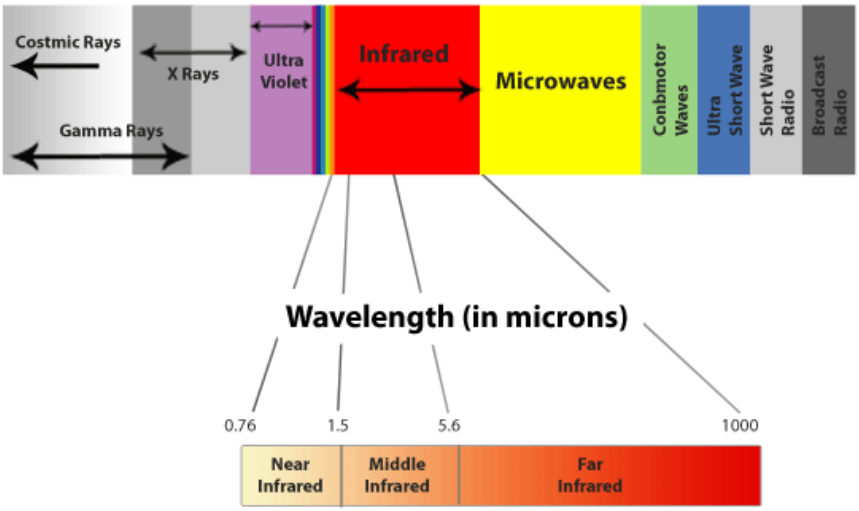
ارزیابی پرتوهای مادون قرمز



گردآوری:

مهندس علیرضا حریری کارشناس مسئول بهداشت حرفه ای

مهندس محبوبه رضای سلطان آبادی سرپرست آزمایشگاه بهداشت حرفه ای معاونت بهداشتی

ارزیابی پرتوهای فروسرخ IRدر دو حوزه 1- حفاظت قرنیه وعدسی 2- حفاظت شبکیه انجام می پذیرد

این امواج هم مانند تشعشعات فرا بنفش در سه بازه A، B، C قابل اندازه گیری می باشند

IR-A ۰.۷۸-۱.٤ µm

IR-B ۱.۳-۳ µm

IR-C ۳- ۱۰۰۰µm

البته پرتو فروسرخ پوست را هم تحت تاثیر قرار می دهد ولی چون این امواج خاصیت گرمایی دارند در مواردی که زمان مواجهه بیش از 10 ثانیه باشد عملا عکس العمل طبیعی بدن مانع از تماس شده ،فرد ناخودا گاه خود را از معرض منبع دور می کند.

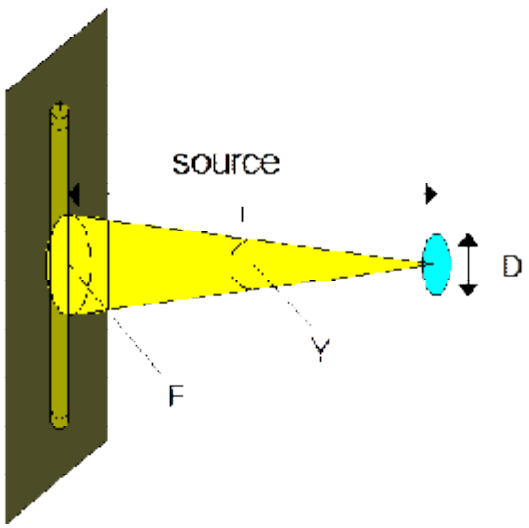
در بخش پرتو های فرو سرخ زاویه میدان دید هم برای ما اهمیت دارد همانند فرا بنفش در مادون قرمز هم علاوه بر شدت و شدت موثر دو کمیت دیگر هم موثر است

1- **تابندگی یا رادیانس**: توان تابشی از واحد سطح یک منبع تابش کننده در واحد زاویهٔ فضایی . تابندگی معادل شار خارج شده از واحد سطح در واحد زاویهٔ فضایی است. تابندگی برای منبع نور تعریف می شود.یکای آن در سیستم بین المللی یکا ها (SI) وات بر مترمربع بر استرادیان است.
2- **تابندگی موثر یا رادیانس موثر**
3- **شدت**
4- **شدت موثر**

تجهیزاتی که جهت ارزیابی این امواج در بهداشت حرفه ای وجود فقط شدت را اندازه می گیرد وتابندگی را اندازه نمی گیرد و باید با فرمول آن را محاسبه کرد. در شکل زیر نمونه ای از دستگاه سنجش پرتو فرو سرخ ساخت کمپانی هاگنر که فقط شدت را اندازه گیری می کند مشاهده می نمایید. اما برای ما تابندگی مهم است

چگونه می توان با تجهیزات موجود تابندگی را محاسبه نماییم؟

- برای اینکار از فرمول $L=E.4r^2/\pi F^2$ استفاده می نماییم E یا شدت عددی است که دستگاه ما قرائت می نماید. قبل از شرح قسمت های مختلف فرمول در مرحله اول نکته بسیار مهمی را که معمولا در ارزیابی امواج فرو سرخ رعایت نمی شود ذکر می نماییم به شکل زیر دقت کنید



فرض نمایید در شکل بالا لامپ یک منبع امواج فروسرخ است ابتدا با یک مقوا یا صفحه پلاستیکی که شفاف نباشد روی سطح لامپ را می پوشانیم روی مقوا یک سوراخ دایره ای باز می کنیم بطوریکه تمام دایره مذکور در ناحیه ای باشد که نور از آن بیرون می آید واز آن امواج خارج شود .(معمولا چون امواج فروسرخ در فرایند های حرارتی تولید می شود مانند ذوب و... بخش نورانی قابل مشاهده است). سعی شود قطر دایره کمی کمتر از قطر منبع انتخاب گردد.

در شکل،D قطر دتکتور دستگاه اندازه گیری می باشد F قطر دایره ای که درون مقوا ایجاد نموده ایم تا امواج بتواند خارج شود وr فاصله منبع تا دتکتور دستگاه این سه پارامتر را با متر اندازه گیری می کنیم توجه شود که هر سه واحد یکسان باشد یعنی اگر D بر حسب سانتی متر است rو F هم بر حسب سانتی متر باشد.

حال فرمول $L=E.4r^2/\pi F^2$ را توضیح می دهیم در این فرمول E وF وr همان پارامتر هایی هستند که در صفحه قبل شرح دادیم واحد تابندگی یا L هر واحدی که E داشته باشد برحسب اینکه چه نوع دستگاهی با چه برندی استفاده نموده ایم تابندگی همان واحد را بعلاوه استرادیان اضافی خواهد داشت یعنی اگر دستگاه ما شدت را بر حسب وات بر متر مربع قرائت کند تابندگی که از فرمول بدست می آوریم وات بر متر مربع بر استرادیان است.

برای حفاظت از قرنیه وعدسی اگر مدت زمان مواجهه از 1000 ثانیه بیشتر باشد باید پرتوگیری از 10میلی وات بر سانتی متر مربع کمتر باشد

همانطور که در ابتدای مبحث گفته شد در مورد امواج فروسرخ حفاظت شبکیه هم برای ما مهم است همان طور که ما شدت موثر داشتیم تابندگی موثر هم داریم که حاصلضرب $L.R\lambda$ بدست می آید. Rاز کلمه Retin به معنی شبکیه آمده است در حفاظت از شبکیه بر اساس فرمول (3 و4) فقط طیف فروسرخ A برای ما مهم است برای همین بازه $770nm<\lambda<1400nm$ را مورد استفاده قرار می دهیم. برای حفاظت قرنیه وعدسی کل بازه طول موجی فروسرخ یعنی از 770 نانومتر تا 3000 نانومتر برای ما اهمیت داشت.

در کتابچه OEL ویرایش سال 1391 جداول $R\lambda$ وجود ندارد این جداول را می توان در کتابچه ACGIHمشاهده کرد . بیشترین میزان $R\lambda$ در طول موج 700 نانومتر وجود دارد که نزدیک به یک می باشد که خطرناکترین طول موج فرو سرخ است.این میزان برای طول موج 1400 نانومتر حدود 0،02 است.

برای مادون قرمز دو حد گذاشته شده است اگر زمان مواجهه کمتر از 1000 ثانیه باشد از رابطه ذیل برای حفاظت قرنیه و عدسی استفاده میشود.(فرمول 1)

$$\sum_{770}^{3000} E_\lambda .\Delta\lambda \le 1.8t^{-0.75}\ \mathrm{W/cm^2}$$

در صورتی که زمان مواجهه بیش از 1000 ثانیه میزان پرتو گیری مجاز قرنیه و عدسی از رابطه زیر استفاده می شود(فرمول 2)

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} .\Delta\lambda \leq 0.01 \ \mathrm{W/cm^2}$$

دراین دو رابطه λ Δفواصل طول موجی است کهبرای اندازه گیری استفاده می نماییم مثلا پنج لاندا، پنج لاندا یا ..... که عملا دستگاههای ما قابلیت اندازه گیری این پارامتر را ندارند چون فقط E کل را می دهند. در این دو فرمول طول موج حد بالا 3000 نانومتر در نظر گرفته شده و بالاتر از آن لحاظ نشده است دلیل این امر این است که در طول موج بالای 3000 وارد بحث لیزر های مادون قرمز می شویم که خود بحث جداگانه ای است و در خصوص خود اشعه فرو سرخ ریسک جدی مطرح نمی باشد.

در خصوص میزان زمان مجاز مواجهه شبکیه مدت زمان طبق استاندارد به کمتر یا بیشتر از 810 ثانیه تقسیم گردیده و از رابطه ذیل قابل محاسبه است نکته حائز اهمیت در این فرمول بازه 1400-770 که عملا بازه IRA است زیرا در بالاتر از 1400 نانومتر ریسک چندانی برای شبکیه وجود ندارد پس در فرمول این بخش حذف گردیده . برای زمان مواجهه کمتر از 810 ثانیه از (فرمول3) استفاده می شود

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} .R\lambda.\Delta\lambda \leq \frac{3.2}{\alpha \times t^{.0.25}}$$

برای زمان مواجهه بیشتر از 810 ثانیه (فرمول4)

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} .R\lambda.\Delta\lambda \leq \frac{6}{\alpha}$$

در فرمول های فوق نحوه بدست آوردن α یا زاویه رویت یا دید بر حسب میلی رادیان بدین صورت است که برای منابع دایره ای شکل قطر منبع را تقسیم بر فاصله منبع تا چشم یا دتکتور دستگاه می نماییم

حال اگر منبع مستطیل شکل باشد میانگین طول وعرض تقسیم بر فاصله چشم تا دریافت کننده می کنیم

$$\alpha(rad) \leq \frac{l+w}{2r}$$

در آخر به این نکته می پردازیم که با تجهیزات فعلی که در آزمایشگاههای بهداشت حرفه ای موجود است چگونه می توان اندازه گیری را انجام داد برای این کار برای عدسی و قرنیه ابتدا E را در بازه IRA و IRBبا دستگاه قرائت می نماییم وجمع Eدو عدد($E_{IRA}+E_{IRB}$) را به جای

$$E_{\lambda}.\Delta\lambda$$

در فرمول توضیح داده شده می گذاریم. در مورد شبکیه میزان Eقرائت شده توسط دستگاه سنجش IRA (همان طور که توضیح داده شد در مورد شبکیه فقط ناحیه IRA اهمیت دارد) به جای

$$L_{\lambda}.R\lambda.\Delta\lambda$$

قرار می دهیم به این دلیل که دستگاههای ما قابلیت اندازه گیری پارامتر های بالا را ندارند در این صورت هم ما یک تخمین محتاطانه و سخت گیرانه خواهیم داشت با بیشترین$R\lambda$که معادل یک است.

دقت شود اگر دستگاه شما مانند دستگاه شرکت هاگنر شدت را برحسب وات بر متر مربع بدهد باید به میلی وات بر سانتی متر مربع تبدیل نماییم چون استاندارد کتابچه OEL بر اساس میلی وات بر سانتی متر مربع بیان شده . در صورت عدم دقت در تبدیل واحد ممکن است تخمین اشتباه زده شود.

Model
EC 1
IR
0.00
W/m²
x 1000
x 100
x 10
x 1
HOLD
Hagner
Made in Sweden
Angular response
To switch Off Open sensor lid. To switch OFF close cover On/Off switch magnet →
Overrange. If only a 1 is displayed at the far left of display select a higher range. Instrument cannot be overloaded at any range.
Measurement. Multiply display reading by factor opposite range selected.
Hold function. Measured value is held on display as long as "HOLD" button is kept depressed. Useful when level is low or it is important to avoid casting a shadow on the sensor.
Low battery. When "LOBAT" appears on display, change battery within 20 hours of use. Important. Use only alkaline battery (9V, type PP3). When replacing coverplate, first fit it under two bosses at lower edge of case before it is let down.
Maintenance. Occasionally clean plastic surface of light sensor with a lightly dampened cloth.
Calibration. Normally not necessary. When in doubt, return meter to supplier for control.
Instr. No: 50186
CE
SWEDISH PATENT NR 7 810 263 US PATENT NR 4 250 394
PAT. PEND. 7-810-7 OTHER