

بخش چهارم

پرتوهای غیر یونساز

# تعاریف

## پرتو ماورای بنفش

ناحیه فعال ماورای بنفش، ناحیه نامرئی است که در ناحیه زیر طول موج آبی طیف مرئی قرار دارد. این ناحیه شامل ۴ قسمت می‌باشد:

۱. ناحیه نور سیاه (۳۲۰-۴۰۰ نانومتر)؛

۲. ناحیه اریتمال (۲۸۰-۳۲۰ نانومتر)؛

۳. ناحیه باکتری کش (۲۲۰-۳۰۰ نانومتر)؛

۴. ناحیه مولد ازن (۱۸۰-۲۲۰ نانومتر).

از منابع مهم تولیدکننده آن خورشید است، که بخش مهمی از این اشعه توسط لایه ازن استراتوسفری جذب می‌گردد و در اثر تخریب لایه ازن، این اشعه خطرناک که ازدیاد آن منجر به سرطان پوست می‌شود به زمین می‌رسد. منابع عمده تولیدکننده این اشعه لامپ‌های پرفشار یا کم فشار بخار جیوه، فلورسنت‌ها، دستگاه‌های جوشکاری و اشعه لیزر هستند. ناحیه ماورای بنفش نزدیک یا نور سیاه سبب عکس‌العمل شیمیایی می‌شود و از تأثیر این نور به بعضی از مواد نور ایجاد می‌گردد.

## ۱- اثرات فیزیولوژیکی اشعه ماورای بنفش

### الف) سرخی و سوختگی پوست

طول موج‌های کمتر از ۳۲۰ نانومتر ابتدا سبب قرمزی پوست و سپس سبب سوختگی آن می‌شوند. علایم سوختگی ممکن است از قرمز شدن تا تاول زدن پوست و یا پوسته پوسته شدن آن ادامه یابند. برحسب نوع پوست بدن این تأثیرات متفاوت است مثلاً سیاه‌پوستان نسبت به سفیدپوستان در برابر این پرتوها مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند.

### ب) سرطان‌زایی

هرگاه پوست به مدت طولانی در معرض این اشعه قرار گیرد، می‌تواند منجر به سرطان پوست شود. زیرا این پرتوها بر DNA سلول تأثیر می‌گذارند. این اثر در کشاورزان، کارگران ساختمانی و یا افرادی که به مدت زیاد در معرض تابش

آفتاب بوده‌اند، دیده شده است. این اثرات در تابش‌هایی با طول موج کوتاه‌تر از ۳۲۰ نانومتر مشاهده می‌شوند.

### پ) اثر بر چشم‌ها

اگر چشم به مدت طولانی در معرض تابش اشعه ماورای بنفش قرار گیرد، به ورم ملتحمه و قرنيه مبتلا می‌شود. طول موج پرتوهایی که آسیب‌های پوستی را به وجود می‌آورند، می‌توانند منجر به ورم ملتحمه شوند. شدیدترین آسیب تابش را می‌توان در طول موج ۲۲۸ نانومتر به چشم رساند. آبریزش چشم و حساس شدن به نور نیز از علائم سوء آن می‌باشد. این علائم نزد جوشکاران به کرات مشاهده شده‌اند. اثرات حاد این اشعه در چشم، ورم ملتحمه و قرنيه بوده و اثرات مزمن آن بیماری کاتاراکت است.

ناحیه اریتمال سبب آفتاب‌سوختگی یا برونزه شدن پوست می‌شود. این ناحیه از اشعه ماورای بنفش، کلسترول بدن را به فعالیت وا می‌دارد تا ویتامین D بسازد.

ناحیه ماورای بنفش دور یا ناحیه باکتری‌کش برای تمامی میکروارگانیزم‌ها مرگ‌آور است و از ویژگی‌های آن امکان تولید نور در بعضی از مواد و ایجاد اریتم پوست است.

انرژی ماورای بنفش در زیر ناحیه باکتری‌کش تولید ازن می‌کند.

پرتوگیری در ناحیه ۳۱۵-۱۸۰ نانومتر که به آن ناحیه طیفی اکتیو می‌گویند، سبب تغییرات شیمیایی در پوست می‌گردد.

### ۲- منابع انرژی ماورای بنفش

- ✓ در لامپ‌های ملتهب (درجه حرارت ۳۰۰۰ درجه کلوین)، انرژی ماورای بنفش ۱٪ انرژی طیف مرئی است؛
- ✓ لامپ‌های فلورسنت، مقداری اشعه ماورای بنفش به ویژه در طول موج ۳۶۵/۲ نانومتر، تخلیه جیوه منتشر می‌کنند؛
- ✓ منابع روشنایی معمولی را به عنوان مولدهای مؤثر جهت تشعشع ماورای بنفش به کار می‌برند؛
- ✓ در اثر ایجاد قوس در محفظه جیوه، انرژی ماورای بنفش همراه با نور منتشر می‌گردد؛
- ✓ لامپ‌های جیوه‌ای با محفظه کوارتز در فشار کم در حدود ۸۵٪ از مجموع انرژی نورانی و ماورای بنفش را در طیف ماورای بنفش تولید می‌کنند؛
- ✓ قوس‌های کربن برای تولید اشعه ماورای بنفش به کار می‌روند؛
- ✓ منابع تابشی تخلیه بخار و گاز، قوس‌های جوشکاری و تابش خورشیدی نیز از منابع تولید ماورای بنفش می‌باشند.

### ۳- محافظت از اشعه ماورای بنفش

- ✓ محافظت چشم؛ برای کسانی که در معرض تشعشع مستقیم یا منعکس شده اشعه ماورای بنفش قرار می‌گیرند، محافظت چشم امری ضروری است (به ویژه اشعه ماورای بنفش با طول موج کم). در صورتی که تشعشع شدید باشد و یا لازم باشد مدتی به آن خیره شد باید عینک‌های مخصوص به کار برد. عدم توجه سبب تورم و آماس‌های دردناک در قسمت‌های مختلف چشم می‌شود.
- ✓ محافظت پوست؛ برای کسانی که در معرض این اشعه قرار دارند احتمال بروز سرطان پوست وجود دارد و یا منجر به اریتم پوست می‌گردد. تشعشع در ناحیه طول موج‌های (۳۱۵-۲۸۰ نانومتر) UV-B، اثراتی در پوست انسان ایجاد می‌کند که آن را آفتاب‌زدگی، اریتم، درایت گویند و همین تشعشع در بدن ویتامین D ایجاد می‌کند.

#### ۴- ناحیه UV-B (۲۸۰-۳۱۵ نانومتر)

اریتم کمینه محسوس (Erythema minimum perceptible): برای ارزش‌یابی حساسیت پوست انسان به تشعشع اریتمالی حدی به نام "اریتم کمینه محسوس" فائل می‌شوند. طول موج ۲۷۹ نانومتر اریتم محسوس را ایجاد می‌کند. واحد شدت روشنایی اریتمال را با وات اریتمال به مترمربع مشخص می‌سازند. واحد کوچکتری از آن است که آن را فینسن (finsen) گویند.

$$1 \text{ finsen} = 10^{-1} \times \text{Wer} \times \text{m}^{-2}$$

#### ۵- برنزه شدن پوست

برای برنزه شدن پوست، تشعشع برابر  $\text{Wer} \times \text{m}^{-2}$  ۲۵۰ یا ۲۵۰۰ فینسن به مدت یک ثانیه لازم است. واحد شدت روشنایی اریتمال را با وات اریتمال به مترمربع مشخص می‌سازند  $\text{Wer} \times \text{m}^{-2}$ ، (وات = W و er = Erythema).

#### ۶- معالجه با اشعه UV

معالجه با اشعه ماورای بنفش باید تحت نظر پزشک باشد و لازم است شخص از عینک استفاده کند تا تورم چشم ناشی از آن ایجاد نشود.

#### ۷- لامپ‌های جیوه‌ای

این لامپ‌ها با فشار داخلی زیاد (۲۰ اتمسفر) اشعه ماورای بنفش بالاتر از ۳۰۰ نانومتر را منتشر می‌کنند.

#### ۸- لامپ‌های فلورسنت

در معالجات پزشکی به کار می‌روند. شیشه این لامپ‌ها از جنس مخصوصی ساخته شده و امکان تشعشع ماورای بنفش ۲۸۰ نانومتر را می‌دهد.

#### ۹- تشعشعات خورشیدی

تشعشعات خورشیدی در تابستان در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا برای قرمز شدن پوست ۲ تا ۳ فینسن می‌باشد.

#### ۱۰- کاربرد اشعه ماورای بنفش

##### الف) اثرات باکتری‌کشی

طول موج‌های کوتاه این اشعه می‌توانند باکتری‌ها و ویروس‌ها را از بین ببرند. جهت کاربرد آن از لامپ‌های تخلیه‌ای جیوه‌ای که طول موج حدود ۲۵۰ نانومتر تولید می‌کنند، استفاده می‌شود. از این لامپ‌ها برای گندزدایی کردن هوا، آب، سطح مایعات و جامدات نیز می‌توان استفاده کرد.

##### ب) اثرات درمانی

از این اشعه برای تقویت پوست و نیز معالجه جوش‌ها و زخم‌های عفونی می‌توان استفاده کرد. افرادی که نسبت به نور آفتاب شدیداً حساس هستند، نباید با این اشعه درمان شوند.

##### پ) ناحیه باکتری‌کش UV-C

تشعشع به طول موج‌های ۱۸۰ تا ۳۰۰ نانومتر باکتری‌کش می‌باشند. این اشعه اثر مهلکی بر باکتری‌ها و میکروب‌ها دارد. این اثر ممکن است به طور مستقیم و یا با ایجاد ازن باشد ( $\text{O}_3$ ). تعداد بیشتری از باکتری‌ها به طول موج ۲۶۰ نانومتر

حساس می‌باشند. لامپ‌های جیوه‌ای کوارتزی با فشار داخلی کم که دارای طول موج بیشینه ۲۵۳/۷ نانومتر می‌باشند، برای میکروب‌کشی مناسب‌تر هستند.

این لامپ‌ها تشعشع طول موج ۱۸۵ نانومتر نیز منتشر می‌کنند که ازن تولید می‌شود. ازن علاوه بر میکروب‌کشی بوی بد هوا را نیز از بین می‌برد.

### ت) عوارض ازن

ازن‌دار کردن بی‌جای هوا ممکن است عواقب وخیمی داشته باشد. ازن سبب ترشیدن مواد چربی می‌شود و تنفس زیاد آن به اورگانیزم بدن انسان ضرر می‌رساند.

### ث) انواع لامپ باکتری‌کش

دو نوع لامپ باکتری‌کش داریم:

✓ لامپی که ازن زیاد منتشر می‌کند.

✓ لامپی که ازن کم منتشر می‌کند.

در نوع اول شیشه لامپ اجازه عبور تشعشع ۱۸۵ نانومتر را می‌دهد. در نوع دوم این تشعشع با شیشه لامپ جذب می‌گردد. از منابع باکتری‌کش می‌توان لامپ‌هایی با کاتد گرم را نام برد که به شکل لامپ‌های فلورسنت معمولی می‌باشند عمر این لامپ‌ها با کار ممتد ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ساعت بوده و به توان ۲۰ وات ساخته می‌شوند. ازن در این لامپ‌ها تولید نمی‌شود و یا مقدار آن خیلی کم است.

لامپ‌های دیگری که با کاتد سرد و با جریان ۲۰۰ و ۴۲۰ میلی‌آمپر کار می‌کنند و عمرشان به طور متوسط ۱۲۰۰۰ ساعت است.

### ج) کاربرد لامپ‌های باکتری‌کش

✓ محافظت شخصی؛

✓ محافظت محصولات.

در محافظت شخصی، تشعشع به منظور محافظت انسان در برابر عفونت‌های ناشی از آلودگی هوا به کار می‌رود. در محافظت محصولات با تشعشع ماورای بنفش از آلودگی و فساد غذاها، داروها و سایر محصولات جلوگیری به عمل می‌آید (آلودگی ناشی از کپک و سایر میکروارگانیزم‌ها).

در محافظت شخصی لامپ باکتری‌کش را در اتاق یا در کانال‌های تهویه قرار می‌دهند. لامپ باید در سطحی بالاتر از چشم (تابش غیرمستقیم) قرار گیرد. شدت تشعشع باید فقط در زیر ۰/۵ میکرووات بر سانتی‌متر مربع تنظیم شود.

### چ) استریلیزه کردن مایعات

میکروارگانیزم‌های داخل مایعات به وسیله تشعشع اشعه ماورای بنفش به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. کاربرد مهم اشعه ماورای بنفش در بیمارستان‌ها در اتاق‌های جراحی، بخش‌ها، شیرخوارگاه‌ها، کلینیک‌ها، آشپزخانه‌ها می‌باشد. لامپ‌های باکتری‌کش به وسیله متوقف کردن رشد کپک‌ها از مواد درون یخچال‌ها، نانوائی‌ها و جاهایی که رطوبت زیاد است، محافظت می‌کنند.

این اشعه همچنین در تهیه واکسن‌ها، پلاسماهای خون، استریلیزه کردن مایعات جهت گندزدایی در نوشیدنی‌ها و

ساختن محلولهای دارویی به کار می رود.

برای کار طولانی مدت با اشعه ۰/۱ میکرووات بر سانتی متر مربع، می توان به مدت ۷ ساعت تحت تأثیر تشعشع ماورای بنفش قرار گرفت.

### اشعه مادون قرمز

قسمتی از پرتوهای الکترومغناطیسی است که طول موج آن بین ۷۶۰ نانومتر تا ۱ میلی متر است. از مشخصات پرتو مادون قرمز، ایجاد حرارت است و به همین علت به آن تشعشع حرارتی می گویند. اشعه مادون قرمز، منعکس، جذب و یا از جسم عبور می کند. قسمتی از این اشعه که جذب جسم می گردد در آن به حرارت تبدیل می گردد. لامپهای ملتهب منابع مؤثری برای ایجاد اشعه مادون قرمز می باشند.

#### ۱- کاربردهای اشعه مادون قرمز

✓ در طب؛

✓ در صنعت.

#### الف) کاربرد طبی انرژی مادون قرمز

چون پوست انسان و بافت های آن به تشعشع مادون قرمز شفافیت دارند می توان عمل تشعشع مادون قرمز به بدن انسان را به سه ناحیه تقسیم کرد:

- **ناحیه IR-A:** تشعشعی که طول موج آن بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر باشد. این اشعه قابلیت نفوذ بیشتری داشته و شدت آن زیاد بوده و عمق نفوذ آن بیشتر از یک سانتی متر می باشد. فقط در ناحیه A اثر مطلوب عمق را در معالجات طبی منظور می کنند.
- **ناحیه IR-B:** تشعشعی که طول موج آن بین ۱۴۰۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر باشد. این اشعه به آسانی در پوست نفوذ می کند و مقدار زیادی از آن در بافت ها در عمق یک میلی متری جذب می گردد.
- **ناحیه IR-C:** تشعشعی که طول موج آن بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ نانومتر باشد. این اشعه در بشره پوست جذب می گردد. در معالجات طبی این تشعشع، اشعه مادون قرمز با شدت ۲۷۰۰ وات بر مترمربع بر روی پوست مریض اعمال می شود. مدت اشعه گیری دو مرحله دارد. در مرحله اول حرارت بالارونده تدریجی را در نسوج به عمل می آورند و سپس تعادل حرارتی را در دمای معینی در ناحیه تحت معالجه اجرا می کنند. در روماتیسم، سرماخوردگی، گریپ، دردهای کمر و... کاربرد دارد.

#### ب) کاربرد اشعه مادون قرمز در صنعت

از این اشعه برای گرم و خشک نمودن صنعتی استفاده شده و منبع آن لامپهای تنگستنی با درجه حرارت ۲۲۰۰ درجه کلوین با طول موج ۱۴۰۰ نانومتر می باشد. کاربردهای زیر را می توان برای آن بیان نمود:

✓ در خشک کردن و پختن رنگ ها که احتیاج به گرمای زیاد دارد. در خشک کردن لعاب، چسب و سایر پوشش های محافظتی در زمان کوتاه؛

✓ در پیش گرم کردن و آماده ساختن مواد ترموپلاستیکی برای قالب ریزی و یا شکل دادن؛

- ✓ در گرم کردن قطعات فلزی برای چسباندن و جوشکاری؛
  - ✓ در گرفتن آب از منسوجات، کاغذ، چرم، گوشت، سبزیجات و کوزه‌گری؛
  - ✓ در گرم کردن نقطه‌ای و موضعی اجسام موردنظر؛
  - ✓ در آزمایشگاهها و دستگاه‌های اندازه‌گیری برای شناسایی و تعیین مقدار؛
  - ✓ در محیط‌های سرد اشعه مادون قرمز می‌تواند گرمای مناسب را با کنترل شدت انرژی تاییده شده و مشخصات جذب محیط و میزان گرمای هدررفته تأمین کند؛
  - ✓ در کارخانه‌های بزرگ، بعضی از فضاها محدود را با لامپ مادون قرمز گرم می‌کنند. در چادرهای بزرگ، راهروهای ساختمان اداری، مغازه‌ها، متل‌ها، تئاترها، استخرهای شنا، پیاده‌روهای سرپوشیده، ایستگاههای اتوبوس و سکوها انتظار می‌توان از لامپ مادون قرمز برای گرم کردن استفاده کرد.
- شدت تشعشع به عوامل زیر بستگی دارد:

- ✓ درجه فعالیت بدن برحسب نوع کار؛ هرچه کار بدنی بیشتر باشد درجه حرارت کمتری لازم است و به نوع لباس بستگی دارد؛
- ✓ پایین‌ترین درجه حرارتی که برای انجام کار راحت و آسوده لازم است، نباید کمتر از ۲۰ درجه فارنهایت باشد؛
- ✓ اثر هوای جابه‌جا شده که با اعمال شدت انرژی بالاتر از بین می‌رود؛ در مورد باد با سرعت بیش از ۵ تا ۱۰ مایل در ساعت، دما نباید زیر ۳۰ درجه فارنهایت باشد. در آن صورت موانع بادی مثل پرده بهتر از افزایش مقدار و سطح تشعشع می‌باشد.
- ✓ مقدار انرژی برای گرم کردن منطقه‌ای از ۱۰ وات بر فوت‌مربع در سطح مچ دست برای یک واحد داخلی تا بیشتر از ۱۰۰ وات بر فوت‌مربع برای پیاده‌روها و یا چادرهای بزرگ تغییر می‌کند.

## ۲- عوارض اشعه مادون قرمز

به قرنيه چشم صدمه وارد می‌کند و احتمالاً بر عدسی چشم اثر کرده و بیماری آب مروارید ایجاد می‌کند؛ تأثیر آن بر شبکیه چشم.

## ۳- حفاظت از مادون قرمز

### الف) حفاظت قرنيه و عدسی

برای اجتناب از صدمات قرنيه و اثرات احتمالی بر عدسی چشم (بیماری آب مروارید) پرتوگیری از اشعه مادون قرمز ( $3\mu m < \lambda < 770nm$ ) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به  $10 \frac{mW}{cm^2}$  محدود شود.

### ب) حفاظت شبکیه

برای لامپ حرارتی مادون قرمز یا هر منبع مادون قرمز نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد، مقدار تابندگی IR-A یا مادون قرمز نزدیک ( $1400nm < \lambda < 770nm$ ) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه ذیل برای مدت زمان طولانی‌تر از ۱۰ ثانیه قرار گیرد.

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{0.6}{a}$$

این حد براساس قطر مردمک ۷ mm تعیین شده است.



# مقررات

پرتوهایی که انرژی کافی جهت یونسازی را نداشته باشند، تحت عنوان پرتوهای غیر یونساز نامیده می‌شوند. این دسته از پرتوها هرچند خاصیت یونسازی ندارند، ولی می‌توانند اثرات سوئی بر روی سلامت انسان داشته باشند. مثلاً افرادی که در اطراف کابل‌های فشار قوی کار می‌کنند، به عوارضی از قبیل سردرد، فشارهای عصبی، خستگی، اضطراب و استرس مبتلا می‌شوند.

## ۱- مقررات پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش

### ۱-۱- حدود مواجهه با پرتو مادون قرمز

حدود مواجهه مطابق با حد تماس شغلی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش از کتاب ACGIH انتخاب شده است.

#### ۱-۱-۱- حفاظت قرنیه و عدسی

برای اجتناب از صدمات قرنیه و اثرات احتمالی بر عدسی چشم (بیماری‌های آب مروارید) پرتوگیری از اشعه مادون قرمز ( $3\mu m < \lambda < 770nm$ ) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به  $\frac{mW}{cm^2}$  ۱۰ محدود شود.

#### ۱-۱-۲- حفاظت شبکیه

برای لامپ حرارتی مادون قرمز یا هر منبع مادون قرمز نزدیک (near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد مقدار تابندگی IR-A یا مادون قرمز نزدیک ( $770nm < \lambda < 1400nm$ ) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه ذیل برای مدت زمان طولانی‌تر از ۱۰ ثانیه قرار گیرد. این حد براساس قطر مردمک ۷ mm تعیین شده است.

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{0.6}{a}$$

#### ۱-۲- اثرات بیولوژیکی پرتو مادون قرمز

الف) اثرات سوء تابش مستقیم این پرتو شامل انبساط عروق که یک اثر حرارتی است، می‌باشد و ادامه آن سبب بالا

رفتن متابولیسم در پوست عضله، ضایع شدن نسج و سوختگی‌هایی روی پوست می‌شود که در مورد امواج با طول موج‌های کوتاه‌تر از ۱/۵ میکرون اتفاق می‌افتد؛

ب) افزایش پیگمان‌ها و مواد رنگی پوست، سوزش، ورم ملتحمه و سرانجام اثر بر شبکیه و عدسی چشم نیز از عوارض پرتو مادون قرمز است. چنانچه چشم به مدت طولانی در معرض این پرتوها قرار گیرد، سبب تیرگی عدسی چشم و آب مروارید می‌شود. کارگران شیشه‌گری و نیز افرادی که با فلزات مذاب و قوس‌های الکتریکی سروکار دارند، ممکن است به این عارضه مبتلا شوند.

## ۲- حدود مواجهه با پرتو ماورای بنفش (ULTRAVIOLET RADIATION (UVR))

### ۲-۱- مقادیر حد تماس شغلی

مقادیر حد تماس شغلی با پرتو ماورای بنفش (UV) در ناحیه طیفی بین ۱۸۰ و ۴۰۰ نانومتر، نشان‌دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط شاغلان ممکن است به طور مکرر پرتوگیری نمایند بدون آنکه اثرات زیان‌آوری نظیر اریتما (سرخ‌پوست) و التهاب قرنیه چشم در مواجهه با پرتو ماورای بنفش (Photo keratitis) بر سلامتی آنان عارض شود. این مقادیر برای پرتوگیری چشم یا پوست از منابع تابشی ملتهب، فلورسنت، تخلیه بخار و گاز، قوسهای جوشکاری و تابش خورشیدی کاربرد دارد، ولی برای لیزرهای تابش‌کننده ماورای بنفش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد مقادیر تعیین شده برای افراد حساس به نور که پرتوگیری ماورای بنفش دارند و یا افرادی که همراه با پرتوگیری در تماس با عوامل حساس‌کننده به نور قرار گرفته‌اند، کاربرد ندارد (به تذکر شماره ۳ توجه شود). مقادیر پرتوگیری تعیین شده برای چشم افراد بدون عدسی (Aphakic) استفاده نمی‌شود (به حدود تماس شغلی روشنائی و پرتوهای مادون قرمز نزدیک مراجعه شود). مقادیر مذکور به عنوان راهنمایی از جهت کنترل پرتوگیری از منابع تابشی پیوسته که طول زمان پرتوگیری بیش از ۰/۱ ثانیه است مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۲-۲- مقادیر مواجهه با پرتو ماورای بنفش با توجه نواحی طیف ماورای بنفش

#### ۲-۲-۱- ناحیه طیفی ماورای بنفش A: (UV-A Spectral Region 315 to 400nm)

✓ پرتوگیری چشم بدون حفاظ از پرتوهای ماورای بنفش نباید از مقادیر ذیل فراتر رود:

❖ دوز جذب شده  $1 \frac{J}{cm^2}$  برای مدت پرتوگیری کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه؛

❖ دوز جذب شده چگالی کل شار تابشی  $1 \frac{mW}{cm^2}$  برای مدت پرتوگیری ۱۰۰۰ ثانیه و بیشتر از آن.

✓ میزان دوز جذب شده در پوست یا چشم بدون حفاظ نباید از مقادیر مشخص فراتر رود (به جدول (۱) حد

تماس شغلی پرتوهای ماورای بنفش ACGIH مراجعه شود).

#### ۲-۲-۲- ناحیه طیفی اکتینیک: (Actinic Spectral Region 180 to 315nm)

منظور طول موجی است که در اثر پرتوگیری آن تغییرات شیمیایی در پوست تولید شود.

$$1 \text{ W} = 1 \frac{J}{s}$$

توجه:

$$1 \frac{J}{cm^2} = 10 \frac{J}{m^2}$$

## تذکرات:

۱. احتمال بروز سرطان پوست بستگی به عوامل مختلفی از قبیل رنگدانه پوست، سابقه تاول‌های پوستی ناشی از آفتاب سوختگی و بالاخره دوز تجمعی پرتو ماورای بنفش دارد؛
۲. شاغلانی که در محیط باز و در مناطق با عرض جغرافیایی کمتر از  $\pm 40^\circ$  درجه کار می‌کنند، ممکن است در ایام تابستان در حوالی ظهر در حد ۵ دقیقه در مدت کوتاهی پرتوگیری بیش از مقدار حد تماس شغلی داشته باشند؛
۳. مواجهه با پرتوهای ماورای بنفش همزمان با تماس عمده و غیرعمده با مواد شیمیایی مختلف از جمله برخی از داروها ممکن است منجر به اریتم پوستی گردد. در صورتی که شاغل در معرض دوز ماورای بنفش به مقدار کمتر از حد تماس شغلی قرار می‌گیرد و واکنش پوستی نشان می‌دهد و این واکنش را قبلاً نشان نداده است، حساسیت بیش از حد وی باید مورد توجه قرار گیرد. در بین صدها عاملی که می‌تواند حساسیت شدید به پرتو ماورای بنفش ایجاد کند می‌توان برخی از گیاهان و مواد شیمیایی نظیر برخی آنتی‌بیوتیک‌ها (مانند تتراسیکلین، سولفات‌تایزول) و برخی آرام‌بخش‌ها (مانند امی‌پرامین)، برخی از داروهای مخدر، مواد آرایشی، داروهای بیماری‌های روانی، مشتقات قطران، برخی از رنگ‌ها و زغال‌سنگ Limeoil را نام برد؛
۴. ازن در اثر تابش ماورای بنفش با طول موج کمتر از ۲۵۰ نانومتر در هوا تولید می‌شود.

$$(TLV-TWA) = 0.05 \text{ ppm}$$

ماده ۸۰- شرکت باید اطمینان حاصل نماید که هیچ‌یک از کارکنان در مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش بیشتر از مقادیر مجاز تعیین شده فوق نمی‌باشند.

## ۳- اندازه‌گیری و ارزیابی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش

برای اندازه‌گیری و ارزیابی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، شناخت کامل نسبت به روش‌های اندازه‌گیری، خصوصیات محیط کار و چگونگی مواجهه کارکنان اهمیت دارد. مهم‌ترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل:

الف) تعیین هدف اندازه‌گیری؛

ب) گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه؛

پ) گردآوری اطلاعات نحوه مواجهه شاغلان؛

ت) تعیین روش مناسب اندازه‌گیری؛

ث) انتخاب وسیله مناسب اندازه‌گیری؛

ج) کالیبراسیون؛

چ) شناخت استاندارد مواجهه شاغلان.

## ۳-۱- تعیین هدف اندازه‌گیری

اهداف زیر در اندازه‌گیری پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش دنبال می‌شود:

الف) شناسایی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش محیط‌های کاری و دستیابی به حداقل میزان مواجهه با این

پرتوها؛

ب) پیشگیری از آسیب‌ها و ضایعات ناشی از مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش؛

پ) پیشگیری و کاهش ضایعات احتمالی ناشی از مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش؛

ت) پیشگیری از ضرر و زیان‌های مالی وارده به شرکت در اثر ضایعات احتمالی؛

ث) شناسایی شرایط نایمن و انجام اقدامات برای برطرف نمودن آنها؛

ج) ارائه راهکارهای اصلاحی و پیشگیرانه.

قبل از اقدام به اندازه‌گیری میزان مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش باید هدف کار معلوم گردد. برای دستیابی به هر هدف، روش، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت می‌باشد.

تبصره ۲۵: اندازه‌گیری صنعتی؛ برای اندازه‌گیری میزان پرتوهای مادون قرمز و یا ماورای بنفش یک دستگاه معین، عیب‌یابی یا بازرسی فنی.

تبصره ۲۶: اندازه‌گیری محیطی؛ به منظور تعیین میزان پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش در سطح کارگاه.

تبصره ۲۷: اندازه‌گیری فردی؛ برای مشخص نمودن میزان مواجهه شاغلان.

تبصره ۲۸: اندازه‌گیری به منظور تعیین روش و چگونگی کنترل میزان پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش.

ماده ۸۱- شرکت در اندازه‌گیری پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش باید از دستگاه‌های استاندارد استفاده نماید.

ماده ۸۲- شرکت باید از کالیبراسیون دستگاه اطمینان حاصل نماید. لذا قبل از هر بار اندازه‌گیری باید از صحت و دقت کار دستگاه اندازه‌گیری مطمئن شود. دقت دستگاه به نوع دستگاه و مشخصات آن بستگی دارد، بنابراین در هنگام استفاده باید دستگاه با دقت مناسب رانتهاب نمود. ولی برای اطمینان از صحت کار دستگاه باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری، آن را با وسیله‌ای استاندارد (کالیبراتور) کالیبره نمود. از آنجا که عوامل متعددی در کار دستگاه مؤثر می‌باشند، لازم است برای هر بار استفاده از دستگاه قبلاً از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل شود.

ماده ۸۳- گردآوری اطلاعات؛ شرکت باید نسبت به جمع‌آوری اطلاعات لازم از محیط کار اقدام نماید. لذا، اولین مرحله از فرایند اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، جمع‌آوری اطلاعات لازم از محیط کار و نحوه مواجهه کارکنان می‌باشد. در این مرحله:

تبصره ۲۹: نقشه ساده‌ای از کارگاه، محیط کار، دستگاه و یا محل‌هایی که باید پرتوها را اندازه‌گیری کنید، تهیه نمایید.

تبصره ۳۰: روی نقشه منابع تولید این پرتوها (طبیعی یا مصنوعی) را مشخص کنید.

تبصره ۳۱: تعداد محل‌های اندازه‌گیری در نقاط مختلف کارگاه انتخاب شود.

تبصره ۳۲: اطلاعات مربوط به محل تردد و توقف کارکنان معلوم گردد.

تبصره ۳۳: ساعات مواجهه هر گروه از کارکنان با این پرتوها مشخص گردد.

تبصره ۳۴: اوقات تغییر شیفت معلوم گردد.

تبصره ۳۵: اطلاعات مدیریت مانند اضافه‌کاری، کار گردش و مرخصی‌ها ثبت گردد.

تبصره ۳۶: در صورت لزوم (اهداف کنترل این پرتوها) مشخصات فنی سازه‌های بنای کارگاه به فهرست اطلاعات اضافه گردد.

تبصره ۳۷: نوع منابع نور (مصنوعی یا طبیعی) مشخص گردد.

ماده ۸۴- شرکت نسبت به تعیین ایستگاههای اندازه‌گیری اقدام نماید. تعداد و محل ایستگاههای اندازه‌گیری در هر کارگاه بستگی به هدف اندازه‌گیری دارد.

تبصره ۳۸: برای اندازه‌گیری مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش کارگاهها باید تعداد محل‌های اندازه‌گیری طبق نقشه در نقاط مختلف کارگاه انتخاب شود.

۱. محل‌های اندازه‌گیری از طریق تقسیم سطح کارگاه به مربع‌های ۹۰ سانتی‌متر مربعی مشخص شود؛

۲. میزان پرتو در وسط هر مربع با دستگاه قرائت شود.

### ۲-۳- روش‌های اندازه‌گیری

ماده ۸۵- شرکت باید توجه کند که روش‌های اندازه‌گیری براساس اهداف اندازه‌گیری و ارزیابی، به یکی از روش‌های زیر انتخاب می‌گردد:

الف) اندازه‌گیری و ارزیابی محیطی؛ هدف مشخص نمودن میزان مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش و محدوده‌های خطر در کارگاه و همچنین تعیین منابع اصلی برای کنترل میزان این پرتوها می‌باشد؛

ب) اندازه‌گیری به منظور ارزیابی مواجهه شاغلان؛ برای نیل به این هدف براساس شرایط کار، ویژگی‌های مواجهه شاغلان با این پرتوها و عوامل مرتبط دیگر از یکی از روش‌های زیر استفاده می‌گردد:

✓ اندازه‌گیری مواجهه شاغلان با پرتوهای مادون قرمز و یا ماورای بنفش یک منبع؛

✓ اندازه‌گیری مواجهه شاغلان با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش در محیط؛

✓ اندازه‌گیری مواجهه شاغلان در مدت‌های معین؛

✓ اندازه‌گیری مواجهه شاغلان در مدت‌های نامعین.

ماده ۸۶- ضروری است که شرکت برای تهیه نقشه ناحیه‌بندی، مشخص نمودن نواحی مختلف کارگاه براساس محدوده‌های تعیین شده با توجه به مساحت و امکانات، تعداد معین و محدودی ناحیه انتخاب کند.

تبصره ۳۹: پس از اندازه‌گیری شدت پرتو، در مرکز تمام نواحی نتایج روی نقشه درج گردد.

ماده ۸۷- ضروری است شرکت اطمینان حاصل کند که در هنگام اندازه‌گیری دقت گردد تا مانعی در سر راه منابع تولید وجود نداشته باشد.

ماده ۸۸- ضروری است که شرکت اطمینان حاصل کند که اندازه‌گیری در محلی که کارکنان بیشترین مواجهه را دارند انجام شود. بدین ترتیب که سلول اندازه‌گیری دستگاه در نقطه‌ای قرار گیرد که شاغل در آنجا مواجهه بیشتری دارد.

ماده ۸۹- ضروری است شرکت اطمینان حاصل کند که مقادیر مربوط به میزان این پرتوها را پس از اندازه‌گیری در نقشه ثبت می‌نمایند.

ماده ۹۰- ضروری است شرکت اطمینان حاصل کند که در اندازه‌گیری به منظور تعیین حدود مواجهه شاغل، اندازه‌گیری صرفاً در محل‌های توقف یا تردد او و در محلی که بیشترین مواجهه را دارد و یا در نقطه‌ای که بیشترین تماس را دارد، انجام گردد.

ماده ۹۱- در تمام محیط‌های کاری که کارکنان بیشتر از حد استاندارد در مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش

هستند، شرکت باید اطمینان حاصل نماید که میزان این پرتوها اندازه‌گیری شده است.

ماده ۹۲- شرکت باید اطمینان حاصل کند که اندازه‌گیری این پرتوها مطابق با یک روش استاندارد انجام شده است.

ماده ۹۳- ضروری است که شرکت اطمینان حاصل کند کارشناس بهداشت کار/صنعتی مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه را توصیه نموده است.

ماده ۹۴- ضروری است که شرکت اطمینان حاصل کند اندازه‌گیری‌ها، ارزیابی و پیشنهادات مستند شده و به شیوه صحیح نگهداری می‌شوند.

ماده ۹۵- ضروری است شرکت اطمینان حاصل کند اگر در محیط کار نوسازی، تعمیر یا تغییری ایجاد شود و یا تجهیزات جدیدی به محیط کار اضافه شود و یا فرایندی در محیط کار اصلاح گردد، به نحوی که بر میزان مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، میزان این پرتوها مجدداً اندازه‌گیری خواهد شد.

ماده ۹۶- شرکت باید اطمینان حاصل نماید که تمام نواحی، حداقل سالی یکبار اندازه‌گیری مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش شده باشد.

#### ۴- برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش

ماده ۹۷- چنانچه مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش از حد استاندارد بیشتر باشد، شرکت باید یک برنامه حفاظت برای مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش ایجاد کند.

ماده ۹۸- شرکت باید یکی از کارکنان متخصص و مطلع را به عنوان سرپرست، برای نظارت بر اجرای صحیح برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش انتخاب کند.

ماده ۹۹- شرکت باید برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش را مدون کرده و آن را به روز نگهداری نماید.

ماده ۱۰۰- شرکت باید اطمینان حاصل کند که برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، شامل روش‌ها و دستورالعمل‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه شغلی افراد با این پرتوها می‌باشد.

ماده ۱۰۱- شرکت باید اطمینان حاصل کند که برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، شامل انواع روش‌های استفاده شده برای کنترل این پرتوها می‌باشد.

ماده ۱۰۲- شرکت باید اطمینان حاصل کند که در برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش تهیه نقشه مد نظر قرار می‌گیرد.

ماده ۱۰۳- شرکت باید اطمینان حاصل کند که در برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، مشخص نمودن محل‌های خطرناک با علائم هشداردهنده گنجانده می‌شود.

ماده ۱۰۴- شرکت باید اطمینان حاصل کند که در برنامه حفاظت، آموزش کارکنان درباره مخاطرات بیش از حد مجاز مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش و استفاده صحیح از وسایل حفاظتی و به‌کارگیری اقدامات کنترلی گنجانده شده و الزامی گردیده است.

ماده ۱۰۵- شرکت باید اطمینان حاصل کند که در برنامه حفاظت در برابر پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، انجام

معاینات پزشکی دوره‌ای و موردی گنجانده می‌شود.

ماده ۱۰۶- شرکت باید اطمینان حاصل کند که کلیه مستندات برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش ایجاد شده و به شیوه صحیح نگهداری می‌شوند.

ماده ۱۰۷- شرکت باید اطمینان حاصل کند که بازنگری برنامه حفاظتی زمانبندی گردیده و مطابق آن اقدامات لازم به عمل می‌آید.

ماده ۱۰۸- شرکت باید هر سه سال یکبار برنامه حفاظت مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش را بازنگری نماید.

## ۵- معاینات پزشکی

ماده ۱۰۹- شرکت باید در معاینات دوره‌ای کارکنان، انجام معاینات چشم (قرنیه، عدسی و شبکیه) و پوست را الزامی نماید.

ماده ۱۱۰- شرکت باید معاینات چشم و پوست را برای کارکنان در بدو استخدام انجام دهد. تأخیر در انجام آزمایش برای این‌گونه افراد نباید بیش از ۶ ماه باشد.

ماده ۱۱۱- شرکت باید کارکنانی را که در مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش بیشتر از حد مجاز قرار دارند شناسایی نماید و مطابق برنامه تحت مراقبت‌های خاص قرار دهد و حداقل فواصل معاینات چشم و پوست را برای آنها در نظر گیرد.

ماده ۱۱۲- شرکت باید اطمینان حاصل کند که معاینات چشم و پوست، توسط فرد آگاه و باصلاحیت انجام می‌شود.

ماده ۱۱۳- شرکت باید اطمینان حاصل کند که نتایج معاینات چشم و پوست تا پایان اشتغال فرد نگهداری می‌شود.

ماده ۱۱۴- شرکت باید اطمینان حاصل کند که نتایج معاینات چشم و پوست فرد محرمانه بوده و بدون اجازه مکتوب وی در اختیار افراد بدون صلاحیت قرار نمی‌گیرد.

ماده ۱۱۵- شرکت باید اطمینان حاصل کند که نتایج معاینات چشم پزشکی و پوست به دست آمده، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و مطابق آن اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه به عمل می‌آید.

## ۶- کنترل مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش

کنترل پرتو مادون قرمز یا ماورای بنفش، برای کنترل اثرات آن بر کارکنان بوده و شامل روش‌های کنترل مدیریتی (کنترل زمان مواجهه و پایش سلامتی) و کنترل فنی است.

### ۱-۶- کنترل فنی

ماده ۱۱۶- روش‌های عمومی کنترل فنی، شرکت باید اطمینان حاصل کند که روش‌های عمومی کنترل به یکی از سه شیوه زیر انجام می‌گیرد:

۱. کنترل مبتنی بر سازه؛

۲. کنترل مبتنی بر دفاع در برابر پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش؛

۳. حفاظت فردی.

## ۶-۱-۱- کنترل مبتنی بر سازه

ماده ۱۱۷- چنانچه شرکت از روش کنترل مبتنی بر سازه استفاده نماید. مهندس کنترل مراحل زیر را باید مدنظر قرار دهد:

۱. کنترل در منبع تولید پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش؛

۲. کنترل در مسیر انتشار پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش؛

۳. حفاظت پرسنل از طریق پناهگاه.

### الف) کنترل در منبع تولید پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش:

ماده ۱۱۸- شرکت کنترل پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش را باید اصولاً از طراحی دستگاه و یا منبع تولید آن شروع کرده و در عمل می‌تواند از روش‌ها و دستگاه‌هایی استفاده نماید که وسایل کنترل این پرتوها بر روی آنها نصب شده و امکان نشر آن به محیط وجود ندارد و استاندارد باشند.

ماده ۱۱۹- شرکت باید در انتخاب نوع پرتو متناسب با فرایند تولید، دقت لازم را به کار برده و آن را درست انتخاب نماید. ماده ۱۲۰- شرکت در هنگام طراحی فرایند تولید و انتخاب نوع پرتو، باید مشخصات پرتو مورد لزوم آن دستگاه و مجموع دستگاه‌ها در یک کارگاه را مدنظر قرار دهد و در مرحله احداث صنعت، مشخصات پرتو مورد نیاز دستگاه‌ها و کارگاه را مورد بررسی قرار دهد.

ماده ۱۲۱- از آنجا که امکان انتشار پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش در محیط کار با طول عمر دستگاه افزایش می‌یابد، لذا شرکت باید اقدامات زیر را که دارای اهمیت است انجام دهد:

۱. نگهداری صحیح دستگاه یا منبع آن پرتو؛

۲. سرویس به موقع دستگاه؛

۳. تنظیم به موقع قطعات؛

۴. تعویض قطعات فرسوده.

ماده ۱۲۲- شرکت باید نسبت به محل و نحوه استقرار دستگاه یا منبع تولید پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش توجه نماید، زیرا محل نصب دستگاه و یا منبع تولید و موقعیت قرارگیری برای کاهش مواجهه با آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در ضمن کلیه عواملی که به عنوان مانع می‌توانند از انتشار این پرتوها جلوگیری نمایند، در این مرحله باید مدنظر قرار گیرند.

ماده ۱۲۳- از آنجا که هر جا پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش تولید شود احتمال مواجهه نیز به وجود می‌آید، شرکت باید همزمان آنها را در محیط کار پایش نماید.

ماده ۱۲۴- شرکت باید نسبت به نصب کاهش دهنده‌های انتشار پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش بر روی دستگاه اقدام نماید. برای برخی دستگاه‌ها که از حساسیت بیشتری برخوردارند باید توجه بیشتری شود.

### ب) کنترل در مسیر انتشار:

اگر کنترل پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش در منبع میسر یا مؤثر نباشد، می‌توان آن را در مسیر انتشار کنترل کرد یا از انتقال و انتشار آن جلوگیری کرد، این روش مبتنی بر ایزولاسیون می‌باشد.



• مجزا نمودن منبع اصلی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش از سایر محلها:

ماده ۱۲۵- شرکت باید نسبت به دیوارکشی اطراف دستگاه تولید پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش که باعث ایزوله کردن آن شده و در کنترل انتشار این پرتوها نقش دارد، اقدام نماید. دیوارها باید تا سقف ادامه داشته و پوشش دیوارها و سقف متناسب با نیاز باشد.

• جداسازی بخش‌هایی که با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش کار دارند از سایر بخش‌های کارگاه:

ماده ۱۲۶- شرکت باید نسبت به جداسازی قسمت‌هایی که با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش مواجهه دارند، از سایر بخش‌های کارگاه اقدام نماید. این کار از مواجهه غیرضروری جلوگیری می‌کند.

• کنترل مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش مبتنی بر جذب آنها:

ماده ۱۲۷- شرکت می‌تواند در این روش از جاذب‌های مناسب استفاده کند تا مانع انتشار آنها گردد.

• کنترل مبتنی بر ایزولاسیون پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش:

ماده ۱۲۸- شرکت در این روش می‌تواند از موانع برای جلوگیری از انتشار این پرتوها به گونه‌ای استفاده کند که از انتقال پرتوها از یک قسمت کارگاه به قسمت دیگر، یا از یک بخش دستگاه به بخش دیگر و از یک کارگاه به کارگاه دیگر جلوگیری شود.

• ایجاد پناهگاه برای شاغل:

ماده ۱۲۹- شرکت باید اطمینان حاصل کند در جایی که نیاز مبرم و دائم به وجود شخص در کنار منابع تولید پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش نیست این روش می‌تواند به عنوان یکی از راه‌حل‌های مؤثر به کار رود.

پ) حفاظت پرسنل از طریق پناهگاه‌سازی:

ایجاد پناهگاه یا محفظه‌سازی برای شاغلان یک روش معمول و مؤثر کنترل مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش است.

ماده ۱۳۰- اگر امکان اجرای موارد کنترل در منبع و یا مسیر انتشار نباشد و نیز برای دستیابی به نتیجه بهتر در مکان‌هایی که لزوم کنترل در مجاورت دستگاه محرز نیست، همچنین در مواردی که فرایند کار می‌تواند از فاصله دورتری هدایت گردد، شرکت می‌تواند از اتاقک‌های کنترل استفاده نماید.

ماده ۱۳۱- شرکت باید اطمینان حاصل کند که طراحی پناهگاه به گونه‌ای صورت گرفته که کلیه لوازم و ابزار کنترل پروسه در آن پیش‌بینی شده است.

۶-۱-۲- حفاظت فردی

ماده ۱۳۲- شرکت باید بداند که حفاظت فردی آخرین راه برای کنترل مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش است و حفاظت فردی همواره به عنوان یک راه‌حل کمکی یا موقت می‌باشد.

ماده ۱۳۳- حفاظت فردی ترجیحاً برای ساعاتی که شاغل با بیشترین (بیش از حد استاندارد) میزان پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش مواجهه داشته باشد و یا در زمانی که سیستم‌های کنترل منابع به طور موقت از کار افتاده‌اند مجاز شمرده می‌شود.

ماده ۱۳۴- شرکت باید به مشکلاتی که مانع ادامه همکاری شاغل در طرح کنترل مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و

ماورای بنفش ناشی از استفاده از وسایل حفاظت فردی می‌گردد، توجه نماید. مهم‌ترین آنها، ایجاد عوارض پوستی در اطراف چشم، یا عوارض گرما و حساسیت در پوست می‌باشد.

ماده ۱۳۵- شرکت باید در انتخاب وسایل حفاظت فردی کمال دقت را معمول دارد.

ماده ۱۳۶- در انتخاب وسایل حفاظت فردی علاوه بر کیفیت و راحتی، شرکت باید دقت نماید که وسیله تناسب کافی با شرایط محیط و مشخصات این پرتوها را داشته باشد.

ماده ۱۳۷- در انتخاب وسایل حفاظت فردی، شرکت باید دقت نماید که جنس مواد به کار رفته برای وسیله حفاظت چشم و پوست از نوعی باشد که ایجاد تأثیر بر چشم و حساسیت در پوست ننماید.

ماده ۱۳۸- شرکت باید آموزش‌های لازم جهت استفاده مطلوب از وسایل حفاظت فردی را به کارکنان داده باشد و دوره‌های بازآموزی را برقرار نماید.

ماده ۱۳۹- شرکت می‌تواند از انواع حفاظ استاندارد استفاده نماید که شامل انواع عینک و ماسک و لباس مخصوص می‌باشد.

ماده ۱۴۰- شرکت باید اطمینان حاصل کند که انتخاب حفاظ مناسب با مشخصات توزیع پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش کارگاه در محدوده‌های اندازه‌گیری شده هماهنگ می‌باشد، به طوری که در محدوده‌های شدت موردنظر کارایی مطلوب را داشته باشد و متناسب با این شرایط از حفاظ استاندارد استفاده می‌شود.

ماده ۱۴۱- شرکت باید بداند که حفاظ چشم و پوست، براساس مشخصات فنی خود در طول موج‌های مختلف مقادیر متفاوتی را کاهش می‌دهد.

ماده ۱۴۲- شرکت باید اطمینان حاصل کند که به کیفیت حفاظ در انتخاب آن توجه می‌شود، زیرا نکته مهم در انتخاب حفاظ چشم و پوست کیفیت آن است و در صورتی که مشخصه فنی کنترل چشم و پوست در آنها اعلام و یا به تأیید مراجع رسمی نرسیده باشد ارزش حفاظتی ندارند.

تبصره ۴۰: حفاظ بینایی یک جسم نرم سخت و در عین حال مؤثر در کنترل رسیدن این پرتوها به چشم می‌باشد که مقابل چشم قرار می‌گیرد. حفاظ پوست یک لباس از جنس خاص است که مانع رسیدن پرتو به پوست می‌گردد.

ماده ۱۴۳- ضروری است که شرکت به این موضوع توجه نماید که نکته اساسی در استفاده از حفاظ‌های چشم و پوست رعایت بهداشت فردی و نحوه استفاده از آن می‌باشد و به طور مشترک با سایرین نباید مورد استفاده قرار گیرد.

ماده ۱۴۴- شرکت باید بداند که در صورت لزوم می‌توان از حفاظ توأم برای نتیجه مطلوب استفاده کرد؛ حفاظ توأم، استفاده همزمان از عینک و ماسک را گویند و استفاده از آن مطلوب‌تر است.

ماده ۱۴۵- شرکت باید اطمینان حاصل کند که برای هر موردی که حفاظ توصیه شده باشد، در انتخاب حفاظ چشم و پوست موارد زیر رعایت شده است:

۱. ارزیابی دقیقی از مواجهه شاغل با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش قبلاً انجام شده باشد؛
۲. شاغل با چه سطحی از خطر و چه محدوده‌هایی از شدت و طول موج پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش مواجهه دارد؛
۳. شدت کلی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش، طول زمان مواجهه روزانه و آنالیز شدت این پرتوها در پوست

کاری شاغل به عنوان حداقل اطلاعات مورد نیاز است.

ماده ۱۴۶- ضروری است شرکت توجه نماید که تشخیص قطعی کارایی حفاظ‌های چشم و پوست از نظر افت انتقال فقط با تست فنی میسر است و در غیر این صورت استاندارد بودن و داشتن جدول یا نمودار مشخصات فنی، ضروری است.

ماده ۱۴۷- شرکت باید اطمینان حاصل کند که حفاظ علاوه بر داشتن شاخص مناسب افت کلی انتقال، کارایی کافی برای کاهش شدت این پرتوها، که در آنالیز مواجهه با پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش مشخص شده را داشته باشد.

ماده ۱۴۸- شرکت باید اطمینان حاصل کند که برای کاربرد مؤثر حفاظ به شدت و طول موج پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش که شاغل بیشترین مواجهه را با آنها دارد توجه می‌شود.

تبصره ۴۱: از دو روش محاسباتی ذیل برای ارزیابی کیفی حفاظ‌های چشم و پوست می‌توان استفاده کرد و در آن صورت می‌توان تصمیم گرفت که حفاظ چشم و پوست قابلیت لازم را با توجه به ارزیابی مواجهه شاغل دارد یا خیر.

۱. روش محاسبات؛

۲. روش نسبت کاهش شدت.

ماده ۱۴۹- ضروری است که شرکت توجه نماید که راه منطقی و مطمئن برای آزمون کارایی یک حفاظ، آزمایش آن در شرایط محیط کار است.

تبصره ۴۲: راه ساده برای تست حفاظ چشم و پوست در محل کار این است که در محل کار شاغل، ابتدا شدت کلی پرتوهای مادون قرمز و ماورای بنفش اندازه‌گیری شود و در همانجا مجدداً با حفاظ چشم، نورسنج و یا با لباس مخصوص، سنسور دستگاه اندازه‌گیری را احاطه نمایند. تفاضل اندازه‌گیری در این دو حالت برآوردی از کارایی حفاظ خواهد بود.

## ۲-۶- کنترل‌های مدیریتی

### ۱-۲-۶- اقدامات مدیریتی نظیر کاهش مواجهه، گردشی نمودن شغل و تغییر شغل

ماده ۱۵۰- شرکت باید نسبت به اعمال روش‌های مدیریتی برای کنترل مواجهه با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز اقدام نماید.

ماده ۱۵۱- شرکت باید از طریق نصب علائم هشداردهنده، برای کاهش تماس با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز، نسبت به آگاه‌سازی کارکنان اقدام نماید.

ماده ۱۵۲- در صورت عدم کفایت اقدامات کنترلی برای کاهش مواجهه با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز تا حدود مجاز، شرکت باید زمان کار را کاهش دهد.

ماده ۱۵۳- برای کاهش مواجهه، شرکت باید دفاتر کاری را از قسمت‌های دیگر کارگاه که تجهیزات تولید پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز در آنجا مستقر هستند، جدا کند.

ماده ۱۵۴- شرکت باید طوری عمل نماید تا بین دستگاه‌های تولید پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز با دیگر قسمت‌های کارگاه ارتباطی وجود نداشته باشد.

ماده ۱۵۵- شرکت باید نسبت به دور کردن و ایجاد فاصله دستگاه‌های تولید پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز از

کارگاه برای کاهش مواجهه از قبل برنامه‌ریزی و مدیریت نماید.

ماده ۱۵۶- شرکت باید گردش نمودن و تغییر شغل کارکنانی را که با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز تماس دارند از قبل برنامه‌ریزی و مدیریت نماید.

ماده ۱۵۷- شرکت باید مدت زمان توقف شاغل را در سمتی که با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز تماس دارد از قبل مشخص و مدیریت نماید.

ماده ۱۵۸- شرکت باید اوقات تغییر شیفت، مرخصی و اضافه‌کاری و گردش کاری کارکنانی را که با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز در تماس هستند با دقت بیشتری ثبت و گردآوری نماید.

ماده ۱۵۹- برای کاهش تماس با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز کار به روش مناسب انجام گیرد، به طوری که دست‌ها و بقیه بدن حین کار محافظت شوند و همچنین انتقال پرتو از ابزار پرتوزا به شاغل به حداقل ممکن کاهش یابد.

#### ۶-۲-۲- اقدامات پزشکی

انجام یک برنامه مراقبت پزشکی هوشیارانه می‌تواند عوارض ناشی از مواجهه با پرتوهای ماورای بنفش و مادون قرمز را حذف نماید.

