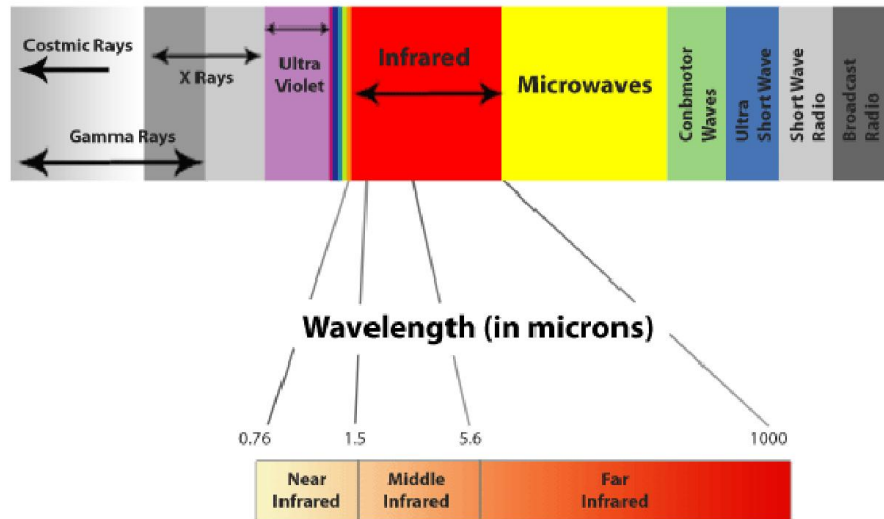




# ارزیابی پرتوهای مادون قرمز



گردآوری:

مهندس علیرضا حریری کارشناس مسئول بهداشت حرفه ای

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

مریم علیپور: کارشناس برنامه پرتوهای معاونت بهداشتی

ارزیابی پرتوهای فروسرخ IR در دو حوزه ۱- حفاظت قرنیه و عدسی ۲- حفاظت شبکه انجام می پذیرد

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

IR-A 0.78-1.4  $\mu\text{m}$

IR-B 1.3-3  $\mu\text{m}$

IR-C 3- 1000  $\mu\text{m}$

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 ۱۰ ثانیه باشد عملاً 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

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

۲- تابندگی موثر یا رادیانس موثر

۳- شدت

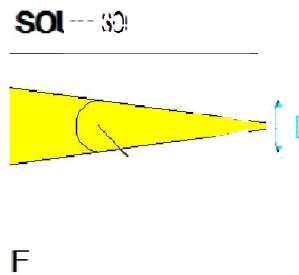
۴- شدت موثر

تجهیزاتی که جهت ارزیابی این امواج در بهداشت حرفه ای وجود فقط شدت را اندازه می گیرد و تابندگی 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  $L=E.4\pi^2/\pi F^2$  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 و I 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 F و I هم بر حسب سانتی متر باشد.

حال فرمول  $L = E \cdot 4r^2 / \pi F^2$  را توضیح می دهیم در این فرمول E و F 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 ۱۰۰۰ ثانیه بیشتر باشد باید پرتوگیری از ۱۰ میلی وات بر سانتی متر مربع کمتر باشد

همانطور که در ابتدای مبحث گفته شد در مورد امواج فروسرخ حفاظت شبکه هم برای ما مهم است همان طور که ما شدت موثر داشتیم تابندگی موثر هم داریم که حاصل ضرب  $L \cdot R \lambda$  بدست می آید. R از کلمه Retin به معنی شبکه آمده است در حفاظت از شبکه بر اساس فرمول (۳ و ۴) فقط طیف فروسرخ A برای ما مهم است برای همین بازه  $770\text{nm} < \lambda < 1400\text{nm}$  را مورد استفاده قرار می دهیم. برای حفاظت قرنیه وعدسی کل بازه طول موجی فروسرخ یعنی از ۷۷۰ نانومتر تا ۳۰۰۰ نانومتر برای ما اهمیت داشت.

در کتابچه OEL ویرایش سال ۱۳۹۱ جداول  $R \lambda$  وجود ندارد این جداول را می توان در کتابچه ACGIH مشاهده کرد. بیشترین میزان  $R \lambda$  در طول موج ۷۰۰ نانومتر وجود دارد که نزدیک به یک می باشد که خطرناکترین طول موج فرو سرخ است. این میزان برای طول موج ۱۴۰۰ نانومتر حدود ۰،۰۲ است.

برای مادون قرمز دو حد گذاشته شده است اگر زمان مواجهه کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه باشد از رابطه ذیل برای حفاظت قرنیه و عدسی استفاده میشود. (فرمول ۱)

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 1.8t^{-0.75} \text{ W/cm}^2$$

در صورتی که زمان مواجهه بیش از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتو گیری مجاز قرنیه و عدسی از رابطه زیر استفاده می شود (فرمول ۲)

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

در این دو رابطه  $\Delta \lambda$  فواصل طول موجی است که برای اندازه گیری استفاده می نماییم مثلا پنج لاند، پنج لاند 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 ۳۰۰۰ نانومتر در نظر گرفته شده و بالاتر از آن لحاظ نشده است دلیل این امر این است که در طول موج بالای ۳۰۰۰ 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 شبکه مدت زمان طبق استاندارد به کمتر یا بیشتر از ۸۱۰ ثانیه تقسیم گردیده و از رابطه ذیل قابل محاسبه است نکته حائز اهمیت در این فرمول بازه ۷۷۰-۱۴۰۰ که عملا بازه IRA است زیرا در بالاتر از ۱۴۰۰ نانومتر ریسک چندانی برای شبکه وجود ندارد پس در فرمول این بخش حذف گردیده . برای زمان مواجهه کمتر از ۸۱۰ ثانیه از (فرمول ۳) استفاده می شود

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

(فرمول ۴)

برای زمان مواجهه بیشتر از ۸۱۰ ثانیه

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

در فرمول های فوق نحوه بدست آوردن  $\alpha$  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 دکتور دستگاه می نماییم

حال اگر منبع مستطیل شکل باشد میانگین طول و عرض 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 IRB با دستگاه قرائت می نماییم و جمع E دو عدد (E IRA+E IRB) را به جای

$$E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

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

$$L_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

قرار می دهیم به این دلیل که دستگاههای ما قابلیت اندازه گیری پارامترهای 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 بر حسب 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/m<sup>2</sup>

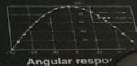
x 1000  
x 100  
x 10  
x 1

HOLD



Hagner®

Made in Sweden



Angular response

To switch ON Open cover  
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

UK PATENT No 2,191,283 US PATENT No 4,783,704  
SWEDISH PATENT No 8,503,388-7 OTHER PATENT