چشم
- استفاده از عینک های مربوط به هر طول موج خاصی از لیزر
- استفاده از مینیمم توان لیزر
- عدم خروج چشمه پرتوی لیزر از محیط کار
- دور کردن اشیا غیر ضروری نظیر ساعت

۵ -۸ - ۸ حداکثر تابش مجاز لیزر

حداکثر تابش مجاز لیزر بر بافت بدون آنکه دچار صدمه یا تغییر بیولوژیکی شود تابعی است از مدت زمان تابش، پهنای پالس لیزر، طول موج و آهنگ تکرار لیزر



۵ -۸ -۹ بهداشت کار با اجاق مایکرو ویو

در این دستگاه ها یک مولد موج مایکروویو وجود دارد که ۳ هزار مگا هرتز فرکانس تولید می‌کند. این فرکانس باعث تحرک شـدید ملکول های آب می‌شـود، این تحرک اصطکاک بسـیار زیادی تولید می‌کند و این اصطکاک باعث تولید گرمای بسـیار زیاد و حرارت بالایی می‌شود، بنابراین ماده غذایـی در این درجه حرارت می پزد. غذاها و مایعات درون مایکروفر با این که دمایشـان به بیش از

۱۰۰ درجه می‌رسد، اما نمی جوشد اما اگر ظرف محتوی غذا یا مایع تکان بخورد، مانند یک انفجار تمام محتویات داغ آن به اطراف پراکنده می‌شود. بنابراین تا زمانی که مایکروفر روشن است ظروف داخل آن را تکان ندهید. از طرف دیگر حتما منفذی برای خروج گرما از مواد غذایی ایجاد کنید، تا حد امکان زمانی که مایکروفر روشن است، نگذارید کودکان در جلوی آن بایستند و خودتان هم حداقل ۵۰ سانتی متر فاصله با دستگاه را رعایت کنید. غذای پخته شده درون مایکروفر را ۳۰ ثانیه پس از خروج، مصرف کنید. همچنین پیش از خوردن حتما غذا را هم بزنید اطراف و داخل فر را همیشه تمیز نگه دارید، چون هر نوع کثیفی می‌توانند باعث نشت امواج مایکروویو شود. ظروف فلزی درون دستگاه نگذارید و سنجاق های فلزی را نیز از روی غذا یا هر ماده پختنی بردارید، زیرا هنگام روشن شدن مایکروفر، این سنجاق ها مانند آنتن عمل می کند و پرتو را می تاباند و حتی می‌توانند تولید جرقه کند. سنجش میزان پرتو تابش شده از دستگاه ها (چگالی سنجی) نقش بزرگی در شناسایی روش های ایجاد شرایط بهداشتی دارد.

۶– اثرات بهداشتی و بیولوژیکی پرتوهای غیر یونساز

۶ -۱ اثرات بیولوژیکی پرتوهای فرو سرخ

این پرتو در ردیف فرکانسی پائین تراز امواج مرئی و پرتو حرارتی قرار دارد. اجسام می‌توانند با دریافت حرارت طیف متفاوتی از این امواج را منتشر نمایند. در بعضی مشاغل چون صنایع شیشه به خصوص بلورسازی، ذوب فلزات، آهنگری و جوشکاری پرتو فرو سرخ تولید می گردد.

- پرتو فرو سرخ سبب گرم شدن پوست و نسوج سلولی زیر جلدی می‌شود.
- پرتو فرو سرخ ممکن است در پوست، سوختگی‌های نسبتاً شدیدی ایجاد نماید.
- اگر پرتو فرو سرخ را به مقدار مناسب بکار برند، در نتیجه اتساع رگ‌های زیر پوست، سبب تسهیل اعمال فیزیولوژیک پوست می‌شود و حتی از راه عکس‌العمل پوستی در بهبودی حال عمومی نیز می‌توانند موثر واقع شود.
- این پرتو خاصیت تسکین درد را نیز دارد که علت آن همان اتساع عروق و بهتر انجام گرفتن عمل دفع سموم و تغذیه بافتها است.
- پرتو فرو سرخ به طور عمده به وسیله پوست وچشم جذب می گردد و نفوذ آن‌ها در لایه های داخلی پوست بسیار کم است. حداکثر عمق نفوذ پرتو فرو سرخ در پوست سه میلیمتر است.
- اثر این پرتو روی عدسی چشم باعث ایجاد آب مروارید شده که به اصطلاح آب مروارید شیشه

سازان نامیده می‌شود. ولی در حال حاضر این عارضه در کارگران ذوب فلز و کارگران کوره نیز مشاهده می گردد. علت ایجاد آب مروارید گرمای حاصل از این پرتو می‌باشد و چون عدسی چشم فاقد عروق خونی است به همین دلیل نمی تواند گرمای جذبی را دفع نموده و در نتیجه بتدریج آسیب می بیند. دورهٔ کمون این عارضه را ۱۵ تا ۲۰ سال ذکر نموده اند. تابش پرتو به میزان زیاد روی چشم سبب سوختگی شبکیه می‌شود.

- نگاه کردن مستمر به شیشه مذاب و یا فلزات گداخته و انجام جوشکاری بدون رعایت موازین پیشگیری موجب تماس چشم با پرتو می گردد که نتیجه آن بالا رفتن درجه حرارت نسج عدسی چشم بوده و موجب بیماری آب مروارید یا کاتارکت می گردد. آب مروارید به کدورت عدسی چشم اطلاق می گردد که دراین حالت عدسی شفاف که به طور عادی قابل رویت نیست به شکل مروارید سفید رنگی دیده می‌شود و بینائی را شدیدا مختل می کند برای پیشگیری از این امر لازم است کلیه کارگران در معرض خطر از عینک های ایمنی مخصوصی که شیشه آن قادر به جذب پرتو فرو سرخ هستند استفاده نمایند.

اثرات این پرتو روی پوست شامل سوختگی حاد پوستی، عروقی، مویرگی، وافزایش رنگ دانه های پوست است.

۶-۲ اثرات بهداشتی و بیولوژیکی پرتوهای پرتو ماورابنفش

به علت آنکه پرتو UV نفوذ نسبتاً ضعیفی دارد تنها اعضایی که بر آن‌ها اثر می گذارد چشم و پوست است. آسیب چشمی به علت فعالیت حرارتی تماس پر قدرت کوتاه مدت یا ضربانی است و آسیب پوستی به طور شایع از طریق واکنش های فتوشیمیایی از قبیل واکنش های سمی و افزایش حساسیتی حاصل از تماسهای کم قدرت ممتد یا پر قدرت کوتاه مدت است. اثرات حرارتی انعقاد پروتئینی و نکروز بافتی شروع سریعی دارند. اثرات تماسی مزمن شامل تسریع پیری پوست است که با از بین رفتن الاستیستی، افزایش پیگمانتاسیون، چین و چروک پوست و تلانژکتازی مشخص می‌شود.

۶-۲-۱ اثرات پوستی

قرمزی پوست: 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 هیستا مین در اپیدرم می‌شود.

۶-۲-۱-۱ تیرگی پوست

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

۶-۲-۱-۲ سرطان پوست

موارد زیادی از سرطان پوست در کسانی که به علل شغلی مانند کشاورزان، ماهیگیران و قایقرانان، مدت‌های طولانی در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار داشته اند مشاهده شده است. آزمایش روی حیوانات آزمایشگاهی به ویژه با طول موج کوتاه این مسئله را ثابت نموده است.

۶-۲-۱-۳ آفتاب سوختگی

تیره شدن رنگ پوست، ایجاد شیارهای عمیق در پوست، ایجاد و اکنشهای حساسیت به نور

۶-۲-۱-۴ برنزه (قهوه ای) شدن پوست

لکه لکه شدن پوست، بور شدن موها و ایجاد چین چروک، همه این‌ها نشانه های آسیب پوستی است و ممکن است منجر به آسیب‌های شدید پوستی و حتی سرطان پوست شود که در میان سرطانهای پوستی سرطان ملانوما باعث مرگ شده که خوشبختانه خیلی به ندرت اتفاق می افتد. به طور کلی این آسیب‌ها ناشی از تأثیر پرتو ماورای بنفش بر روی DNA است. UV -A بیش از UV-B به عمق پوست نفوذ می کرد با این حال تا کنون گمان بر این بود که تنها UV-B مضر است اما تحقیقات جدید انجام شده فرضیه های جدیدی را در مرگ بار بودن UV-A مطرح می کنند چون این فوتونها به وسیله DNA جذب شده و می‌توانند مثل UV-B باعث ایجاد جهش در DNA شوند.

۶-۲-۲ اثرات چشمی

چشم انسان به اندازهٔ محل دور زدن خود، در داخل فرورفتگی قرار دارد و توسط برآمدگی ابرو، ابروها و مژگان محافظت شده است. نور زیاد سبب تنگی مردمک شده و سبب رفلکس نیم باز شدن چشم به منظور کاهش نفوذ پرتوهای خورشید به چشم می‌شود. اما میزان اثر این فعالیت دفاعی طبیعی که چشم را از خطرات پرتو uv محافظت می کند، فقط محدود به شرایط شدت نور نظیر استفاده از بسترهای آفتابگیری یا بازتاب شدید نور از شن، آب و برف می‌باشد.

اثرات حاد در معرض بودگی پرتو uv شـامل فتوکراتیتیس و ورم ملتحمه می‌باشـد. این واکنش‌های سـوزاننده با آفتاب سوختگی شبیه پوست بسیار حساس کره چشم و پلک قابل مقایسه بوده و معمولاً در مدت چندین سـاعت در معرض بودگی وجود ندارد. شکلهای شـدید فتوکراتیتیس شامل قوسی شدن چشم و کوری برف می‌باشد.

۶-۲-۲-۱ آب مروارید

علت عمدهٔ کوری در دنیا می‌باشـد. پروتئین‌های عدسـی چشم، سـبب از هم باز شدن، درگیر شدن و تجمع رنگدانه ها شـده که سبب تاری عدسی شـده و در دنیا نهایت منجر به کوری می‌شود. با این وجود آب مروارید در درجات مختلف در اغلب افراد با توجه به سن، در معرض بودگی خورشید، در معرض بودگی خاص نسبت به UV_B به عنوان عوامل خطرزا اصلی گسترش آب مروارید می‌باشند.

۶-۲-۲-۲ التهاب ملتحمه و قرنیه

تابـش پرتو فرابنفش به چشـم به میزان زیـاد باعث التهاب قرنیه و ملتحمـه آن می گردد. بیناب طول موج‌هایی که ایجاد التهاب ملتحمه می کنند احتمالا همان بیناب ایجاد کننده قرمزی می‌باشد. در حالی کـه بیناب مولد التهاب قرنیه به طـور خفیف به طرف طول موج‌های کوتاه تر متمایل اسـت. فعالیت حداکثر در ایجاد این عوارض در محدوده طول موج ۲۸۸ نانومتر می‌باشـد. علائم حاصل از اثر پرتو پس از چند سـاعت تابش ظاهر می گردد که عبارتند از: التهاب ملتحمه، نورترسی، درد چشم، التهاب پلک، اشک ریزش و احساس سوزش در چشم.

۶-۲-۲-۳ تخریب سیاهی چشم

این تخریب باعث اختلال در دید می‌شـود و با آسـیب دیدن مرکز شبکیه چشم به وجود می آید. این اختلال به شکل تشکیل نقطه تاریک در دید و کدر شدن یا بهم ریختگی تصویر می گردد. این آسیب بسیاری از فعالیتهای روزانه مثل مطالعه و رانندگی را بسیار سخت می کند.

۶-۲-۲-۴ آب مروارید

قرار گرفتن در معرض تابش شدید UV -B در چند سال می‌توانند باعث به وجود آمدن این بیماری شود. این بیماری به شکل پوشاندن عدسی چشم خود را ظاهر می کند.

۶-۲-۲-۵ سوختگی یا برف کوری

چنانچه چشـــم در معرض تابش شدید پرتو فرا بنفش قرار بگیرد مثل به هنگام راه رفتن در برف بدون محافظت کردن از چشـــم، آنگاه چشم به شـــکل موقت دچار سوختگی یا همان برف کوری شده که این حال گرچه موقتی است ولی دردناک است و در این حالت سطح چشم شما یا همان قرنیه ملتهب شـــده اســـت. اولین علایم این ناراحتی به شکل سوزش چشـــم خود را نشان می‌دهد اما تأثیر کامل آن حدود ۸ ســـاعت پس از سوختگی خود را به طور کامل نشان خواهد داد که در این مرحله چشم قرمز شـــده و به نظر می‌رســـد که روی چشم اتو گذاشـــته اند این حالت به مرور پس از حدود ۳۶ ساعت از بین می‌رود. برای سرعت بخشیدن به درمان و کاهش درد، روی چشم‌هاا، باید دستمالی سرد و خیس قرار داد و اصطلاحا کمپرس انجام شود و همچنین می‌توانن برای کم شدن درد از داروهای خوراکی مســـکن مثل بروفن استفاده نمود. ســـعی شود تا جای ممکن چشـــم را تا بهبودی بسته نگه داشت تا با برخورد مجدد نور ملتهب نشود. این آسیب هیچ عوارض بعدی نخواهد داشت و پس ار گذشت زمان بهبودی حاصل می‌شود.

۶-۲-۲-۶ گل مژه

توده ای غیر طبیعی و عموما غیر سرطانی در گوشه چشم نزدیک به بینی رشد می کند. گل‌مژه ممکن است روی قرنیه نیز تشکیل شود. گل‌مژه دید را محدود می کند و گاهی برای برداشتن آن نیاز به عمل جراحی است.

۶-۲-۲-۷ سرطان

تکرار قرارگرفتن در معرض پرتو ماورای بنفش شـــدید می‌توانند منجر به ســـرطان در پلک و پوست شود.

- افزایش خطر ابتلا به بیماری های عفونی و کاهش تأثیر واکسیناسیون

۶-۳ اثرات بهداشـتی و بیولوژیکی پرتوهای پرتوهای الکترومغناطیسی با فرکانسهای رادیویی و ماکروویوها

عوارض ناشـــی از این تابش در انســـان بیشتر ناشـــی از تغییر درجه حرارت در بافت ها و سلول‌هاست. لیکن در مطالعات جدیدتر اثرات غیرحرارتی کانون توجه بوده اســـت. به طور کلی بیشترین عوارض

مطرح شـده در تحقیقات عبارتند از تأثیر بر سیستم تولید مثل، تغییرات هماتولوژیک و هماتوپوئتیک جهش زایی (mutagenicity) سـوماتیک و کار سـینوژنی سـیتی و نیز اختـلالات غیراختصاصی عصبی – رفتاری.

۶-۴ اثرات بهداشتی و بیولوژیکی میدان های الکتریکی و مغناطیسی

- تغییر در یون و پروتون در طول غشای سلولی
- دخالت در در سنتز DNA و انتقال و پذیرش RNA
- تأثیر برسلول، هورمون، آنزیم، در نتیجه اثر بر فرایند رشد سلول
- تأثیر بر روی محرک‌های ایمنی سلول
- تأثیر بر سلول‌های سرطانی
- اثـرات جنینی و نقص های مادرزادی در اثر تماس زیاد با امواج رادیویی و مایکروویو در کارگران در ایستگاههای الکتریکی
- اثر میدان های الکتریکی بر روی سیستم گردش خون
- مشاهده کروموزومهای شکسته شده در لنفوسیت های کارگران در ایستگاههای الکتریکی
- مشـاهده سـرطان و لوسمی در کودکانی که منازل آن‌ها با خطوط جریان الکتریکی و ایستگاههای الکتریکی نزدیک است
- مشـاهده نمونه‌هایی از سـرطان مغز و لوسـمی در اثر تماس زیاد با EMF در کارگران در مشاغل الکتریکی و الکترونیکی (۱۲)

۷– روش های حفاظت و پیشگیری در برابر پرتوهای غیر یونساز

۷-۱ پیشگیری و تدابیر حفاظتی در برابر پرتوهای فرو سرخ

۱ – با افزایش فاصله نسبت به منبع ارسال کننده پرتو مادون قرمز، شدت پرتو کاهش می‌یابد.

۲ – آموزش و آگاهی لازم به کارگران.

۳ – جدا کردن منبع تابش و محصور سازی.

۴ – اسـتفاده از وسـایل حفاظت فردی نظیر عینک مخصوص توسـط افرادی که مرتبا در مجاورت سطوح داغ مانند فلزات ذوب شده، شیشه... کار می کنند.

۵ – به دلیل اینکه شیشه معمولی پرتو فرو سرخ با طول موج بیشتر از چهار میکرون را جذب می کند،

استفاده از آن سودمند است.

۶ – شدت پرتو تابشی بیشتر از ۱۰ میلی وات بر سانتی متر مربع نباشد.

۷ – ۲ پیشگیری وحفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش

۷ – ۲ – ۱ آموزش

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

۷ – ۲ – ۲ فاصله از منبع پرتو

شدت پرتو با عکس مجذور فاصله از منبع کاهش می‌یابد.

۷ – ۲ – ۳ وسایل حفاظت فردی

باید از وسایل حفاظت فردی، به ویژه در هنگام جوشکاری، مانند نقاب صورت، عینک مخصوص، دستکش و پیش بند چرمی استفاده گردد و معمولاً استفاده از لباس فلانل بر هر نوع چرم آن برتری دارد. برای مشاغلی مانند کشاورزی و ... استفاده از لباس پنبه ای پیشنهاد می‌شود.

۷ – ۲ – ۴ محصور نمودن

با ایجاد اکران مناسب (پرده)، به خصوص در محل جوشکاری، باید افراد دیگر را از پرتو محافظت نمود. می‌توانن از پرده ای با جنس پلی وینیل کلراید استفاده نمود. چون رنگ پرده دارای اهمیتی ویژه است بنابراین رنگ پرده نباید بازتاب دهنده پرتو باشد و مناسبترین رنگ، رنگی است که در آن از اکسید زنگ و اکسید تیتانیم استفاده شده باشد. ماده حفاظتی دیگر برای محصور سازی، شیشه می‌باشد که موج خطرناک پرتو را جذب می کند که پیشنهاد می‌شود در قسمت سترون نمودن در بیمارستان ها از این ماده استفاده گردد.در مورد جوشکاران بایستی از عینکها و یا سپرهای حفاظتی شیشه‌های آن قادر به جذب پرتو ماوراء بنفش و فرو سرخ می‌باشند استفاده شود.

۷ – ۲ – ۵ کرمهای ضدآفتاب

برخی کرمها با استفاده از ترکیبهای شیمیایی مثل اکسی بنزن پرتو ماورای بنفش را جذب کرده مانع رسیدن آن به پوست می‌شوند. برخی از کرمها نیز نور را منعکس می کنند که در ترکیب آن‌ها موادی

چون اکسـید تیتانیوم یا اکسـید روی وجود دارد. کرم‌هایی هم هستند که به صورت ترکیبی از هر دو روش اسـتفاده می کنند. فاکتور محافظت کرمها با SPF[1] مشـخص می‌شـود. SPF کرم‌ها می‌توانند عددی از ۲ تا بالای ۶۰ هم باشد.

- نکته مهم دیگر تا حد امکان در ساعات ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر درمناطقی که تابش آفتاب در حد خطرناک تعریف شـده است، در معرض آفتاب قرار نگیرند یا حداقل در سایه باشند؛ هرچند در سایه هم بدن به میزان ۵۰ درصد پرتو گیری دارد. حضور در فضاهای پوشیده نیز چون بدن فقط ۱۰ درصد پرتو گیری دارد، مناسب است.

۷-۳ پیشنهادات کلی جهت حفاظت و پیشگیری در برابر پرتوهای غیر یونساز

§ استفاده مداوم از عینک و نقاب های حفاظتی با درجات متناسب تیرگی

§ اسـتفاده از سـپرهای حفاظتی در مسیر انتشار پرتو مانند استفاده از پرده های برزنتی یا ورق های باز تاب دهنده از جنس آلومینیوم

§ افزایش فاصله با منبع تولید پرتو منظور کاهش شدت پرتو بر اساس قانون عکس مجذور فاصله

§ آموزش مخاطرات پرتو و نحوه صحیح استفاده از وسایل حفاظتی فردی

§ ایزوله نمودن منابع تولید کننده پرتوهای از طریق محور نمودن موضع جوشکاری توسط اتاقک یا دیواره هایی به ارتفاع مناسب

§ کارگرانی که به ناراحتی های چشـمی دچار هسـتند با نظر پزشـک صنعتی اجـازه انجام عملیات جوشکاری را دارند. (۱۳ و ۱۴)

۷-۴ حفاظت و پیشـگیری در برابر پرتوهای الکترومغناطیسـی با فرکانسهای رادیویی و ماکروویوها

۷-۴-۱ مهم‌تریـن تدابیـری که بـرای حفاظت در برابر این پرتوها توصیه می‌شـوند عبارتند از :

- فاصله گرفتن از منابع پرتوزا
- استفاده از حفاظ مناسب برای چشم‌هاا
- کاهش زمان تماس با پرتو

1- Sun Protection Factor

- ایجاد تهویه مطبوع و مناسب و برقراری شرایط جوی مطلوب‌تر محیط کار
- استفاده از لباس ها و وسایل حفاظتی مناسب مثل بازتاب دهنده‌های آلومینیومی و لباس های مجهز به الیاف فلزی

۷-۴-۲ حفاظت در برابر پرتوهای رادیویی و مایکروویو - کنترلهای مهندسی

۷-۴-۲-۱ قسمتی از اصول کنترل مهندسی شامل

- قفل کردن
- حفاظ گذاری
- محصور کردن
- اتصال به زمین wave guide
- طراحی خوب شامل قفلهای Fail -Safe، آشکارسازهای تشخیص نشت، آژیر صوتی و تصویری می‌باشد
- قفلهای محدود کننده باید روی آنتن نصب شود تا از پرتوتابی در زوایایی که برای کارکنان خطرناک است جلوگیری شود
- نگهداری و تعمیرات باید به گونه ای برنامه ریزی شود تا سیستم ایمنی به طور دوره ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

۷-۴-۲-۲ حفاظ گذاری

- مکانیسم حفاظت در برابر مایکروویو شامل بازتاب، جذب (تضعیف) و بازتاب داخلی می‌باشد.
- باز تاب در نتیجه عدم تطابق امپدانس در مرز دو محیط به وجود می‌آید و معمولاً مستقل از ضخامت باز تاب دهنده است.
- عاملی به نام اثر بخشی حفاظ (shielding efficiency -SE) برای تعیین اثر بخشی ماده حفاظتی ناشی از بازتاب، جذب و بازتاب داخلی بکار برده می‌شود.

SE - بر حسب دسی بل بیان شده و SE خوب تا عالی در اثر کاهش ۶۰ الی ۱۰۰ دسی بل می‌باشد.

۷-۴-۲-۳ محفظه ها

محفظه ها برای کاهش نشت و نفوذ میدانهای RF بکار برده می‌شوند در طراحی یک محفظه دقت

خاص باید بکار برد تا ماده حفاظتی مناسب، مواد برای درز بندی، پانل ها، فلانژ، ورقه های پوششی، درها، تهویه، کابل‌های رابط انتخاب شود و اتصال به زمین نیز انجام گیرد.

۷-۴-۲-۴ لباس‌هایی حفاظتی

- ماده اولیه این لباسها پشم یا نایلون است که با فلزات هادی مانند نقره و یا با نخهای ضد زنگ بافته می‌شود.
- اگر رشته های فلزی در جهت عمود قرار گیرد حساسیت قطبی از خود نشان می دهند، یعنی اثر بخشی حفاظتی هنگامی که بردار میدان الکتریکی به موازات رشته ها است بیشترین مقدار می‌باشد.
- طرح بهینه شبکیه هنگامی است که رشته ها موقعیت های عمودی و افقی را اشغال می کنند.
- از این لباسها باید به احتیاط استفاده کرد زیرا مقاومت شان در مقابل شعله کم است و احتمال جرقه زدن و تشکیل امواج ساکن وجود دارد.
- احتمال نشت در قسمت قابل باز شدن لباس مثل ناحیه زیپ بیشتر است.

۷-۴-۲-۵ کنترلهای اداری و فنی

- دقت در خرید منابع و سایل مورد نظر
- کنترل زمان پرتو گیری
- افزایش فاصله میان منبع و کارگران
- محدود کردن ورود به اتاق تشعشع
- قرار دادن علائم آگاهی دهنده

۷-۴-۲-۶ حفاظت (فرهای میکروویو)

- با توجه به حفاظ‌های اطراف، معمولاً شدت این میدانها کم است و اغلب خطری برای انسان ندارد. البته در صورتی که فر سالم و استاندارد باشد.
- این امواج ضعیف برای کسانی که از ضربان ساز قلب یا تجهیزات الکترونیکی در بدن استفاده می کنند، می‌توانند مضر باشد.
- تعمیر فر توسط افراد غیر متخصص می‌توانند به این افراد صدمه برساند.
- بعد از تعمیر فر باید پرتوهای اطراف توسط دستگاه‌های ویژه اندازه گیری شود.

- اگر درب فر کاملاً بسته نشود می‌توانند به کاربر صدمه بزنند.
- فرها دارای مگنوترن بوده که انرژی الکتریکی را به امواج با فرکانس بالای میکروویو تبدیل می‌کنند.
- بر اساس استاندارد این فرها دارای فرکانس های ۲۴۵۰ و ۹۱۵ مگاهرتز می‌باشند.
- امواج مایکروویو از کاغذ، پلاستیک، شیشه، و سایر مواد شفاف عبور کرده و توسط غیر فلزات همچون آب، بافت‌های انسانی و غذا جذب، پخش و یا عبور می‌کنند در نتیجه ظروف فلزی یا حاوی فلز نباید درون فر قرار گیرد، چون به مگنوترن صدمه می زند.

چربی و اجسام فلزی روی در می‌توانند اجازه نشت به ماکروفر دهد. به این ترتیب، نظافت ضروری است

- یک دستگاه چگالی سنج جهت پایش مورد استفاده قرار گیرد.
- دو قفل ایمنی به منظور قطع عملکرد فر در زمان باز بودن درب آن ضروری است.

۷-۵ پیشگیری از خطرات لیزرهای پزشکی

-آموزش افراد
- جلوگیری از ورود اشخاص به قسمت کنترل و محل کاربری لیزر
- نصب علائم احتیاط در مکان های ورودی اتاق های اپراتوری لیزر

۷-۵-۱ خارج و داخل اتاق لیزر

-نصب علامت مشخص کننده احتمال وجود خطر
-عینک‌های محافظ
-نصب قفل اتوماتیک بر درب ورودی اتاق
-نصب پرده مناسب بر روی پنجره ها
-نصب علامت هشدار دهنده در محل دریچه خروجی پرتو
-همراه نداشتن لوازم فلزی یا براق برای مسئولین و بیماران
- استفاده از پریسکوپ برای تغییر ارتفاع پرتوی تابشی
-محکم کردن لیزر و ابزارهای مربوط به کار

۷ -۵ -۲ تجهیزات اتاق لیزر

- خارج نگه داشتن وسایل اتاق از مسیر پرتو
- استفاده از آینه محدب و یا ابزارهای صیقلی برای تغییر جهت پرتوی لیزر
- استفاده از میله های نازک فلزی یا کوارتزی که در برابر لیزر تغییر شکل ندهند.

۷ -۵ -۳ حفاظت بیمار

- عینک های محافظ
- تمیز کردن اتاق
- استفاده از اسفنج مرطوب
- مرطوب کردن نواحی مناسب روپوش جراح
- حفاظت درون نای با لوله های سیلیکون و لاستیک قرمز

۷ -۵ -۴ حفاظت پرسنل

- آشنایی با خطرات ناشی از تابش پرتوی لیزر
- به کارگیری روشهای حفاظت از چشم بسته به نوع سیست هدایتی پرتو
- استفاده از مکانیزم باز و بسته کردن مسیر نور (شاتر) با سیتم لیزر

۷ -۶ لزوم ارتقای فرهنگ عمومی در زمینه حفاظت در برابر پرتوها و امواج

- شناساندن ویژگی‌های مخاطره آمیز پرتوها و مواجهه نا ایمن با آن برای گروه های شغلی و به ویژه جنسی در سطح عمومی
- ارائه هشـــدار های لازم در خصوص مواجهه با پرتوها در زندگی روزمره به ویژه در مورد عوارض امواج الکترومغناطیسی وسایل منزل
- توجه دادن به ضرورت به روز رسانی اطلاعات کارشناسان و مردم عادی مربوط به مواجهه با پرتوها (۱۶ و ۱۵)

پیوست ها

پیوست ۱ - تخمین مقدار آهنگ جذب انرژی و حدود آن

ارزیابی آهنگ جذب انرژی برای بررسی مطابقت یا حدود آن معمولاً یا محاسبه انجام میشود. قابل ذکر است که بین شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی داخل بدن، یا بین آهنگ جذب انرژی و شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی خارج از بدن رابطهٔ سادهای برقرار نیست.

تعیین آهنگ جذب انرژی برای انسان هنگام پرتوگیری در میدان نزدیک بسیار دشوار است و تنها با استفاده از شبیه سازی بدن انسان در شرایط آزمایشگاهی امکانپذیر است به این منظور هم روش محاسباتی و هم روش اندازهگیری وجود دارد.

در استفاده از هر یک از این روشها دقت تعیین نتیجه باید قابل قبول باشد. روشهای محاسباتی پیچیده برای محاسبه آهنگ جذب انرژی موجود است که معمولاً برای استفاده در مراکز کار با پرتوهای رادیویی و مایکروویو مناسب نیست.

نرمافزارهایی نیز برای تخمین آهنگ جذب انرژی در میدانهای رادیویی و مایکروویو نوشته شده است و قابل استفاده است. روشها خاصی نیز برای اندازهگیری آهنگ جذب انرژی موجود است که از بین آنها دو روش متداول تر است البته این روشها برای حیوانات آزمایشگاهی و مدل مصنوعی بدن انسان(فانتوم) قابل استفاده است.

در روش اول، با استفاده از دماسنج، افزایش دمای فانتوم در اثر جذب انرژی از میدان رادیویی اندازهگیری می شود و سپس با استفاده از فرمول زیر، آهنگ جذب انرزی محاسبه می شود.

$$SAR = \frac{C\Delta T}{\Delta t} \qquad (۲۱)$$

که در آن:

ΔT = تغییر دمای فانتوم به درجهٔ سلسیوس:

Δt = مدت زمان تغییر دما به ثانیه و

ظرفیت گرمایی ویژهٔ مادهٔ تشکیل دهندهٔ فانتوم به ژول بر کیلوگرم درجهٔ سلسیوس است.

این روش در صورتی که تغییرات دما نسبت به زمان خطی است، مناسب است. به عبارت دیگر این روش برای اندازهگیری آهنگ جذب انرژی موضعی، در میدانهای قوی مناسب است یعنی در شرایطی که با پرتوگیری، تغییر دمای بافت چندان تحت تأثیر مبادلهٔ گرما با محیط نیست و اثر

پرتوگیری خیلی بیشتر است.

در روش دوم با اســتفاده از یک پروب میدان الکتریکی داخل فانتوم اندازهگیری می شــود و سپس با استفاده از فرمول زیر آهنگ جذب انرژی محاسبه می شود:

همان معادله(۲)

$$SAR = \sigma \frac{E^2}{\rho}$$

که در آن:

σ = هدایت بافت بر حسب زیمنس بر متر:

E = شدت مؤثر میدان الکتریکی در بافت بر حسب ولت بر متر و

ρ = چگالی جرمی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب است.

این روش برای اندازهگیری آهنگ جذب انرژی در جزء کوچکی از بدن مناسب است همچنین برای اندازهگیری آهنگ جذب انرژیهای کم به کار میرود یعنی شرایطی که در اثر جذب انرژی از میدان، تغییر دمــای قابل اندازهگیری در بافت روی ندهد. تجهیزات اندازهگیری آهنگ جذب انرژی با این روش متشکل از یک پروب اندازهگیری میدان داخل فانتوم و یک سیستم کامپیوتری جهت قراردادن پروب در محل دقیق مورد نظر است.

۱- الف حدود آهنگ جذب انرژی برای پرتوکاران میدان های رادیویی

در فرکانس های بین ۲۰۰ کیلو هرتز و ۱۰ گیگا هرتز، آهنگ جذب انرژی نباید از حدود تعیین شده برای آن بیشــتر شــود یعنی مقادیر چگالی توان و شــدت میدان باید به گونه ای باشــد که حد آهنگ جذب انرژی رعایت شود.

برای مواردی که فاصله شــخص از منبع پرتو کمتر از ۰/۲ متر اســت، بهتر است آهنگ جذب انرژی تعیین شود. چنانچه در مواردی تعیین آهنگ جذب انرژی از لحاظ فنی غیر ممکن باشد، اندازه گیری شــدت میدان و یا چگالی توان کفایت می کند. حد آهنگ جذب انرژی برای پرتوکاران میدان های رادیویی مطابق جدول ۵ است.

جدول ۵ – حد آهنگ جذب انرژی برای پرتوکاران میدان های مایکروویو و رادیویی

حدود SAR(W/Kg)	شرایط
۰/۴	میانگین SAR تمام جرم بدن
۸	میانگین SAR برای هر گرم از سر و گردن
۲۰	میانگین SAR برای ۱۰ گرم از دست ها و پاها

بهتر اســت در صورت امکان کنترل شود که مقدار متوسط آهنگ جذب انرژی برای چشم ها از ۰/۴ وات بر کیلوگرم تجاوز نکند. این توصیه تا هنگامی که دانشــمندان اطلاعات علمی و مســتدل کافی جدیدی در مورد اثرات پرتوگیری رادیویی بر روی چشم ارائه کنند معتبر می باشد.

۱- ب حدود آهنگ جذب انرژی برای مردم

در فرکانس های بین ۳۰۰ کیلو هرتز و ۱۰ گیگا هرتز، آهنگ جذب انرژی نباید از حدود تعیین شده برای آن بیشــتر شــود یعنی مقادیر چگالی توان و شــدت میدان باید به گونه ای باشــد که حد آهنگ جذب انرزی رعایت شود.

برای مواردی که فاصله شــخص از منبع پرتو کمتر از ۰/۲ متر اســت. بهتر اســت آهنگ جذب انرژی تعیین شود. چنانچه در مواردی تعیین آهنگ جذب انرژی از لحاظ فنی غیرممکن باشد، اندازه گیری شــدت میدان و یا چگالی تــوان کفایت می کند. حدود آهنگ جذب انــرژی برای پرتوگیری مردم مطابق جدول ۶ است.

جدول ۶ – حدود آهنگ جذب انرژی در پرتوگیری مردم در میدان های مایکروویو و رادیویی

حدود SAR(W/Kg)	شرایط
۰/۰۸	میانگین SAR تمام جرم بدن
۱/۶	میانگین SAR برای هر گرم از سر و گردن
۴	میانگین SAR برای ۱۰ گرم از دست ها و پاها

بهتر اســت در صورت امکان کنترل شود که مقدار متوسط آهنگ جذب انرزی برای چشم ها از ۰/۲ وات بر کیلوگرم تجاوز نکند. این توصیه تا هنگامی که دانشــمندان اطلاعات علمی و مســتدل کافی جدیدی در مورد اثرات پرتوگیری امواج رادیویی بر روی چشم ارائه کنند معتبر می باشد.

پیوســت ۲ – تعیین ناحیه های میدان دور یا نزدیک و تخمین مقادیر شــدت میدان یا چگالی توان

در تخمین مقادیر شــدت میدانهای الکتریکی یا مغناطیســی یا چگالی توان چند عامل مؤثر است. این عوامل عبارتند از:

- قرارگرفتن در ناحیه میدان دور یا ناحیه میدان نزدیک
- استفاده از مدولاسیون پالسی یا عدم استفاده از آن
- استفاده از آنتن ثابت یا آنتن گردان

در ادامهٔ این مبحث تأثیر هر یک از این عوامل در محاسبات بررسی می شود.

۲- الف نواحی میدان دور و نزدیک

دستگاههای رادیویی ممکن است ویژگی های کاملاً متفاوتی داشته باشند.

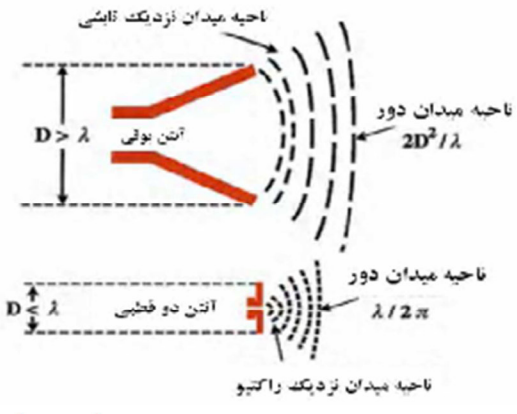
بـه منظـور ارزیابی پرتوگیری اشـخاص و حفاظت در مقابـل پرتوگیریهای خطرناک دسـتگاههای رادیویی به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

الف. آنتنهای کوچک، به معنای آنتنهایی که ابعاد آنها کمتر از طول موج پرتو ثابتی است.

ب. آنتنهای بزرگ، به معنای آنتنهایی که ابعاد آنها بیشتر از طول موج پرتو تابشی است.

ج. منابعی که تولید میدانهای نشتی میکنند، مانند گرمکنندههای دیالکتریک رادیویی، گرمکنندههای القایی رادیویی، اجزای رادار (به جز آنتن).

فضـای اطـراف یک آنتن معمولاً به دو ناحیه تقسـیم می شـود: ناحیه میدان نزدیـک و ناحیه میدان دور(شکل ۳):



شکل ۳- میدان دور و میدان نزدیک در اطراف آنتن

ناحیه میدان نزدیک خود به دو منطقه تقسیم می شود که عبارتند از: ناحیه میدان نزدیک راکتیو (reactive) و ناحیه میدان نزدیک تابشی (radiating). درست در کنار آنتن ناحیهای که در آن میدان القایی (reactive) وجود دارد به عنوان ناحیه میدان نزدیک راکتیو شناخته می شود. قسمت اعظم انرژی الکترومغناطیسی در این ناحیه تابش نمی شود بلکه ذخیره می شود. در فواصل خیلی کم از آنتن میدان نزدیک راکتیو به طور قابل ملاحظهای با افزایش فاصله کاهش مییابد. در فواصل کمی بیشتر میدان نزدیک تابشی غالب است. در ناحیه میدان نزدیک تابشی، انرژی منتشر میشود. در این ناحیه موج تخت وجود ندارد.

بعد از میدان نزدیک تابشی، ناحیه میدان دور قرار دارد که در آن شدت میدان یا عکس فاصله تغییر میکند.

۲ -الف -۱ تعیین شدت میدان نزدیک و میدان دور برای آنتنهای کوچک

آنتنی که بزرگترین بعد آن از طول موج تابشی کوچکتر باشد به عنوان آنتن کوچک شناخته میشود. رزوناتورهای دو قطبی(resonant dipoles) . آنتنهای yagl و log -priodic مثالهایی از این نوع آنتن هستند. شعاع میدان نزدیک راکتیو آنتنهای کوچک، از کنار آنتن از فرمول زیر به دست می آید:

$$R_S = \frac{\lambda}{2\pi} \qquad (۲۲)$$

که در آن:

R_S = شعاع ناحیهٔ میدان نزدیک راکتیو و

λ = طول موج تابشی است.

فرمول کلی برای تخمین شدت میدان در ناحیه میدان نزدیک آنتنهای کوچک وجود ندارد. البته برای برخی از آنها مانند آنتنهای دبیل یا مونوپل فرمولهای خاصی وجود دارد. لذا به طور کلی برای اغلب آنتنهای کوچک، تخمین پرتوگیری (در ناحیه میدان نزدیک) با استفاده از محاسبات بسیار پیچیده است. اندازهگیری در این ناحیه تنها روش عملی برای تعیین شرایط پرتوگیری است.

۳ -الف -۲ تعیین شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی در نواحی میدان نزدیک و میدان دور برای آنتنهای بزرگ

آنتنهایی که بزرگترین بعد آنها از طول موج تابش آنها بزرگتر است به عنوان آنتنهای بزرگ شناخته

میشوند. مثال هایی از این نوع آنتن عبارتند از، آنتنهای بوقی، آنتنهای بشقابی و ....

در این نوع آنتنها، ناحیه میدان نزدیک متشکل از دو ناحیه است. ابتدا ناحیه میدان نزدیک راکتیو است که شعاع آن از فرمول ۲۳ به دست میآید و به دنبال آن ناحیه میدان نزدیک تابشی قرار دارد. در میدان نزدیک تابشی، شدت میدان لزوماً با فاصله از آنتن کاهش نمییابد. و ممکن است به صورت نوسانی رفتار کند.

برای آنتنهای بزرگ، شعاع ناحیه میدان نزدیک نسبت به آنتن از فرمول زیر تخمین زده میشود:

$$R_f = \frac{۲D^2}{\lambda} \qquad (۲۳)$$

که در آن:

R_f = فاصله ای که میدان دور از آن جا شروع می شود:

D = بزرگترین بعد آنتن و

λ = طول موج تابشی است.

در این فاصله، بیشترین اختلاف فاز امواج الکترومغناطیسی که از نقاط مختلف روی آنتن میآیند ۲۲/۵ درجه است.

در عمل شعاع میدان نزدیک آنتنهای بزرگ (مثلاً آنتن های بشقابی)، به جای فرمول ۲۳ از فرمول زیر محاسبه میشود:

$$R_f = 0/5\frac{D^2}{\lambda} \qquad (۲۴)$$

که در آن:

R_f = فاصله ای که میدان دور از آن جا شروع می شود:

D = بزرگترین بعد آنتن و

λ = طول موج تابشی است.

بیشترین مقدار چگالی توان آنتن های بوقی و آنتنهای بشقابی برای فواصل کمتر از R_f یا در ناحیه میدان نزدیک یا فرمول زیر تخمین زده می شود:

$$W_w = ۴\frac{P_r}{\lambda} \qquad (۲۵)$$

که در آن:

W_m = بیشترین مقدار چگالی توان بر حسب وات بر مترمربع:

p_r = توان خالص ارسال شده روی آنتن بر حسب وات و

A = مساحت فیزیکی دهانه (aperture) آنتن بر حسب متر مربع است.

تقریباً در انتهای ناحیه میدان نزدیک تابشی و در میدان دور، فرمول های زیر بین شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و چگالی توان برقرار است:

$$\frac{E}{H} = \eta \qquad (۲۶)$$

$$W = \frac{W^2}{\eta} = H^2 \eta \qquad (۲۷)$$

که در آنها:

E= شدت میدان الکتریکی بر وات بر متر $(\frac{V}{m})$

H= شدت میدان مغناطیسی به آمپر بر متر $(\frac{A}{m})$

W= چگالی توان به وات بر مترمربع $(\frac{W}{m^2})$ و

η = امپدانس مشخصه محیط است η برای فضای آزاد مساوی ۳۷۷ اهم است.

در ناحیه میدان نزدیک، چگالی توان (W) روی محور باریکه اصلی با فرمول زیر محاسبه می شود:

$$W = \frac{P_t G}{(4w^2)} \qquad (۲۸)$$

که در آن:

r= فاصله از آنتن به متر:

p_t= توان ارسال شده روی آنتن به وات و

G= بهرهٔ آنتن است.

از فرمول ۲۸ میتوان برای تخمین چگالی توان در فاصلههای بیشتر از (فرمول ۲۳ یا ۲۴) استفاده کرد. برای فواصل تقریباً مساوی در میدان دور، مقدار به دست آمده برای چگالی توان کمی بیشتر از مقدار واقعی چگالی توان است. البته تفاوت آن با مقدار واقعی از ۰/۸ دسی بل یا ۲۰٪ مقدار واقعی بیشتر نیست. بهره آنتن با معادله زیر به ابعاد آنتن مرتبط می شود:

$$G = \frac{4xA_2}{\lambda^2} \qquad (۲۹)$$

که در آن:

$A_4 = EA$ =سطح مؤثر آنتن:

A= مساحت دهانه فیزیکی آنتن به متر مربع:

E= بازده آنتن (معمولاً ۰/۷۵< ج<۰/۵ (antenna efficiency) و

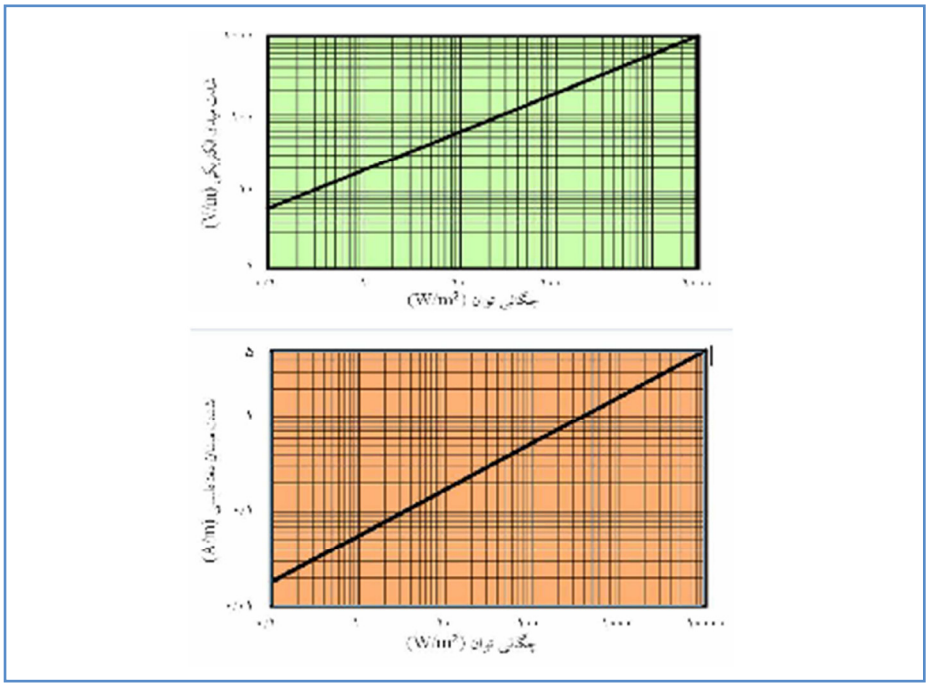
λ = طول موج به متر است.

برای تعیین شـدت میدان الکتریکی و شـدت میدان مغناطیسی و چگالی توان در میدان دور میتوان از فرمولهای (۲۷ و ۲۸) استفاده کرد.

منحنی های شکل (۴) شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی را در خلاء یا تقریباً هوا بر حسب چگالی توان نشان داده است.

معادلات (۲۶ الی ۲۸) برای تخمین چگالی توان و شدت میدان در ناحیه میدان دور در بدترین شرایط

شکل ۴ – منحنیهای شدت میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی بر حسب چگالی توان



در جایی که بیشـترین بهره توان اعمال شـده اسـت، به کار می رود. اغلب امکان پیش بینی ماگزیمم شـدت میدان درون و اطراف سـایت ممکن نیسـت زیرا میدان های رادیویی و مایکروویو می توانند جذب، منعکس یا پراشیده شوند، لذا تنها راه تعیین مقدار واقعی آنها، اندازه گیری است.

۲ -الف -۳ منابع مولد میدان های نشتی

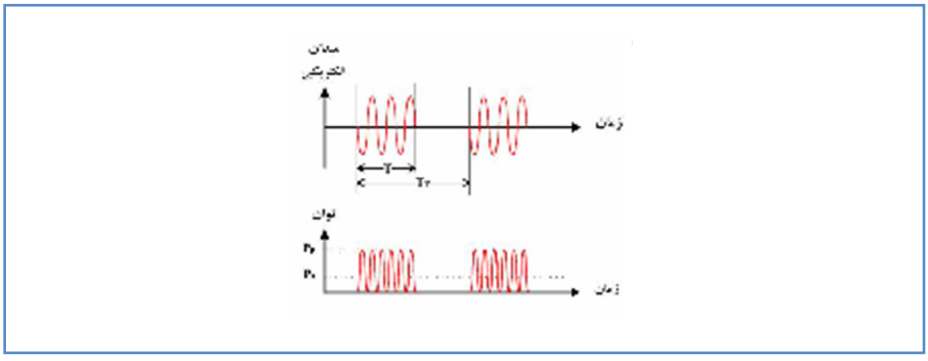
در مورد پرتوهای نشـتی اطراف دستگاههای رادیویی، هیچ روشی برای تخمین شدت میدان و یا نوع میدان نزدیک وجود ندارد.

۲ -ب مدولاسیون پالسی

یک موج با مدولاسیون پالسی در شکل (۵)، نشان داده شده است.

اغلب امواج تابشی رادارها مانند شکل ۵ است.

شکل ۵ – موج یا مدولاسیون پالسی



ضریب اشغال (duty factor) به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$F = \frac{T}{T_r} = T.f_p \qquad (۳۰)$$

که در آن:

F_p = فرکانس تکرار پالس،

T= عرض پالس به ثانیه و

T_r= دوره یا پریود پالس ها به ثانیه است.

فرکانس تکرار پالس برابر است با:

$$f_f = \frac{1}{r_r} \qquad (۳۱)$$

توان متوسط برای یک موج پالس با فرمول زیر محاسبه می شود:

$$P_a = P_p F \qquad (۳۲)$$

که در آن:

P_p= ماگزیمم توان به وات و

F= ضریب اشغال است.

همچنین چگالی توان متوسط از فرمول زیر به دست می آید:

$$W_a = W_p F \qquad (۳۳)$$

که در آن:

W_ρ = ماگزیمم چگالی توان به وات بر متر مربع و

F = فاکتور اشغال است.

۲ - ج آنتن های جاروب کننده(گردان)

بـرای تخمین چگالی توان مؤثـر یک آنتن گردان از یک نقطه ثابت، چگالی توان مؤثر آنتن از همان نقطه در شرایطی که آنتن ثابت است اندازهگیری میشود و سپس از فرمول ۳۴ استفاده میشود.

$$W_m = KW_2 \qquad (۳۴)$$

که در آن:

W_m = چگالی توان مؤثر برای آنتن متحرک بر حسب وات بر متر مربع:

K = ضریب کاهش مربوط به گردش آنتن و

W_2 = چگالی مؤثر توان اندازهگیری شده روی محور بیم برای آنتن ثابت در فاصله مورد نظر بر حسب وات بر متر مربع است.

ضریب K در ناحیه میدان نزدیک از فرمول زیر به دست می آید.

$$K = \frac{a}{R_\Phi} \qquad (۳۵)$$

$$R_\Phi = r\Phi \qquad (۳۶)$$

که در آنها:

a= بعدی از آنتن که در صفحه جاروب قرار دارد به متر:

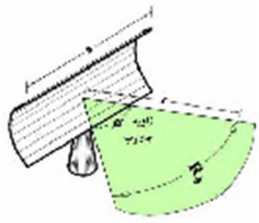
r= فاصله از آنتن:

R_Φ = محیط قطاع جاروب شده توسط آنتن در فاصله مشخص (r) بر حسب متر و

Φ = زاویه جاروب به رادیان است(شکل ۶)

ضریب K در ناحیه میدان دور از فرمول زیر به دست می آید:

شکل ۶ - آنتن گردان



K = پهنای باریکه dB۲ (۳۷)

زاویهٔ جـــاروب

۲ -د چند مثال از تخمین مقادیر شدت میدان

مثال ۱ : محاسبه کمترین فاصله ای که پرتوگیری ها کمتر از حد است.

یک آنتن سهمی گون یا قطر ۰/۵ متر، فرکانس ۱۲۰۰ مگاهرتز با $P_r.G=W_{50}$ در ناحیه ای که مردم

در آن تردد می کنند، نصب می شـود. کمترین فاصله از آنتن بـرای اینکه پرتوگیری کمتر از حدود پرتوگیری مردم باشد چقدر است؟

حد چگالی توان برای مردم از جدول ۳ به دست می آید. $W_{itni} = \frac{f}{200} = \frac{1200}{200} = 6\frac{W}{m^2}$

بااستفاده از فرمول ۲۸ و قراردادن W_{itni} به جای W، کمترین فاصله از آنتن برای این که پرتوگیری کمتر از حدود پرتوگیری مردم باشد به دست می آید.

$$r_{min} = \left[\frac{P_r.G}{(4xW_{Ine}}\right]^{0/5} = \left[\frac{50}{4*3/14*6}\right]^{0.3} = 0/814m$$

برای اطمینان از اینکه فاصله فوق در ناحیه میدان دور است به صورت زیر عمل می شود:

ابتدا طول موج تعیین می شود. $\lambda = \frac{300}{f} = \frac{300}{1200} = 0/25m$

از آنجایی که بعد آنتن از طول موج بیشتر است، آنتن بزرگ محسوب می شود، بنابراین شروع ناحیه میدان دور با استفاده از معادله ۲۴ به صورت زیر به دست می آید: $R_f = \frac{۰/۵D^۴}{\lambda} = \frac{۰/۵(۰/۵)^۴}{۰/۲۵} ۰/۵m$

مثال ۲ : حداکثر چگالی توان در مقابل آنتن یک رادار در ناحیه میدان نزدیک با مشخصات زیر تقریباً چقدر است؟

فرکانس رادار $f = ۱\ GHZ$

حداکثر توان فرستنده $P_p = ۱MW$

عرض پالس $T = ۳\mu S$

فرکانس تکرار پالس $f_p = ۴۰۰Hz$

قطر آنتن $D = \Delta m$

مراحل محاسبهٔ حداکثر چگالی توان به شرح زیر است:

با استفاده از معادلهٔ ۲۴: فاصله شروع میدان دور $R_f = \frac{۰/۵D^۲}{\lambda} = ۴۱۷m$

با استفاده از معادلهٔ ۳۰: ضریب اشغال $A = \frac{\pi D^۲}{۴} = ۱۹/۶۳m^۴$

با استفاده از معادلهٔ ۳۲: میانگین توان منتقل شده به آنتن $F = Tf_{ء} = ۱/۲KW$

۱/۲ کیلو وات همان توان ارسالی روی آنتن یا $P_۲$ است.

با استفاده از معادلهٔ ۲۵:

$W_m = \frac{۴P_۲}{\lambda} = ۲۴۴/۵ \frac{W}{m^۲}$ حداکثر چگالی توان در میدان نزدیک آنتن باید از پرتوگیری افراد در میدان نزدیک این آنتن ممانعت شود یا زمان قرارگرفتن شخص در این میدان محدود شود، زیرا چگالی توان به دست آمده از حد پرتوگیری مردم در این فرکانس یعنی $\frac{W}{m^۲}$ ۱ و نیز حد پرتوگیری شغلی یعنی $\frac{W}{m^۲}$ ۵ بیشتر است.

مثال ۳: چگالی توان مؤثر را در فاصله ۱۰ و ۳۰ متری از یک آنتن گردان با مشخصات زیر به دست آورید:

$\frac{W}{m^۲}$ ۱۰۰ = چگالی توان در فاصله ۱۰ متری آنتن در حالی که آنت ثابت است.

$\frac{W}{m^۲}$ ۲۰ = چگالی توان در فاصله ۱۰ متری آنتن، در حالی که آنتن ثابت است.

۲۰m= فاصله شروع میدان دور

رادیان a۲=۳۶۰°= ϕ زاویه گردش آنتن

ارتفاع ۱۰/۱۶ سانتیمتر و پهنای ۲ متر (a,b) ابعاد دهانه آنتن

۱/۲۳° افقی و ۲۵° عمودی، پهنای بیم

محاسبات:

۱- فاصله ۱۰ متری در ناحیه میدان نزدیک است، در این مکان:

محیط قطاع جاروب شده m $R_\phi = ۲\pi \times ۱$ با استفاده از معادلهٔ ۳۶:

محیط قطاع جاروب شده

ضریب کاهش مربوط به گردش آنتن $K = \frac{a}{R_\phi} = \frac{۲}{۲\pi \times ۱} = \frac{۱}{۱\ \pi}$ با استفاده از معادلهٔ ۳۵:

ضریب کاهش مربوط به گردش آنتن

چگالی مؤثر توان وقتی که آنتن $W_m = KW_2 = \frac{۱}{۱,\pi} \times ۱۰۰ = ۳/۲ \frac{W}{m^۲}$ با استفاده از معادلهٔ ۳۴:

میچرخد

۲- فاصله ۳۰ متری در ناحیه میدان دور است:

با استفاده از معادلهٔ ۳۷:

$$K = \frac{۲db}{\text{پهنای بیم زاویهٔ جاروب}} = \frac{1/23^\circ}{36^\circ}$$

با استفاده از معادلهٔ ۳۴:

$$K_m = KW_n = \left(\frac{۱/۲۳}{۳۶۰}\right)(۲۰) = ۰/۰۷\frac{W}{m^۲}$$ چگالی مؤثر پرتو وقتی که آنتن می چرخد.

پیوست ۳ - اندازهگیری پرتوهای رادیویی و مایکروویو و ارزیابی نتایج اندازهگیری

در اندازهگیری پرتوهای مایکروویو و رادیویی، بسته به شرایط میدان مورد اندازهگیری باید دستگاه اندازهگیری مناسب و صحیح انتخاب شود. همچنین هنگام اندازهگیری باید نکات ویژهای رعایت شود. پس از اندازهگیری ارزیابی مقادیر صورت میگیرد و نتیجهگیری انجام میشود.

۳- الف اندازهگیری شدت میدان الکتریکی با شدت میدان مغناطیسی یا چگالی توان

۳ - الف ۱۰ - ویژگیهای اصلی دستگاه اندازهگیری

- محیط اطراف یک دستگاه رادیویی به دو ناحیه میدان نزدیک و میدان دور تقسیم میشود. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به پیوست ۲ مراجعه شود. در بسیاری از بازرسیها، شدت پرتو در ناحیه میدان نزدیک اندازهگیری میشود. در اندازهگیری میدان نزدیک یک آنتن یا در فواصل نزدیک نسبت به دستگاه رادیویی باید هر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی را اندازهگیری کرد. چنانچه برای اندازهگیری میدان مغناطیسی در فرکانس های خاصی، دستگاه اندازهگیری موجود نباشد الزاماً باید به اندازهگیری شدت میدان مغناطیسی و یا چگالی توان کافی است.

- بسیاری از دستگاههای اندازهگیری بر حسب چگالی توان مدرج شده اند اما در واقع یکی از کمیتهای شدت میدان الکتریکی یا شدت میدان مغناطیسی را اندازهگیری میکنند. در میدان نزدیک چگالی توان برای ارزیابی میزان پرتوگیری قابل استفاده نیست بلکه در این شرایط باید با مراجعه به راهنمای دستگاه مورد استفاده مقدار شدت میدان الکتریکی یا شدت میدان مغناطیسی تعیین شود.

- چنانچه محدودهٔ فرکانسی دستگاه اندازهگیری، از پهنای فرکانسی میدان رادیویی مورد اندازهگیری

کوچکتر باشد برای اندازهگیری میدان باید از چند دستگاه اندازهگیری استفاده شود به نحوی که اندازهگیری در تمام محدودهٔ فرکانسی میدان انجام شود.

– گاهی پرتوهای تابش شده از چند دستگاه رادیویی همزمان در یک محیط وجود دارد و در این شرایط تعیین شدت میدان و چگالی توان در ارتباط با هر منبع کار دشواری است. لذا باید از دستگاه (یا دستگاههای) اندازه گیری استفاده شود که کل محدوده فرکانسی را پوشش دهد.

– اغلب، جهتبردارهای میدانهای الکترومغناطیسی در میدانهای رادیویی مورد بررسی مشخص نیست لذا باید از دستگاه اندازهگیری با آشکارساز سه جهته استفاده شود. چنانچه آشکارساز دستگاه اندازه گیری یک جهته باشد، باید اندازهگیری در سه جهت دو به دو عمود بر هم انجام شود و سپس با استفاده از محاسبات زیر شدت میدان یا چگالی توان در یک نقطه محاسبه گردد.

$$E = \left[E_1^2 + E_2^2 + E_3^2\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۳۸)$$

یا

$$H = \left[H_1^2 + H_2^2 + H_2^3\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۳۹)$$

یا

$$W = W_۱ + W_۲ + W_۳ \qquad (۴۰)$$

که در آنها:

W, H, E = شدت میدان الکتریکی کل، شدت میدان مغناطیسی کل و چگالی توان کل و

W_1, H_1, E_4 = مقدار شدت میدان الکتریکی یا شدت میدان مغناطیسی یا چگالی توان در هر جهت است.

– در انداره گیری میدان های پالسی یا با مدولاسیون فرکانس یا دامنه، باید دقت شود که دستگاه اندازه گیری انتخاب شده توانایی اندازه گیری چنین میدان هایی را داشته باشد.

– هر دستگاه اندازه گیری باید حداقل هر سال یکبار کالیبره شود (پیوست ۷) و صحت عملکرد آن نیز مرتب کنترل شود.

– به دلیل محدودیت های دستگاههای اندازه گیری، اندازه گیری پرتوهای اطراف دستگاههای رادیویی با آنتن گردان باید در حالتی انجام شود که آنتن آنها ثابت شده است و آنگاه با استفاده از روش مطرح شده در پیوست ۲ شدت میدان در شرایطی که آنتن می چرخد محاسبه شود.

– برای اندازه گیری میدان نزدیک باید از دستگاه اندازه گیری مناسب برای این امر استفاده شود و

ضمناً بسیار دقت شود که اشیاء و اشخاص حاضر در محیط سبب تخریب میدان موجود نشوند. مثلاً قرائت گر دستگاه اندازه گیری یا کسانی که در اندازه گیری حضور دارند می توانند سبب تخریب میدان و تغییر مقدار واقعی آن شوند.

۳ -الف -۲ میانگینگیری فضایی

در بازرسی از میدانهای رادیویی، در مکانهای تردد مردم، بیشترین شدت میدان باید مشخص شود. حتی در میدان دور آنتنها، شدت میدان در سطحی به اندازهٔ سطح مقطع بدن انسان میتواند یکنواخت نباشد و در نقاط مختلف تفاوتهایی مشاهده شود زیرا انعکاسات از سطوح و زمین میتواند روی مقدار میدان تأثیر بگذارد، لذا میانگینگیری فضایی در اغلب موارد باید انجام شود.

اغلب پرتوگیری افراد هنگام کار در میدانهای رادیویی، در میدان نزدیک و در جایی که میدان یکنواخت نیست روی می دهد. روش اندازهگیری و به دست آوردن میانگین فضایی شدت میدان در چنین شرایطی به شرح زیر است:

الف. در ناحیه استقرار هر فرد جایی که میدان در انجا بیشینه است مشخص شود.

ب. مستطیلی با عرض ۰/۳۵ متر و ارتفاع ۱/۲۵ متر تقریباً در فاصلهٔ یک متر از سطح زمین در نظر گرفته شود به نحوی که نقطهٔ به دست آمده در قسمت (الف) روی آن مستطیل قرار گیرد. در این مستطیل به جز نقطهٔ فوق چند نقطهٔ دیگر به صورت ماتریسی و تقریباً با فواصل یکسان از هم در نظر گرفته شود (شکل ۳)

ج. شدت میدان در تمام نقاط در نظر گرفته شده در قسمت (ب) اندازهگیری شود.

د. میانگین فضایی شدت میدان، با استفاده از اعداد به دست آمده در قسمت (ب)، با فرمول زیر محاسبه شود.

$$F = \left[\frac{1}{n} \sum_{|\pi|}^{\pi} F_1^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۴۰)$$

که در آن:

F= میانگین فضایی شدت میدان مورد اندازه گیری(E یا H)

F_1=شدت میدان در نقطه ۱ ام(شکل ۲) و

n= تعداد نقاط اندازه گیری است.

اندازه گیری جریان های تماسی و القایی

در میدان نزدیک بهتر است علاوه بر اندازه گیری شدت میدان های الکتریکی و مغناطیسی، جریان های تماسی و القایی نیز اندازه گیری شود.

۳ -ب -۱ اندازه گیری جریان تماسی

میدان های رادیویی می توانند در اجسام فلزی غیرمتصل به زمین یا اجسام فلزی که اتصال ضعیفی به زمین دارند مانند ماشین ها، واگن ها، اتوبوس ها یا توری های فلزی، پتانسیل الکتریکی متناوب ایجاد کند. در اثر تماس با این وسایل جریان الکتریکی با فرکانس رادیویی بین بدن شخص و زمین برقرار می شود. شدت جریان به شکل و اندازه شی و فرکانس و شدت میدان و همینطور امپدانس بدن شخص بستگی دارد. امپدانس بدن شخص نیز به قد و وزن و ساختار بافت بدن او و نوع تماس او با شی(سطح تماس، محل تماس، خشک یا مرطوب بودن پوست) و نیز نوع کفشی که پوشیده است بستگی دارد. امپدانس بدن در فرکانس های مختلف میدان های رادیویی متفاوت است. چنانچه جریان بیشتر می تواند دردناک باشد و سبب آسیب دیدن شخص (مثل سوختگیهای موضعی، اشکال در سیستم تنفس، مشکلات قلبی) شود. در فرکانس های کمتر از ۱۰۰ کیلوهرتز حس کردن جریان به صورت حس سوزش و خارش در نوک انگشتان یا دست یا قسمتی است که با شی تماس دارد. در فرکانس های بیشتر احساس گرما نیز روی می دهد. شدت آستانه جریان برای احساس درد در شرایط مختلف اندازه گیری شده است.

عبور جریانهای تماسی کمتر از حدود مشخص شده در بند ۵ -۱ -۴ از بدن پرتوکاران میدانهای رادیویی و مایکروویو، ممکن است احساس شود ولی دردناک نیست. زنان به دلیل حساسیت بیشتر شدت جریانهای کمتری را میتوانند احساس کنند. معمولاً شدت جریانهای کمتر از حدود مشخص شده در بند ۵ -۱ -۴ احساس نمیشود. برای تعیین حد شدت جریان برای کودکان از برونیابی نتایج بزرگسالان استفاده شده است. برای ارزیابی جریان تمسی و مطابقت آن با حدود مشخص شده در بندهای ۵ -۱ -۴ و ۵ -۲ -۴ باید از دستگاههای مخصوص اندازهگیری این جریانها که انواع تجاری آن موجود است، استفاده شود.

برای تعیین شدت جریان تماسی، مدارهای الکترونیکی خاصی که امپدانس آنها مساوی امپدانس بدن انسان است، با اشیاء رسانایی که در میدان رادیویی دارای انرژی پتانسیل شدهاند و به زمین وصل نیستند، تماس داده میشوند.

۳ -ب -۲ اندازه گیری جریان القایی

در میدان رادیویی حتی در صورت عدم تماس شخص با اشیاء فزی، جریان القایی میتواند در بدن شخص ایجاد شود. جریان القایی در دو یا از دو طریق قابل اندازهگیری است. در یک روش با استفاده از یک کوپل مخصوص جریان القایی در بدن اندازهگیری میشود. در روش دیگر از دو صفحه رسانای موازی که سطح آنها عایق بدنی شده است و یکی از آنها روی دیگری قرار دارد استفاده میشود. دو صفحه روی سطح مسطحی قرار میگیرد و شخص یا آنتنی که معادل بدن شخص عمل میکند روی صفحه بالایی قرار میگیرد. مقاومتی با اندوکتانس کم بین دو صفحهٔ موازی قرار دارد و جریان گذرنده از این مقاومت در اثر وجود اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ موازی، مقدار جریان القایی را تعیین میکند. برای اندازهگیری جریان القایی و مطابقت با حدود آن باید از دستگاههای مخصوص اندازهگیری جریان القایی استفاده شود. شخص یا آنتنی که به جای او به کار میرود باید روی صفحهٔ دستگاه اندازهگیری جریان القایی قرار گیرد و اندازهگیری انجام شود.

پیوست ۴ - انواع علائم هشدار و خطر

در مراکز کار با پرتوهای مایکروویو و رادیویی بسته به میزان خطرناکی دستگاه یا موقعیت، سه نوع علائم هشدار به کار میرود. اندازه علائم باید با شرایط استفاده آن متناسب باشد به گونهای که به راحتی قابل رؤیت باشد. ویژگی های این سه نوع علامت هشدار به شرح زیر است.

- علامت «احتیاط» به رنگ سیاه و روی زمینه زرد است.

این علامت معمولاً برای تعیین مرز نواحی به کار نمی رود، اما روی دستگاه رادیویی نصب می شود. این علامت معمولاً جزو برچسب همه دستگاههای رادیویی است، به عنوان مثال روی فرهای مایکروویو نصب می شود.

- علامت «هشدار» به رنگ سیاه و روی زمینه نارنجی است.
- علامت «خطر» به رنگ سیاه و روی زمینه قرمز است.

علامتهای هشدار و خطر ریسک خطر بالاتر را نشان میدهند و برای مرزبندی نواحی به کار می روند.

شکل ۷ - علائم احتیاط، هشدار و خطر

پیوست ۵ - پرتو X

عموماً همه سیستمهای با توان بالا که فرستنده یا تقویتکنندهٔ آنها با ولتاژ بالا (بیشتر از ۲۰ کیلو ولت) کار میکند قابلیت تولید اشعه را دارند. نظر به اینکه دستگاههای رادیویی با توان بالا نیاز به تغذیه با ولتاژ بالا دارند، چنانچه براساس اطلاعات ارائه شده توسط سازنده دستگاه و یا با هر روش دیگری مشخص شود که دستگاهی اشعه ایکس تولید میکند رعایت موارد زیر ضروری است:

- بازرسی لازم جهت حصول اطمینان از کارآیی حفاظ ایکس دستگاههای رادیویی انجام شود؛
- در شرایطی که حفاظ ایکس نصب شده است، پرتوی ایکس اطراف دستگاه اندازهگیری شود و نتایج حاصل با حدود ذکر شده در استانداردهای مربوطه مقایسه شود. انجام این اندازهگیری و ارزیابی نتیجه باید توسط شخص صلاحیتداری که گواهینامهٔ دورهٔ مقدماتی حفاظت در برابر اشعه را دارد صورت گیرد؛
- دستگاههایی که برای اندازهگیری پرتوهای یونساز در میدانهای رادیویی به کار میرود نباید نسبت به پرتوهای الکترومغناطیسی در فرکانسهای رادیویی و مایکروویو حساس باشد و این پرتوها نباید تأثیری بر قرائت آنها داشته باشد. و روش بازرسی در ارتباط با پرتوی ایکس و ثبت نتایج و ارزیابی آنها باید در مرکز نگهداری شود.

پیوست ۶ - مثال هایی از بررسی نتایج اندازه گیری شاغلین

مثال ۱: مقادیر متوسط شدت مؤثر میدان الکتریکی در فرکانسهای مختلف برای یک پرتوکار میدان رادیویی، مطابق جدول زیر فرض میشود. حد شدت مؤثر میدان الکتریکی برای هر فرکانس نیز تعیین شده است و R_f (فرمول ۸) برای هر مورد در همان سطر جدول آمده است.

R_f	حد E در همان فرکانس به $\frac{V}{m}$	متوسط E اندازهگیری شده به $\frac{V}{m}$	فرکانس به MHZ
۰/۲۴	۶۱	۳۰	۲۰
۰/۴۳	۶۱	۴۰	۹۰
۰/۶۷	۶۱	۵۰	۱۵۰
۰/۳۰۸	$۳\sqrt{f}=۱۰۸$	۶۰	۱۳۰۰

از آنجایی که $\sum R_f = ۱/۶۴$ (فرمول ۷) از یک بیشتر است کارکردن شخص در میدان فوق با دریافت انواع فرکانس های ذکر شده مجاز نیست.

مثال ۲: شـــخصی که در میدان رادیویی کار میکند در معرض ســـه نوع میدان رادیویی با فرکانســـهای مختلف قرار می گیرد. نتایج اندازهگیریهای انجام شـــده در فرکانســـهای مختلف و محاسبات مربوطه در جدول زیر آمده است.

فرکانس به MHZ	نتیجه اندازه گیری مقادیر متوسط	حد در همان فرکانس	R_f (فرمولهای ۸ و ۹)
۲۷	$H = ۰/۱\frac{A}{m}$	$۰/۱۶\frac{A}{m}$	$\left(\frac{۰/۱}{۰/۱۶}\right)^۲$
۹۱۵	$E = ۳۵\frac{V}{m}$	$۹۰/۷\frac{V}{m}$	$\left(\frac{۳۵}{۹۰/۷}\right)^۲$
۱۰۰۰۰	$S = ۲۰\frac{W}{m^۲}$	$۵۰\frac{W}{m^۲}$	$\frac{۲۰}{۵۰} = ۰/۴$

نظر به اینکه $\sum R_f = ۰/۹۳۹$ (فرمول ۷) کمتر از یک است، کارکردن شخص در میدان فوق به مدت ۸ ساعت در روز بلامانع است.

پیوست ۷ - روش های کالیبره کردن دستگاه های اندازه گیری پرتوهای مایکروویو و رادیویی

اغلب دســـتگاههای اندازهگیری پرتوهای رادیویی و مایکروویو باید حداقل یک بار در ســـال کالیبره شـــوند. البته در صورتی که دســـتگاه وارد میدانهای بسیار قوی شـــود لازم است پس از اندازهگیری و قبل از انجام اندازهگیری بعدی توسط آن دستگاه، دستگاه کالیبره شود. به این منظور سه روش اصلی وجود دارد که بسته به دقت مورد نیاز و امکانات موجود میتوان یکی از آنها را به کار برد.

۷ - الف روش میدان در فضای آزاد

در ایـــن روش، میـــدان رادیویی و مایکروویو در محیطی بدون انعکاس ایجاد میشـــود. شـــرایط ایجاد میدان باید به گونهای باشد که مقادیر شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی در ناحیه معینی از آن دقیقاً محاسبه شود. آنگاه پروب دستگاهی که باید کالیبره شود در آن ناحیه قرار میگیرد و از مقایسه قرائت دســـتگاه اندازهگیری با مقدار واقعی شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی، ضریب کالیبراسیون پروب به دســـت میآید. این روش در محدوده فرکانســـی ۵۰۰ مگاهرتز الی ۴۰ گیگا هرتز قابل استفاده است و معمولاً از دقت خوبی برخوردار اســـت. لیکن تجهیزات لازم برای ایجاد فضای بدون انعکاس اغلب بسیار پرهزینه می باشد.

۷- ب روش کالیبره کردن یا موجبر

در این روش با استفاده از تجهیزات موجبری و یک مولد موج رادیویی و مایکروویو، میدان الکتریکی و مغناطیسی مشخص داخل موجبر ایجاد میشود و پروب دستگاه مورد نظر از طریق حفرهای داخل موجبر قرار میگیرد. از مقایسه قرائت دستگاه با مقدار شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی محاسبه شده در موجبر، ضریب کالیبراسیون به دست میآید. این روش برای فرکانسهای کمتر از ۲/۶ گیگاهرتز قابل استفاده است و معمولاً خطای آن بیشتر از روش میدان در فضای آزاد است ولی هزینه کمتری دارد.

۷- ج روش پروب استاندارد

در محلی که میدان دور وجود دارد، به کمک یک پروب استاندارد و کالیبره شده، شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی اندازهگیری میشود. آنگاه پروب دستگاهی که قرار است کالیبره شود، به جای پروب قبلی قرار میگیرد و از مقایسه قرائت دستگاهها، ضریب کالیبراسیون دستگاه مورد نظر تعیین میشود. این روش در همه فرکانسها قابل استفاده است. روشی بسیار ساده و کم هزینه است. البته بسته به شرایط کار ممکن است خطای کالیبراسیون خیلی کم نباشد اما اغلب میتوان به گونه ای عمل کرد که خطا در محدوده قابل قبول باشد.

مراجع

۱. چوبینه، علیرضا و امیرزاده فرید، کلیات بهداشت حرفه ای، انتشارات کوشا مهر، شیراز، ۱۳۷۸

۲. حلم سرشت پریوش و دل پیشه اسماعیل، بهداشت کار، انتشارات چهر، تهران، ۱۳۶۸

۳. عقیلی نژادماشاءا ... و مصطفایی مسعود، طب کار و بیماری‌های شغلی، جلد اوّل، انتشارات ارجمند، تهران ۱۳۷۹

۴. فروهرمجد فرهاد، ایمنی پرتوی در پزشکی هسته ای، چاپ دوم، انتشارات شهد، ۱۳۸۵

۵. غیاثی نژاد مهدی، کاتوزی مهران، حفاظت در برابر پرتو، انتشارات شرکت سایان،۱۳۸۹

۶. شوشتریان سید محمد، مسعود، بهداشت پرتوها، انتشارات اشراقیه، ۱۳۸۵

7. http://www.aeoi.org.ir/Portal/Home

8. http://www.doe.ir

9. International Commission on Non -ionizing Radiation Protection.Guidelines on Limits of Exposure to Broad -Band Incoherent optical Radiation Health physics. Volume 73, Number 3, 1997

10. Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz - Safety code 6, Canada, 1999

11. International Commission on Non -ionizing Radiation Protection Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics Volume 66, Number 1994

12. International Commission on Non -ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for Limiting Exposure to Time -Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics Volume 74, Number 4, 1998.

13. International Commission on Non -ionizing Radiation Potection.Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 mn and 400 nm (Incoherent OpticalRadiation). Health Physics Volume 87, Number 2, 2004.

14. International Commission on Non -ionizing Radiation Protection.Interim Guidelines on Limits of Human exposure to Airborne Ultrasound. Health Phys-

ics Volume 46, Number 42, 1984.
15. International Non -ionizing Radition Committee of the International Radiation Protection Association (IRPA/INIRC). Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet
16. International Commission on Non -ionizing Radiation Protection.Review of Concepts, Quantities, Units and Terminology for Nonionizing Radiation Protection. Health Physics. Volume 49, Number 6, 1985.