



سازمان اسناد و کتابخانه ملی  
جمهوری اسلامی ایران  
مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور  
دفتر امور حفاظت در برابر اشعه



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



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشگاه محیط زیست

# راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش

صلى الله عليه وسلم





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



سازمان انرژی اتمی ایران  
مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور  
دفتر امور حفاظت در برابر اشعه



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
پژوهشگاه محیط زیست

# راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش

## الزامات، دستورالعمل ها و، نمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشگاه محیط زیست

دفتر امور حفاظت در برابر اشعه

زمستان ۱۳۹۲

نام کتاب: راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش

تهیه کننده پیش نویس: دکتر محمد صادق حسنونند

ناشر: پژوهشکده محیط زیست

تاریخ و نوبت چاپ: زمستان ۹۲ نوبت اول

**عنوان و نام پدیدآور:** راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش: الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار / [تهیه کننده] مرکز سلامت محیط و کار، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ کمیته فنی تدوین راهنما کاظم ندافی... [و دیگران].

**مشخصات نشر:** وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشتی، ۱۳۹۳.

**مشخصات ظاهری:** ۵۲ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).

**شابک:** ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۳۷-۵۳-۳

**وضعیت فهرست نویسی:** فیا

**یادداشت:** کمیته فنی تدوین راهنما کاظم ندافی، مسعود یونسیان، حسین جباری، شیدا ملک افضلی، سیدرضا غلامی، ...

**عنوان دیگر:** الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار.

**موضوع:** تشعشع ماورای بنفش

**موضوع:** تشعشع - اندازه گیری

**موضوع:** تشعشع ماورای بنفش - بهداشت

**شناسه افزوده:** ندافی، کاظم، ۱۳۳۹ -

**شناسه افزوده:** ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز سلامت محیط و کار

**شناسه افزوده:** دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. پژوهشکده محیط زیست

**شناسه افزوده:** ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. معاونت بهداشتی

**رده بندی کنگره:** QC ۴۵۹/۲ ۱۳۹۲

**رده بندی دیویی:** ۵۳۵/۰۱۴

**شماره کتابشناسی ملی:** ۳۳۵۹۷۲۱

- عنوان گایدلاین: راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش
- کد الزامات: ۱-۶۰۳-۲۰۲۰-۲۰۵۰۲۰۲
- تعداد صفحات: ۶۰

### مرکز سلامت محیط و کار:

شهرک قدس - بلوار فرحزادی - بلوار ایوانک - ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - بلوک A - طبقه ۱۱ - واحد شمالی  
 تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰  
<http://markazsalamat.behdasht.gov.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 کاظم ندافی	استاد/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر مسعود یونسیان	استاد/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر محمد رضا کاردان	استادیار/ عضو کمیته	سازمان انرژی اتمی ایران
دکتر حسین جباری	استادیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر نوشین راستکاری	دانشیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس شیدا ملک‌افضلی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس سیدرضا غلامی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس محبوبه قوچانی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس علی گورانی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس مریم قنبریان	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه مومنی‌ها	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر محمدصادق حسونند	کارشناس/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران

از جناب آقای دکتر محمدصادق حسونند که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند سپاسگزای می گردد.

## فهرست مطالب

### پیشگفتار

مقدمه

۱

۱- پرتوها

۲

۱-۱- تعریف پرتو و انواع آن

۲

۱-۲- پرتوهای فرابنفش

۳

۱-۲-۱- انواع پرتوهای فرابنفش

۳

۱-۳- منابع انتشار پرتوهای فرابنفش

۵

۱-۳-۱- منبع طبیعی

۵

۱-۳-۲- منابع انسان ساخت

۵

۱-۴- عوامل مؤثر بر میزان پرتوهای فرابنفش

۵

۱-۴-۱- میزان فاصله خوردشید از کره زمین

۶

۱-۴-۲- عرض جغرافیایی

۶

۱-۴-۳- پوشش ابر

۶

۱-۴-۴- ارتفاع از سطح دریا

۶

۱-۴-۵- ازن استراتوسفری

۷

۱-۴-۶- بازتابش سطوح مختلف

۷

۱-۵- اثرات بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش

۷

۱-۵-۱- اثرات پرتو فرابنفش بر پوست

۷

۱-۵-۲- آفتاب سوختگی، برنزه شدن و پیری زودرس پوست

۸

۱-۵-۲-۱- سرطان پوست

۸

۱-۵-۲-۱-۱- سرطان پوست غیر ملانومی (NMSC)

۹

۱-۵-۲-۱-۲- ملانوم بدخیم (MM)

۱۰

۱-۵-۳- اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم

۱۱

- ۱-۵-۴ اثرات پرتوهای فرابنفش بر سیستم ایمنی ۱۳
- ۲- روش های سنجش پرتوهای فرابنفش ۱۳
- ۳- محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) ۱۴
- ۳-۱ تاریخچه گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۱۴
- ۳-۲ اهمیت شاخص پرتوهای فرابنفش ۱۵
- ۳-۳ سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش مرتبط با سلامت انسان ۱۵
- ۳-۳-۱ تفسیر سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش و راهکارهای محافظتی ۱۶
- ۳-۴ محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش ۱۸
- ۳-۴-۱ محاسبه UVI برای داده های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن ۱۸
- ۳-۴-۲ محاسبه UVI برای داده های حاصل از آشکارسازهای پرتو فرابنفش ۱۹
- ۳-۵ گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۱
- ۳-۵-۱ نمایش گرافیکی UVI و کد رنگ های مورد استفاده جهت بیان UVI ۲۳
- ۳-۶ مثال هایی برای محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۴
- ۳-۷ اقدامات عملی ساده جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش ۳۵
- ۳-۷-۱ اجتناب از آفتاب سوختگی ۳۵
- ۳-۷-۲ اجتناب از برنزه کردن طبیعی و مصنوعی ۳۵
- ۳-۷-۳ استفاده متناوب از کرم ضد آفتاب ۳۵
- ۳-۷-۴ استفاده از لباس های مناسب ۳۶
- ۳-۷-۵ استفاده از کلاه های مناسب ۳۶
- ۳-۷-۶ استفاده از عینک های آفتابی ۳۷
- ۳-۷-۷ قرار گرفتن در سایه ۳۸
- ۳-۷-۸ دریافت ویتامین D از روش های سالم تر ۳۸
- ۳-۷-۹ آگاهی از مقدار UVI ۳۸
- ۳-۸ مفاهیم آموزشی و اجرای عملی آنها ۳۸



- ۳۹ ۱-۸-۳ مهمترین مخاطبان هدف و زمینه های محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش
- ۳۹ ۲-۸-۳ ساختارهای شبکه ای و اتحادیه ها
- ۴۰ ۳-۸-۳ نقش سازمان های دولتی
- ۴۰ ۱-۳-۸-۳ آموزش
- ۴۱ ۲-۳-۸-۳ ارزیابی
- ۴۱ ۳-۳-۸-۳ تدوین استانداردها
- ۴۱ ۴-۸-۳ استفاده از پتانسیل رسانه ها
- ۴۲ ۵-۸-۳ راهبردهای مفید جهت آموزش همگانی
- ۴۲ ۶-۸-۳ ارزیابی اثربخشی بسیج امکانات (کمپین) UVI
- ۴۲ ۹-۳ حقایق و باورهای نادرست در رابطه با پرتوهای فرابنفش
- ۴۴ ۴- پیوست ۱: پیوندهای اینترنتی سازمان های گزارش کننده UVI
- ۴۹ ۵- منابع

## فهرست جداول

- جدول ۱. طیف طول موج انواع پرتوهای فرابنفش ۳
- جدول ۲. اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم ۱۲
- جدول ۳. طبقه بندی شاخص پرتوهای فرابنفش، میزان اثر بهداشتی هر دسته و رنگ های متناظر ۱۶
- جدول ۴. دستورالعمل های محافظتی مرتبط با هر سطح از شاخص پرتوهای فرابنفش ۱۷
- جدول ۵. مشخصات بین المللی رنگ های مورد استفاده جهت بیان UVI ۲۴
- جدول ۶. حقایق و باورهای نادرست رایج در رابطه با پرتوهای فرابنفش ۴۳

## فهرست شکل ها

- شکل ۱. شمایی از انواع پرتوها و طول موج های مربوطه ۲
- شکل ۲. شمایی از سرطان سلول های پایه (BCC) ۹
- شکل ۳. شمایی از سرطان سلول های سنگفرشی (SCC) ۱۰
- شکل ۴. شمایی از ملانوم بدخیم ۱۱
- شکل ۵. شمایی از مراحل محاسبه و گزارش دهی UVI داده های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن ۲۰
- شکل ۶. شمایی از مراحل محاسبه و گزارش دهی UVI داده های حاصل از آشکارسازها ۲۱
- شکل ۷. نمونه هایی از نمایش گرافیکی UVI ۲۳
- شکل ۸. نمونه ای از کلاه های مناسب مورد استفاده جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش ۳۷

## پیشگفتار

همه انسان‌ها از طریق مواجهه با نور خورشید و بسیاری از منابع انسان ساخت مورد استفاده در صنعت، تجارت و تفریح در معرض پرتوهای فرابنفش می‌باشند.

پرتوهای فرابنفش به محدوده‌ای از امواج الکترومغناطیس با طول موج ۴۰۰ - ۱۰۰ نانومتر اطلاق می‌شوند که در طیفی بین پرتوهای ایکس و نور مرئی قرار دارند. این پرتوها از دسته پرتوهای پرانرژی بوده و بیشتر خواص و کاربردهای آن بواسطه همین انرژی زیاد می‌باشند. بدلیل نزدیک بودن انرژی پرتوهای فرابنفش به انرژی موجود در پیوندهای ترکیبات آلی، این پرتوها بر ترکیبات فوق اثر گذاشته و باعث گسستن پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید می‌شود. پیوندهای دوگانه یا سه گانه بین اتم‌های ترکیبات آلی (پیوندهای بین کربن و دیگر اتم‌ها) مستعدترین پیوندهای آسیب‌پذیر توسط پرتوهای فرابنفش می‌باشند.

پرتوهای فرابنفش یکی از عوامل عمده‌ی خطر برای اکثر سرطان‌های پوست و آب مروارید (کاتاراکت) می‌باشند. بر اساس مطالعات معتبر اپیدمیولوژیک، تنها فاکتور خطر مهم در ایجاد بدخیمی‌های پوست، قرار گرفتن بیش از حد در معرض تابش پرتوهای فرابنفش خورشید است. در اکثر کشورهای دنیا سرطان بدخیم پوست شایع‌ترین سرطان گزارش شده است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ میلادی در مجموع ۱۳۶۲۷۶۶۹ نفر در جهان به این بیماری مبتلا شده‌اند. از دهه ۱۹۶۰ هر ساله چهار تا هشت درصد بر میزان شیوع سرطان سلول سنگفرشی افزوده شده است. میزان بروز سرطان سلول پایه در افراد جوانتر در حال افزایش است که علت آن احتمالاً افزایش قرار گرفتن در معرض نور خورشید و برنزه شدن با وسایلی که پرتوهای فرابنفش A یا B از خود ساطع می‌کنند، می‌باشد.

در ایران، براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۲ میلادی، حدود ۲۹۰۰۰ سال عمر از دست رفته منتسب به پرتوهای فرابنفش محیطی محاسبه شده است.

با توجه به تاثیر پرتوهای فرابنفش خورشیدی بر سلامت انسان مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی با همکاری پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و دفتر امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی اقدام به ایجاد سامانه سنجش و اطلاع رسانی پرتوهای فرابنفش خورشیدی نموده است تا با اطلاع رسانی و آموزش همگانی زمینه حفاظت مردم را در برابر این پرتوها فراهم نماید. این راهنما بمنظور طراحی سیستم نرم افزاری این سامانه تهیه گردیده است تا بر اساس آن چگونگی تبدیل داده‌های گردآوری شده به اطلاعات مورد استفاده مردم، تعیین گردد.

## مقدمه

قرن بیستم قرن جایگزینی بیماری های غیر واگیر به جای بیماری های واگیر بوده است به گونه ای که در حال حاضر ۶۰ درصد از علل مرگ و میر رخ داده در جهان ناشی از بیماری های غیر واگیر می باشد (۱).

پرتوهای فرابنفش یکی از عوامل عمده ی خطر برای اکثر سرطان های پوست و آب مروارید (کاتاراکت) می باشند (۲). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک که توسط انجمن بین المللی تحقیق سرطان در سال ۱۹۹۲، سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۹۴، Scotto و همکاران در سال ۱۹۹۶ و گروه مشاوره پرتوهای غیر یونیزان در سال ۲۰۰۲ انجام شده است تنها فاکتور خطر مهم زیست محیطی در ایجاد بدخیمی های پوست، تابش بیش از حد پرتوهای فرابنفش خورشید است. در اکثر کشورهای دنیا سرطان بدخیم پوست شایع ترین سرطان گزارش شده است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ میلادی در مجموع ۱۳۶۲۷۶۶۹ نفر در جهان به این بیماری مبتلا شده اند. از دهه ۱۹۶۰ هر ساله چهار تا هشت درصد بر میزان شیوع سرطان سلول سنگفرشی افزوده شده است. میزان بروز سرطان سلول پایه در افراد جوانتر در حال افزایش است که علت آن احتمالاً افزایش قرار گرفتن در معرض نور خورشید و برنزه شدن با وسایلی که پرتوهای فرابنفش A یا B از خود ساطع می کنند، می باشد (۳).

در ایران، بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۲ میلادی، حدود ۲۹۰۰۰ سال عمر از دست رفته متناسب به پرتوهای فرابنفش محیطی محاسبه شده است (۴). بر اساس گزارش کشوری ثبت موارد سرطانی، شایعترین سرطان در ایران سرطان پوست می باشد. سرطان پوست در سال ۱۳۸۲، ۱۵/۷٪، در سال ۱۳۸۳، ۱۵/۵٪، در سال ۱۳۸۴، ۱۵/۱٪، در سال ۱۳۸۵، ۱۴/۷٪، در سال ۱۳۸۶، ۱۴/۷٪ و در سال ۱۳۸۷ حدود ۱۳٪ کل سرطان های گزارش شده را تشکیل داده است (۵).

شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) مقدار پرتوهای فرابنفش خورشیدی را در سطح زمین و اقدامات بهداشتی متناسب با میزان پرتوهای فرابنفش را بیان می کند. این شاخص یک ابزار ساده و قابل فهم جهت محافظت عموم مردم در برابر پرتوهای فرابنفش خورشیدی می باشد.

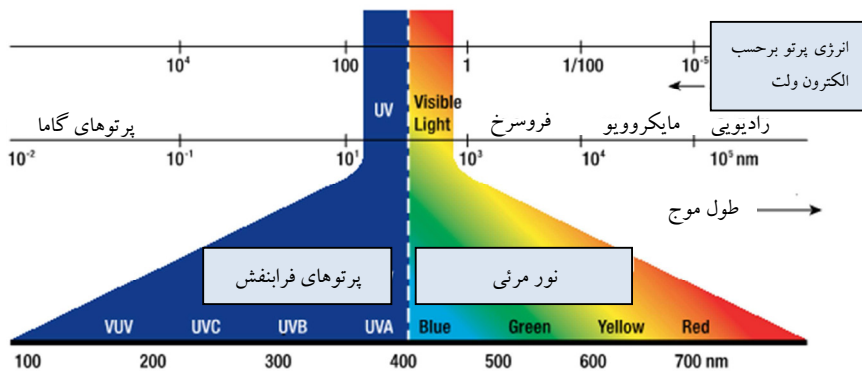
در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ توسط Kyle و همکاران با حمایت EPA صورت گرفت مشخص گردید که به ازای هر یک دلار هزینه آموزش، افزایش آگاهی و اطلاع رسانی در رابطه با پرتوهای فرابنفش حدود دو تا چهار دلار از هزینه های درمان عمومی مردم ذخیره می شود (۶). امید است ارائه رهنمود حاضر تا حدودی سبب پیشگیری از اثرات نامطلوب مواجهه هموطنان عزیزمان با پرتوهای

فرابنفش گردد. لازم به ذکر است که بهبود حفاظت مردم در برابر پرتوهای فرابنفش خورشیدی و کاهش بار بیماری های منتسب به این عامل خطر محیطی از اهداف کلان موجود در اسناد بالادستی نظیر نقشه تحول نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران می باشد (۷).

## ۱- پرتوها

### ۱-۱- تعریف پرتو و انواع آن

پرتو یا تشعشع عبارت است از انرژی که به صورت امواج الکترومغناطیسی یا ذرات در خلاء یا در محیط مادی منتشر می شود. برخی از پرتوها دارای جرم و بعضی فاقد آن می باشند و با توجه به میزان انرژی، دارای قدرت نفوذ متفاوت در ماده هستند (شکل ۱) (۸-۹).



شکل ۱. شمایی از انواع پرتوها و طول موج های مربوطه

پرتوها به صورت کلی به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) پرتوهای یون ساز (یونیزان)

دسته ای از پرتوها هستند که قابلیت یون سازی (تبدیل اتم به یون) دارند. پرتوهای ایکس، گاما، آلفا و بتا نمونه هایی از پرتوهای یون ساز می باشند. این پرتوها در صورت برخورد با بافت زنده می توانند تغییراتی در مولکول های DNA بدن ایجاد نموده و حتی می توانند منجر به بیماری هایی چون سرطان، آب مروارید و مرگ گردند.

ب) پرتوهای غیر یون ساز (غیر یونیزان)  
این پرتوها دارای انرژی کافی برای یونیزاسیون نمی باشند و شامل پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، پرتو فرسرخ، امواج ماکروویو و امواج رادیویی می باشند (۹-۱۰).

### ۲-۱ پرتوهای فرابنفش

پرتوهای فرابنفش خورشیدی یکی از مهمترین عوامل خطر زیست محیطی در تمام دنیا محسوب می شوند. همه انسان ها از طریق مواجهه با نور خورشید و بسیاری از منابع انسان ساخت مورد استفاده در صنعت، تجارت و تفریح در معرض پرتوهای فرابنفش می باشند (۱۱).  
پرتوهای فرابنفش به محدوده ای از امواج الکترومغناطیسی با طول موج  $400 - 100 \text{ nm}$  اطلاق می شوند که در طیفی بین پرتوهای ایکس (X-Ray) و نور مرئی قرار دارند. این پرتوها از دسته پرتوهای پرانرژی بوده و بیشتر خواص و کاربردهای آن بواسطه همین انرژی زیاد می باشند. بدلیل نزدیک بودن انرژی پرتوهای فرابنفش به انرژی موجود در پیوندهای ترکیبات آلی، این پرتو بر روی ترکیبات فوق اثر گذاشته و باعث گسستن پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید می شود. پیوندهای دو گانه یا سه گانه بین اتم های ترکیبات آلی (پیوندهای بین کربن و دیگر اتم ها) مستعدترین پیوندهای آسیب پذیر توسط پرتوهای فرابنفش می باشند.

### ۱-۲-۱ انواع پرتوهای فرابنفش

پرتوهای فرابنفش به سه طیف تقسیم می شوند (جدول ۱).

جدول ۱. طیف طول موج انواع پرتوهای فرابنفش

طول موج (nm)	پرتوهای فرابنفش
۳۱۵-۴۰۰	UVA
۲۸۰-۳۱۵	UVB
۱۰۰-۲۸۰	UVC

برخی دیگر از محققین طول موج های کمتر از  $180 \text{ nm}$  (و برخی  $100 \text{ nm}$ ) را ناحیه پرتو فرابنفش خلاء<sup>۱</sup> می نامند زیرا بلافاصله در هوا جذب می گردند. پرتوهای فرابنفش در طیف گسترده ای از فرایندهای صنعتی و پزشکی و برای مقاصد آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می گیرند.

<sup>۱</sup> Vacuum UV (VUV)

### پرتو فرابنفش با طول موج بلند یا پرتو UVA

حدود ۹۵ درصد پرتو فرابنفش خورشیدی در سطح زمین از پرتو UVA تشکیل شده است. این ناحیه با طول موج ۴۰۰ - ۳۱۵ nm به ناحیه فلورسانس معروف است. پرتو UVA توسط اتمسفر جذب نمی شود. بنابراین پرتوهای فرابنفش به سطح زمین رسیده تا حدود زیادی از پرتو UVA همراه با جزء کوچکی از پرتو UVB تشکیل شده است. میزان این طیف از پرتو فرابنفش در نور آفتاب، قوس الکتریکی و چراغ های الکتریکی معمولی نیز یافت می شود. پرتوهای لامپ فلورسنت در این ناحیه قرار دارد. پرتو UVA نسبت به پرتو UVB به عمق بیشتری از پوست نفوذ می کند و قرار گرفتن در معرض مقادیر زیاد آن می تواند سبب آسیب غیر مستقیم به DNA، پیری پوست، سرطان پوست و آسیب به چشم ها شود (۱۲).

### پرتو فرابنفش با طول موج متوسط یا UVB

طول موج پرتو UVB بین ۲۸۰ تا ۳۱۵ نانومتر است. پرتو UVB کمتر از پرتو UVA در پوست نفوذ می کند و مقدار بیشتر آن توسط لایه خارجی پوست جذب می شود. احتمال آفتاب سوختگی توسط پرتو UVB بیشتر بوده و عامل شروع سرطان پوست است. تقریباً تمام پرتو UVC و حدود ۹۰ درصد از پرتو UVB پس از عبور از اتمسفر، توسط ازن، بخار آب، اکسیژن و دی اکسید کربن جذب می شود. ازن بزرگترین جذب کننده پرتو UVB است. شدت پرتو UVB در سطح زمین به شدت وابسته به میزان ازن موجود در جو و ضخامت لایه ازن است. این پرتو در نور چراغ، بخار جیوه و قوس الکتریکی با الکترودهای فلزی نیز وجود دارد.

### پرتو فرابنفش با طول موج کوتاه یا UVC

پرتو UVC مضرترین نوع تابش فرابنفش است، اما توسط لایه ازن (در مناطقی که لایه ازن سوراخ نشده باشد) بصورت کامل حذف می شود و به سطح زمین نمی رسد. اگرچه آسیب مداوم به لایه ازن توسط ترکیبات کلروفلوروکربن و گازهای هالون ممکن است به تابش UVC اجازه دهند تا به سطح زمین برسد. این مساله به علت نازک شدن لایه ازن یک مشکل بالقوه در استرالیا است. این ناحیه با طول موج بین ۲۸۰ - ۱۰۰ nm فقط در قوس الکتریکی وجود دارد. بنابراین آسیب های بهداشتی پرتوهای فرابنفش در سطح زمین عمدتاً ناشی از UVA (حدود ۹۰ درصد) و UVB (حدود ۱۰ درصد) می باشد. سطوح دریافت شده پرتو UVA در سطح زمین نسبت به UVB ثابت تر بوده و از اوقات متفاوت روز یا سال تاثیر نمی گیرد.

### ۳-۱ منابع انتشار پرتوهای فرابنفش

منابع انتشار پرتوهای فرابنفش به دو گروه طبیعی و انسان ساخت تقسیم می شوند:

#### ۱-۳-۱ منبع طبیعی

خورشید بعنوان منبع طبیعی تابش کننده پرتوهای فرابنفش در میزان پرتوهای نوری دریافتی نقش اصلی را دارد. خورشید تمام طیف پرتوهای فرابنفش را تابش می کند. لایه ازن مقدار زیادی از شدت پرتو را کاهش داده و در نتیجه هنگامی که پرتوهای خورشید به زمین می رسند قابل تحمل می گردد.

#### ۲-۳-۱ منابع انسان ساخت

عمده ترین منابع انسان ساخت که ممکن است مقادیر خطرناکی از پرتوهای فرابنفش را تولید کنند در گروه های ذیل طبقه بندی می شوند:

- منابع ملتهب یا گداخته همچون تنگستن که عمدتاً مخاطره آمیز نیستند.
- لامپ جیوه ای فشار پایین، متوسط و بالا که لامپ فشار پایین اغلب به عنوان لامپ گندزدا و میکروپ کش استفاده می شوند. لامپ جیوه ای اساساً برای روشنایی کاربرد دارد.
- لامپ گزنون که در عکاسی و همچنین بعنوان شیشه ساز خورشیدی استفاده می شود.
- تخلیه کننده های الکتریکی: منابع قوس الکتریکی (جوشکاری) می توانند برای شبکیه چشم شدت خطرناک باشند.
- لامپ های فلورسنت: لامپ های خورشیدی فلورسنت اغلب پرتو UVB و لامپ های لوله ای فلورسنت عمدتاً پرتو UVA منتشر می کنند.

نکته: لازم به ذکر است که این رهنمود مختص پرتوهای فرابنفش منتشره از منبع طبیعی (نور خورشید) می باشد و از این به بعد در هر جا که به پرتوهای فرابنفش اشاره شده است منظور پرتوهای فرابنفش حاصل از نور خورشید می باشد.

### ۴-۱ عوامل مؤثر بر میزان پرتوهای فرابنفش

عوامل مؤثر بر میزان پرتوهای فرابنفش عبارتند از (۱۱، ۱۳):



#### ۱-۴-۱ میزان فاصله خورشید از کره زمین

میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین بستگی به فاصله خورشید از کره زمین دارد و با توجه به اینکه این میزان فاصله در ماه‌های سال و ساعات روز متفاوت است شدت پرتوهای فرابنفش در ماه‌های سال و ساعات روز متغیر خواهد بود. به عبارت دیگر هر چه فاصله خورشید از کره زمین بیشتر باشد میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین بیشتر می‌باشد و بالعکس (در حدود دوم جولای، خورشید دارای بیشترین فاصله و در دوم ژانویه دارای کمترین فاصله با کره زمین است). در خارج از نواحی استوایی حداکثر تابش پرتوهای فرابنفش زمانی رخ می‌دهد که خورشید در دورترین فاصله قرار گیرد که حدود ظهر (ظهر آفتابی) در ماه‌های تابستان در نیمکره شمالی است. در طی فصل تابستان حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد از کل پرتوهای فرابنفش روزانه در ساعات ۱۱ صبح تا ۱۳، حدود ۶۰ درصد از پرتوهای فرابنفش بین ساعات ۱۰ صبح تا ۲ بعد از ظهر و تقریباً ۷۵ درصد از پرتوهای فرابنفش روزانه بین ساعات ۹ صبح تا ۱۵ بعد از ظهر دریافت می‌شود.

#### ۱-۴-۲ عرض جغرافیایی

هر چه به مناطق استوایی نزدیک تر شویم بر شدت پرتوهای فرابنفش افزوده می‌شود.

#### ۱-۴-۳ پوشش ابر

ابرها از طریق انعکاس، انکسار، جذب و تفرق پرتوهای فرابنفش سبب افزایش یا کاهش (که عمدتاً سبب کاهش) در پرتوهای فرابنفش در سطح زمین می‌شوند. در آسمان بدون ابر، پرتوهای فرابنفش در حداکثر میزان است اما حتی با وجود پوشش ابر، بخشی از پرتوهای فرابنفش به سطح زمین می‌رسد. به عبارت دیگر بیش از ۹۰٪ از پرتوهای فرابنفش خورشیدی می‌تواند از پوشش ابر روشن عبور نماید و به سطح زمین برسد.

#### ۱-۴-۴ ارتفاع از سطح دریا

به دلیل نازکتر بودن اتمسفر در ارتفاعات بالاتر، میزان جذب پرتوهای فرابنفش توسط لایه‌های اتمسفر کمتر بوده و میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین افزایش می‌یابد. در واقع به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین حدود ۱۰٪ تا ۱۲٪ افزایش می‌یابد (تقریباً به ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع، میزان پرتوهای فرابنفش چهار درصد افزایش می‌یابد).

#### ۱-۴-۵ ازن استراتوسفری

لایه ازن بخشی از پرتوهای فرابنفش را که به سطح زمین می رسد جذب می کند. سطح ازن در طول سال و حتی در طول یک روز متفاوت است.

#### ۱-۴-۶ بازتابش سطوح مختلف

پرتوهای فرابنفش توسط سطوح مختلف با مقادیر متفاوتی بازتابش یا پراکنده می شوند. پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده هم می توانند بسیار زیانبار باشند. ساحل شنی خشک حدود ۱۵٪، آب دریا ۲۵٪ و برف تمیز ۸۰٪ از پرتوهای فرابنفش را بازتابش می کند.

#### ۱-۵ اثرات بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش

پرتوهای فرابنفش خورشیدی یک عامل خطر محیطی مهم برای انسان است و اهمیت این عامل خطر با تخریب بیشتر لایه ازن، افزایش می یابد. مقادیر کم پرتوهای فرابنفش برای انسان سودمند و برای تولید ویتامین D ضروری می باشد. پرتوهای فرابنفش همچنین برای درمان برخی از بیماری ها نظیر راشیتیس، پسوریازیس و آگزما کاربرد دارد. این مسئله باید تحت نظر پزشک بوده و مزایای درمان در مقابل خطرات ناشی از قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش مورد قضاوت و مقایسه قرار گیرد (۱۱، ۱۳).

مواجهه طولانی مدت انسان با پرتوهای فرابنفش خورشیدی ممکن است منجر به ایجاد طیف وسیعی از عوارض بهداشتی حاد و مزمن مانند پیری زودرس پوست، سرطان پوست، واکنش های التهابی چشم، آب مروارید و ضعف سیستم ایمنی بدن شود. آفتاب سوختگی و برنزه شدن از شایعترین عوارض حاد شناخته شده مواجهه با تابش بیش از حد پرتوهای فرابنفش است. در دراز مدت، پرتوهای فرابنفش سبب تغییرات غیر قابل برگشت در سلول ها، بافت های فیبری و رگ های خونی می شوند که سبب پیری زودرس پوست خواهد شد. پرتوهای فرابنفش همچنین می تواند باعث واکنش های التهابی چشم شوند (۱۴).

#### ۱-۵-۱ اثرات پرتو فرابنفش بر پوست

پوست بزرگترین عضو بدن بوده و وظیفه آن ذخیره چربی، خنک نگه داشتن بدن و ساختن ویتامین D در بدن است و بدن را از عفونت، نور، از دست رفتن آب و سایر مایعات و جراحات محافظت می کند. پرتوهای فرابنفش به سادگی می توانند به پوست صدمه بزنند و این صدمه می تواند موجب

سرطان پوست شود. یک تصور غلط رایج است که تنها افراد با پوست روشن باید نگران تماس بیش از حد با نورخورشید باشند. در واقع پوست های تیره تر دارای رنگدانه محافظ ملانین بیشتری است و در نتیجه میزان بروز سرطان پوست در افراد تیره پوست کمتر است. اما با این حال، سرطان پوست ناشی از مواجهه با پرتوهای فرابنفش در افراد با پوست تیره هم رخ می دهد و متأسفانه اغلب در مرحله بعد که خطرناک تر است تشخیص داده می شود (۴-۲، ۱۱). در ذیل مهمترین اثرات پوستی ناشی از مواجهه با پرتوهای فرابنفش بیان شده اند:

### ۱-۵-۲ آفتاب سوختگی، برنزه شدن و پیری زودرس پوست

شناخته شده ترین اثر حاد مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش، برافروختگی<sup>۱</sup> (همان قرمز شدن پوست) است که به عنوان «آفتاب سوختگی» شناخته می شود. علاوه بر این، بسیاری از مردم در اثر تحریک تولید ملانین توسط پرتوهای فرابنفش برنزه می شوند که در عرض چند روز پس از مواجهه با پرتوهای فرابنفش رخ می دهد. در مراحل پیشرفته تریکی از اثرات با سازگاری مشخص کم، ضخیم تر شدن لایه های بیرونی پوست است که نفوذ پرتو را به داخل قسمت های عمیق تر پوست کاهش می دهد (۴، ۱۱، ۱۳).

بسته به نوع پوست، در افراد مختلف آستانه اولیه پوست برای بروز برافروختگی و توانایی برای سازگاری نسبت به پرتوهای فرابنفش بسیار متفاوت است.

تماس مزمن با پرتوهای فرابنفش باعث برخی از تغییرات تخریبی در سلول ها، رگ های خونی و بافت همبند پوست می شود که عبارتند از کک و مک و خال که در قسمت های رنگدانه ای پوست ایجاد می شود. انتشار رنگدانه های قهوه ای نیز یکی دیگر از این اثرات می باشد. پرتوهای فرابنفش همچنین پیری زودرس پوست را تسریع کرده و باعث از بین رفتن تدریجی خاصیت ارتجاعی پوست و در نتیجه چین و چروک، خشکی و زبری پوست می شود.

### ۱-۵-۲-۱ سرطان پوست

سرطان پوست یکی از شایع ترین و در عین حال قابل پیشگیری ترین سرطان ها است. سرطان پوست بیماری است که در آن سلول های بدخیم به طور نامنظم و فزاینده ای تکثیر و به طریقی از سیستم ایمنی و دفاعی بدن عبور می کنند. مهمترین رخداد اولیه در سرطان پوست، جهش در DNA سلول بر اثر مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی است که منجر به شروع تراریختگی سلول و سرطانی شدن

<sup>۱</sup> Erythema

آن می شود. با توجه به نوع سلول پوستی که دچار تراریختگی و سرطان شده است اشکال مختلفی از سرطان پوست وجود دارد که هر کدام نشانه ها و عوارض خاص خود را دارند (۳).

### ۱-۵-۲-۱- سرطان پوست غیر ملانومی (NMSC)

سرطان پوست غیر ملانومی<sup>۱</sup> شامل سرطان سلول‌های پایه (بازال یا BCC)<sup>۲</sup> و سرطان سلول‌های سنگفرشی (اپی تلیال یا SCC)<sup>۳</sup> است. این نوع سرطان‌ها به ندرت کشنده هستند اما درمان جراحی دردناکی داشته و اغلب اثراتی برجا می گذارند. تشخیص میزان بروز موقتی وقوع NMSC مشکل بوده چرا که ثبت قابل اعتماد چنین سرطان‌هایی هنوز دست یافتنی نیست. با این حال، مطالعاتی که در استرالیا، کانادا و ایالات متحده انجام گرفته است نشان می دهد که در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ شیوع NMSC به بیش از دو برابر افزایش یافته است. در مطالعه‌ای دیگر خطر ابتلا به NMSC با توجه به قرار گرفتن شخص در معرض خورشید مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که در بخش‌هایی از بدن مانند گوش‌ها، صورت، گردن، ساعد و بازوها که معمولاً در معرض پرتوهای فرابنفش هستند، NMSC شایع تر است. این به این معنی است که در طولانی مدت، تکرار مواجهه با پرتوهای فرابنفش، عامل اصلی ابتلا به NMSC می باشد. در برخی از کشورها رابطه‌ای مشخص بین افزایش بروز NMSC با کاهش عرض جغرافیایی (یعنی افزایش میزان پرتوهای فرابنفش) وجود دارد (۴، ۱۱).

سرطان سلول‌های بازال (BCC) (شکل ۲) شایع‌ترین نوع سرطان پوست به شمار می آید و نسبت به دیگر اشکال سلول‌های سرطانی پوست خطر کمتری دارد. سرطان سلول‌های بازال که در لایه اپیدرم (لایه خارجی پوست) قرار دارند سرعت رشد آرامی داشته و به ندرت گسترش می‌یابند. افرادی که پوست و موی روشن و چشم آبی، سبز و یا خاکستری دارند و همچنین اشخاصی که مشاغل آنها در فضای باز است و به طور متوالی در معرض پرتوهای فرابنفش هستند نیز از خطر بیشتری برای ابتلا به BCC پوست برخوردارند.



شکل ۲. شمایی از سرطان سلول‌های پایه (BCC)

<sup>۱</sup> Non-melanoma skin cancers (NMSC)

<sup>۲</sup> Basal cell carcinoma (BCC)

<sup>۳</sup> Squamous cell carcinoma (SCC)

سرطان سلول‌های سنگفرشی (شکل ۳) دومین شکل شایع سرطان پوست به شمار می‌رود که می‌تواند تمام بدن از جمله لایه‌های مخاطی را در بر گیرد. اکثر اشکال سرطان سلول‌های سنگفرشی مدت‌ها به لایه اپیدرم محدود می‌ماند و در صورت درمان نشدن به لایه‌های زیرین پوست راه یافته و بافت‌های دیگر را مورد تهاجم قرار می‌دهد. مواجهه‌ی مستمر اعضای بدن مانند صورت، گردن، اطراف گوش‌ها، پوست سر بدون پوشش مو، دست، شانه، پشت بدن و لب پایین دهان با پرتوهای فرابنفش از جمله علل ابتلا به این نوع سرطان است.



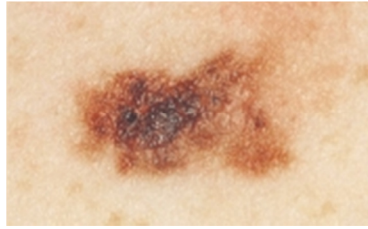
شکل ۳. شمایی از سرطان سلول‌های سنگفرشی (SCC)

#### ۱-۵-۲-۱ ملانوم بدخیم (MM)

سرطان ملانوم رشد بدخیم سلول‌های تولیدکننده‌ی ملانوم است. این سلول‌ها رنگدانه تیره پوست، مو، چشم و خال‌های بدن را تولید می‌کنند. از این رو تومورهای ملانوم اکثراً قهوه‌ای و یا سیاه رنگ هستند. ولی در موارد معدودی نیز سرطان‌های ملانوم رنگدانه تولید نکرده و به رنگ پوست صورتی-قرمز و یا بنفش ظاهر می‌شوند. ملانوم از خطرناک‌ترین انواع اشکال سرطان پوست به شمار می‌رود. این نوع سرطان اگر در مراحل ابتدایی تشخیص داده شود درمان قطعی آن امکان‌پذیر است. اما چنانچه حالت تهاجمی پیدا کرده و به سایر بافت‌های بدن سرایت کند درمان آن امکان‌پذیر نخواهد بود.

ملانوم بدخیم (MM)<sup>۱</sup>، اگر چه به مراتب بسیار کمتر از NMSC شایع است، اما از علل عمده مرگ و میر ناشی از سرطان پوست است. از اوایل دهه ۱۹۷۰، بروز MM به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. به عنوان مثال در ایالات متحده به طور متوسط در هر سال ۴٪ رشد داشته است. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که خطر ابتلا به ملانوم بدخیم به عواملی نظیر مشخصه‌های ژنتیکی و رفتار فرد در هنگام مواجهه با پرتوهای فرابنفش بستگی دارد.

<sup>۱</sup> Malignant melanoma (MM)



شکل ۴. شمایی از ملانوم بدخیم

اکثر اشکال سرطان پوست در نقاط برهنه بدن مانند صورت، دست، ساعد و گوش ایجاد می شود از این رو پوست باید در برابر پرتوهای فرابنفش محافظت شود.

### ۱-۵-۳ اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم

چشم به اندازه محل چرخش خود، در داخل فرورفتگی قرار دارد و توسط خط الراس ابرو، ابروها و مژه‌ها محافظت می شود. نور، انقباض مردمک و عکس العمل نیمه باز شدن چشم را برای به حداقل رساندن نفوذ پرتوهای فرابنفش به چشم فعال می کند. با این حال، اثربخشی این روش دفاع طبیعی در برابر خطرات ناشی از پرتوهای فرابنفش در برخی از شرایط مانند استفاده از تخت مخصوص حمام آفتاب و یا انعکاس پرتوهای فرابنفش توسط شن، ماسه، آب و برف محدود می باشد (۱۱).

اثرات حاد چشمی مواجهه با پرتوهای فرابنفش عبارتند از: فتوکراتیت<sup>۱</sup> و ورم ملتحمه<sup>۲</sup>. این واکنش های التهابی با آفتاب سوختگی پوست بسیار حساس مانند بافت کره چشم و پلک ها قابل مقایسه بوده و معمولاً چند ساعت پس از مواجهه با پرتوهای فرابنفش ظاهر می شوند. این دو اثر با اینکه بسیار دردناک اند، اما برگشت پذیراند و در طولانی مدت به آسیب چشم یا کاهش دید منتج نمی شوند. اشکال شدید فتوکراتیت شامل قوسی شدن چشم<sup>۳</sup> و برف کوری<sup>۴</sup> می باشند.

آب مروارید (کاتاراکت)<sup>۵</sup> یکی از عوامل مهم کوری در جهان است و مشخص شده است که حدود ۲ درصد از آب مرواریدها ناشی از مواجهه با پرتوهای فرابنفش می باشد. در این بیماری پروتئین های عدسی چشم دناتور<sup>۶</sup> شده و باعث تجمع رنگدانه ها و تاری عدسی می شود که در نهایت منجر به کاهش بینایی و کوری می شود. اگرچه آب مروارید با درجات متفاوتی در بسیاری از افراد با سنین

<sup>1</sup> Photokeratitis

<sup>2</sup> Photoconjunctivitis

<sup>3</sup> Arc-eye

<sup>4</sup> Snow blindness

<sup>5</sup> Cataract

<sup>6</sup> Denatured

بالا رخ می دهد، اما به نظر می رسد مواجهه با پرتوهای فرابنفش به ویژه پرتو UVB، یک عامل خطر عمده برای گسترش آب مروارید است.

جدول ۲. اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم

اثرات UVC بر چشم	اثرات UVB بر چشم	اثرات UVA بر چشم
آب مروارید	فوتوکراتیت	فوتوکراتیت
سرطان	التهاب قرنیه	التهاب قرنیه
	تورم ملتحمه	التهاب ملتحمه
	التهاب پلک ها	التهاب پلک ها
	سرطان	سرطان
	آب مروارید	

شواهد علمی نشان می دهد اشکال مختلف سرطان چشم بستگی به مدت زمان مواجهه با پرتوهای فرابنفش دارد. یکی از سرطان های بدخیم چشم ملانوم است که ناشی از پرتوهای فرابنفش می باشد. محل معمول این سرطان در پلک چشم است. احتمال ایجاد عوارض در چشم کودکان در مواجهه با پرتوهای فرابنفش تقریباً ۱۰ برابر بیشتر از افراد بزرگسال است که همین امر، ضرورت استفاده از عینک آفتابی را برای کودکان بیشتر می کند.

سوختگی قرنیه چشم یکی از آثار زیان بار پرتوهای فرابنفش است. این مشکل در افرادی که ورزش اسکی انجام می دهند و افرادی که به دریا می روند نیز دیده می شود. احساس وجود جسم خارجی در چشم، سوزش، خارش، درد شدید و قرمزی از علائم التهاب قرنیه چشم ناشی از تابش شدید پرتوهای فرابنفش است. علاوه بر این مواجهه با پرتوهای فرابنفش به طور مزمن سبب بروز آب مروارید می شود. در واقع یکی از عوامل مهمی که در ایجاد بیماری های چشمی نظیر دژنراسیون ماکولا، ناخنک (Pterygium) و آب مروارید نقش دارند، پرتوهای فرابنفش می باشند.

مطالعات مختلف نشان داده اند که پرتوهای فرابنفش مستقیماً با خطر بروز بیماری ناخنک ارتباط دارد. تیرگی بخش جلویی عدسی چشم نیز با تابش حاد پرتوهای فرابنفش ایجاد می شود.

پوشش محافظتی چشم ها برای کسانی که به مدت طولانی در معرض پرتوهای فرابنفش و بخصوص از نوع طول موج کوتاه آن هستند قویاً توصیه می گردد، مثلاً کوهنوردان و اسکی بازان به جهت اقامت های طولانی در ارتفاعات بالا، عملاً با رقیق شدن هوا، عامل اصلی مقاومت در مقابل پرتوهای فرابنفش را از دست می دهند. اگرچه عینک های آفتابی معمولی به میزان کمی در مقابل پرتوهای

فرابنفش مقاومت‌مند، اما توصیه می‌گردد که حتی المقدور از لنزهای پلاستیکی (ترجیحاً از جنس پلی‌کربنات) بجای لنزهای شیشه‌ای استفاده گردد زیرا همانگونه که اشاره شد، شیشه معمولی در مقابل پرتو UVA فاقد مقاومت بوده و آن را به راحتی از خود عبور می‌دهد. عینک‌ها باید قادر باشند از ورود پرتوهای فرابنفش از کناره‌ها و بالا و پایین آن نیز جلوگیری کنند.

### ۱-۵-۴ اثرات پرتوهای فرابنفش بر سیستم ایمنی

سیستم ایمنی، مکانیسم دفاعی بدن در برابر عفونت‌ها و سرطان است و به طور معمول در تشخیص و پاسخ به میکروارگانیسم‌های مهاجم و یا مقابله با شروع یک تومور بسیار موثر است. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد مواجهه حاد و مزمن با پرتوهای فرابنفش سبب سرکوب و تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌شود. آزمایشات انجام شده بر روی حیوانات نشان داده است که پرتوهای فرابنفش می‌تواند دوره ایجاد و شدت تومورهای پوست را تغییر دهد. همچنین بروز سرطان سلول‌های سنگفرشی در افرادی که با داروهای سرکوب‌کننده سیستم ایمنی تحت درمان هستند از جمعیت عادی بیشتر است. بنابراین مواجهه با پرتوهای فرابنفش صرفنظر از اثر آن بر شروع سرطان پوست، ممکن است حالت دفاعی بدن را که در حالت معمولی از گسترش تومورهای پوستی جلوگیری می‌کند کاهش دهد (۱۱).

مطالعات متعدد نشان داده است که مقادیر محیطی پرتوهای فرابنفش میزان فعالیت و توزیع تعدادی از سلول‌های مسئول راه اندازی واکنش‌های ایمنی در بدن انسان را تغییر می‌دهد. لذا مواجهه با پرتوهای فرابنفش ممکن است باعث افزایش خطر ابتلا به عفونت ویروسی، عفونت باکتریایی، انگلی یا قارچی شود که در انواع مختلفی از مدل‌های حیوانی به اثبات رسیده است.

در بسیاری از مناطق به ویژه در کشورهای در حال توسعه، سطوح بالای پرتوهای فرابنفش ممکن است اثربخشی واکسن را کاهش دهد. از آنجاییکه عمده بیماری‌های قابل پیشگیری با واکسن، جزء بیماری‌های عفونی هستند، هر عاملی که تأثیر واکسن را حتی به میزان کم کاهش دهد می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سلامت داشته باشد.

## ۲- روش‌های سنجش پرتوهای فرابنفش

دو رویکرد اصلی جهت تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین وجود دارد که عبارتند از: (الف) استفاده از مدل‌های کامپیوتری بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری و سایر پارامترها و در نهایت برآورد میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین و (ب) استفاده از آشکارسازهای (detectors)



فیزیکی یا شیمیایی به همراه فیلترهای مونوکروماتور یا فیلترهایی که امکان عبور طول موج های انتخابی را می دهند و میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین را بطور مستقیم اندازه گیری می کنند (۸، ۱۵). آشکارسازهای فیزیکی شامل تجهیزات رادیومتری (که به اثرات گرمایی پرتوها واکنش می دهند) و تجهیزات فتوالکتریک (که برخورد فوتون ها را از طریق اثر کوانتم نظیر تولید الکترون ها مشخص می کند) می باشند. آشکارسازهای شیمیایی شامل امولسیون های فتوگرافیکی، محلول های اکتینومتریکی و فیلم های پلاستیکی حساس به پرتوهای فرابنفش می باشند (۱۰، ۱۷-۱۶). وسایلی که برای اندازه گیری پرتوهای فرابنفش وجود دارد، اکتینومتر<sup>۱</sup> نامیده می شود و به سه دسته تقسیم می شود:

- پیل ترموالکتریک: جسمی که تمام پرتو را جذب می کند، در معرض تابش پرتو قرار داده و حرارت حاصله اندازه گیری می شود.
- اکتینومتر فیزیکی: از مهمترین انواع اکتینومترها سلول فتوالکتریک<sup>۲</sup> است که از جابجی از جنس کوآرتز تشکیل شده که به خوبی تخلیه شده است و نیز شامل دو الکتروود است.
- اکتینومتر شیمیایی: املاح نقره در اثر تابش پرتوهای فرابنفش احیا شده و چون نقره آن آزاد می گردد، املاح سیاه رنگ می شود. اکتینومتری که متکی به خاصیت فوق است، اکتینومتر بوردر<sup>۳</sup> است.

پرتوهای فرابنفش خورشیدی قسمت های زیادی از کره زمین، معمولاً توسط آشکارسازهای تصویربرداری در ماهواره های هواشناسی سنجش می شود.

### ۳- محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI)

#### ۳-۱ تاریخچه گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش

در سال ۱۹۹۵ نشست جامعی از سوی WHO، WMO، UNEP و ICNIRP جهت استاندارد کردن گزارش دهی مقادیر پرتوهای فرابنفش به عموم مردم برگزار شد. در آن نشست شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) توسعه یافت. این شاخص بیانگر میزان پرتوهای فرابنفش خورشیدی که به سطح زمین می رسد بوده و مبنای آن پتانسیل آسیب به پوست می باشد. از زمان انتشار اولیه این شاخص در سال ۱۹۹۵، چندین نشست بین المللی از کارشناسان (۱۹۹۴، ۱۹۹۶، ۱۹۹۷، ۲۰۰۰) با هدف هماهنگ کردن ارائه گزارش UVI و جهت بهبود استفاده از آن به عنوان ابزار آموزشی برای ترویج محافظت از پرتوهای خورشید برگزار شده است.

<sup>1</sup> Actinometer

<sup>2</sup> Photoelectric Cell

<sup>3</sup> Bordier

### ۳-۲ اهمیت شاخص پرتوهای فرابنفش

شاخص پرتوهای فرابنفش ابزاری مناسب جهت افزایش آگاهی های عمومی در مورد خطرات در مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش و نیز اتخاذ روش های محافظتی به مردم می باشد. تشویق مردم به کاهش میزان مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی می تواند باعث کاهش قابل ملاحظه اثرات بهداشتی و در نتیجه هزینه های درمانی شود. در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) صورت گرفت مشخص گردید که به ازای هر یک دلار هزینه آموزش، افزایش آگاهی و اطلاع رسانی در رابطه با پرتوهای فرابنفش حدود دو تا چهار دلار از هزینه های درمان عموم مردم پس انداز می شود. این ابزار آموزشی باید به عنوان جزء جدایی ناپذیر برنامه آموزشی به عموم مردم در خصوص خطرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش و محافظت در برابر آن، مورد استفاده قرار گیرد و منجر به تغییر نگرش و رفتار مردم در مواجهه با پرتوهای فرابنفش گردد.

این شاخص، مقدار پرتوهای فرابنفش خورشید را در سطح زمین نشان می دهد. همچنین ریسک های مورد انتظار تماس بیش از حد با پرتوهای خورشید را به صورت روزانه پیش بینی می کند. دامنه این شاخص از یک تا مقادیر بالاتر از ۱۱ متغیر است. مقدار بالاتر شاخص، پتانسیل بیشتری برای آسیب رسانی به پوست و چشم دارد و در مدت زمان کوتاهتر، صدمات شدیدتری را وارد می سازد. UVI همچنین باید گروه های آسیب پذیر و افراد با مواجهه زیاد با پرتوها مانند کودکان و گردشگران را مد نظر قرار دهد و عموم مردم را از عوارض بهداشتی ناشی از پرتوهای فرابنفش از جمله آفتاب سوختگی، سرطان پوست، پیری زودرس پوست، و اثرات آن بر چشم و سیستم ایمنی بدن آگاه سازد. در پیام های آموزشی باید تأکید شود که خطر ابتلا به عوارض نامطلوب بهداشتی قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش تجمعی است و همچنین عوارض در معرض بودن در طول دوره زندگی می تواند به اندازه در معرض بودن در تعطیلات در یک منطقه آفتابی مهم باشد. در کشور ما شاخص پرتوهای فرابنفش خورشید روزانه توسط وزارت بهداشت برای اطلاع عموم مردم اعلام می شود و همگان می توانند با مراجعه به سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط که به آدرس اینترنتی <http://enhealth.tums.ac.ir> یا <http://enhealth.health.gov.ir> در دسترس می باشد، از آن مطلع شوند.

### ۳-۳ سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش مرتبط با سلامت انسان

UVI مقیاسی از شدت پرتوهای فرابنفش موجود در سطح زمین است که مربوط به اثرات آن بر

پوست بدن می باشد. براساس آخرین ویراست، این شاخص به پنج دسته طبقه بندی شده است (جدول ۳) که هر طبقه را با یک رنگ (مشخصات کامل رنگ های مورد استفاده در قسمت ۳-۵-۱ ارائه شده است) و پیام های حفاظتی مربوط به آن دسته بندی کرده اند (۴, ۱۱).

جدول ۳. طبقه بندی شاخص پرتوهای فرابنفش، میزان اثر بهداشتی هر دسته و رنگ های متناظر با آن

شاخص پرتوهای فرابنفش	نوع مواجهه (میزان اثر)	رنگ ها
وقتی که شاخص پرتوهای فرابنفش در گستره زیر است	نوع مواجهه یا میزان اثر آن را این گونه توصیف می کنیم	و با رنگ زیر نمایش می دهیم
۱-۲	کم	سبز
۳-۵	متوسط	زرد
۶-۷	زیاد	نارنجی
۸-۱۰	خیلی زیاد	قرمز
۱۱ ≤	شدید	بنفش

### ۳-۳-۱ تفسیر سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش و راهکارهای محافظتی

در جدول ۴ دستورالعمل های محافظتی مرتبط با هر سطح از شاخص پرتوهای فرابنفش ارائه شده است که برای اطلاع رسانی به عموم مردم در مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی جهت کاهش عوارض پرتوهای فرابنفش بسیار مفید می باشد. (لازم به ذکر است که انواع روش های محافظتی و معیارهای انتخاب آنها در بخش ۳-۷ به تفصیل آمده است).

جدول ۴. دستورالعمل های محافظتی مرتبط با هر سطح از شاخص پرتوهای فرابنفش

مقدار شاخص	نوع مواجهه (میزان اثر)	دستورالعمل محافظتی
۱-۲	کم	در طی روز عینک آفتابی* مناسب استفاده کنید. لازم به ذکر است که در فصل زمستان، ممکن است برف شدت پرتوهای فرابنفش را تا دو برابر افزایش دهد. افرادی که دارای پوست حساس می باشند و به آسانی دچار آفتاب سوختگی می شوند می بایست لباس آستین دار و شلوار بلند* بپوشند و کرم ضد آفتاب* (با فاکتور محافظتی (SPF: Sun Protection Factor) حداقل ۱۵) استفاده کنند.
۳-۵	متوسط	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. در محیط بیرون کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند بپوشید.
۶-۷	زیاد	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. در محیط بیرون کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند بپوشید.
۸-۱۰	خیلی زیاد	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) از مواجهه با نور خورشید اجتناب نماید. در محیط بیرون کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند بپوشید.
۱۱ ≤	شدید	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) از مواجهه با نور خورشید اجتناب نماید. در محیط بیرون کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند بپوشید.

\* برای آگاهی از جزئیات بیشتر در رابطه با معیارهای انتخاب و نحوه ی استفاده از روش های محافظتی به بخش ۳-۷ مراجعه شود.

بر اساس طبقه بندی سازمان جهانی بهداشت برای شاخص پرتوهای فرابنفش، زمان لازم برای آسیب به پوست به صورت ذیل می باشد:

میزان شاخص پرتوهای فرابنفش	۱-۲	۳-۵	۶-۷	۸-۱۰	۱۱ ≤
زمان مورد نیاز برای آسیب به پوست (دقیقه)	< ۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	> ۱۰

### ۳-۴ محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش

همانطوری که اشاره شد جهت تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین دو رویکرد اصلی وجود دارد که عبارتند از: (الف) استفاده از مدل‌های کامپیوتری و (ب) استفاده از آشکارسازها. روش محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش بستگی به رویکرد تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین دارد. در صورتیکه میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین با استفاده از مدل‌های کامپیوتری و بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری و سایر پارامترها باشد باید از روش محاسبه ارائه شده در بخش ۳-۴-۱ استفاده شود و در صورتیکه میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین با استفاده از آشکارسازها بصورت مستقیم سنجش شده است می‌بایست از روش محاسبه UVI ارائه شده در بخش ۳-۴-۲ استفاده نمود.

### ۳-۴-۱ محاسبه UVI برای داده‌های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن

به منظور محاسبه UVI از رابطه شماره (۱) استفاده می‌شود. این شاخص بیانگر میزان پرتوهای فرابنفش خورشیدی در یک سطح افقی است. UVI مقداری بدون واحد است که با استفاده از رابطه شماره (۱) تعریف شده است (۱۱، ۱۳).

جهت محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش به میزان شدت پرتوهای فرابنفش نوع A (UV-A) و B (UV-B) بر حسب میلی وات بر مترمربع ( $mW/m^2$ ) در محدوده طول موجی ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر نیاز می‌باشد. برای محاسبه شاخص فرابنفش از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$I_{UV} = k_{er} \cdot \int_{290 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

$I_{UV}$ : شاخص پرتوهای فرابنفش، بدون بُعد است.

$K_{er}$ : عدد ثابت  $40 W/m^2$  یا  $0.04 mW/m^2$

$E_{\lambda}$ : شدت انرژی تابشی پرتوهای فرابنفش در محدوده (۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر) بر حسب  $W/(m^2 \cdot nm)$

$d\lambda$ : فاصله طول موج در محدوده ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر

$S_{er}$ : ضریب طیف واکنش اریتما (یا عبارت دیگر فاکتور وزنی McKinlay-Diffey) (۱۸).

$$S_{er} \begin{cases} = 1 & \text{For } \lambda \leq 298 \text{ nm} \\ = 10^{[0.094(298-\lambda)]} & \text{For } 298 < \lambda \leq 328 \text{ nm} \\ = 10^{[0.015(139-\lambda)]} & \text{For } 328 < \lambda \leq 400 \text{ nm} \end{cases}$$

لازم به ذکر است که هر یک واحد از UVI معادل  $25 mW/m^2$  پرتوهای فرابنفش می‌باشد.

نکته شماره یک: از آنجایی که میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین بستگی به میزان ارتفاع از سطح دریا و میزان پوشش ابر دارد، لذا میزان UVI بدست آمده از رابطه (۱) می بایست با توجه به شرایط ابری و ارتفاع از سطح دریا تصحیح شود. لازم به یادآوری است که به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان پرتوهای فرابنفش حدود ۱۲٪ افزایش می یابد (البته در برخی از منابع این میزان حدود ۶٪ بیان شده است. به هر حال در این رهنمود مبنای محاسبات ۱۲٪ می باشد). همچنین در شرایطی که آسمان صاف و بدون ابر (Clear sky) باشد، ۱۰٪ پرتوهای فرابنفش به سطح زمین می رسد و در زمانی که ابرهای پراکنده (scattered clouds) در آسمان وجود داشته باشند حدود ۸۹٪ و در زمانی که ابرهای منقطع (broken clouds) وجود داشته باشند حدود ۷۳٪ و در شرایطی که آسمان کاملاً ابری (overcast sky) باشد حدود ۳۱٪ پرتوهای فرابنفش خورشیدی به سطح زمین می رسد.

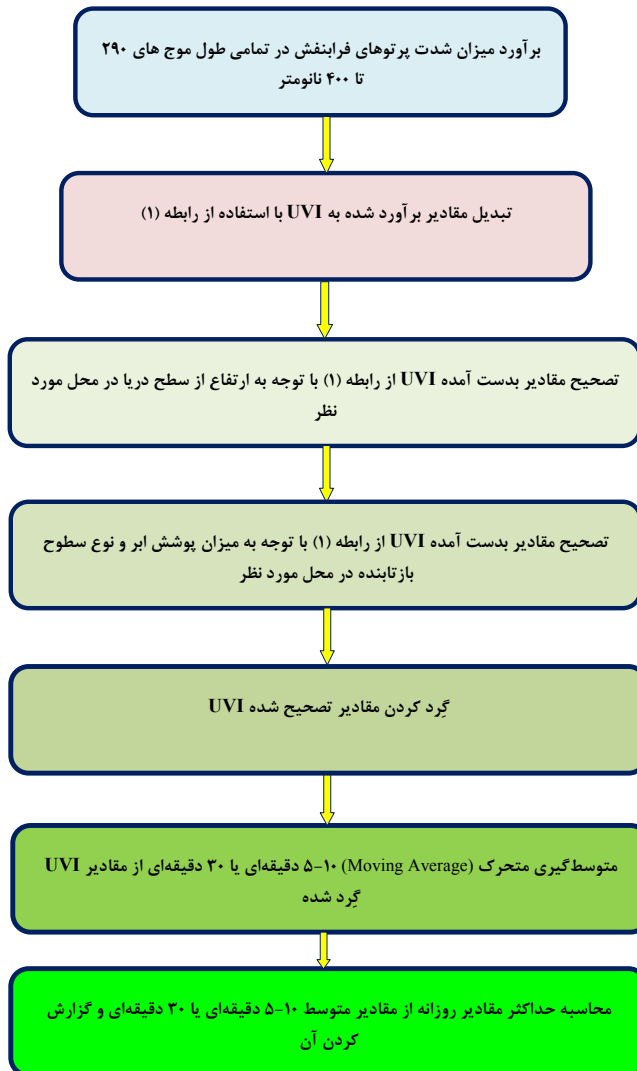
نکته شماره دو: در کشورهای مختلف از جمله ایالات متحده آمریکا و کانادا جهت محاسبه UVI از رابطه (۱) استفاده می شود اما همانطور که اشاره شد پرتوهای فرابنفش توسط سطوح مختلف با مقادیر متفاوتی بازتابش یا پراکنده می شوند. پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده هم می توانند بسیار زیانبار باشند. ساحل شنی خشک حدود ۱۵٪، آب دریا ۲۵٪ و برف تمیز حدود ۸۰٪ از پرتوهای فرابنفش را بازتابش می کنند. بنابراین جهت محافظت هر چه بیشتر افراد از مواجهه با پرتوهای فرابنفش و محاسبه دقیق تر UVI بهتر است پس از محاسبه UVI به افراد ساکن در مناطقی که امکان بازتابش وجود دارد (نظیر سواحل، دریا و ...) متذکر شد که میزان UVI واقعی برای چنین شرایطی ممکن است بیشتر از میزان UVI اعلام شده برای کل شهر باشد.

جهت درک آسان تر مراحل انجام محاسبه UVI برای داده های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری، این مراحل به صورت نمادین در شکل ۱۵ ارائه شده است.

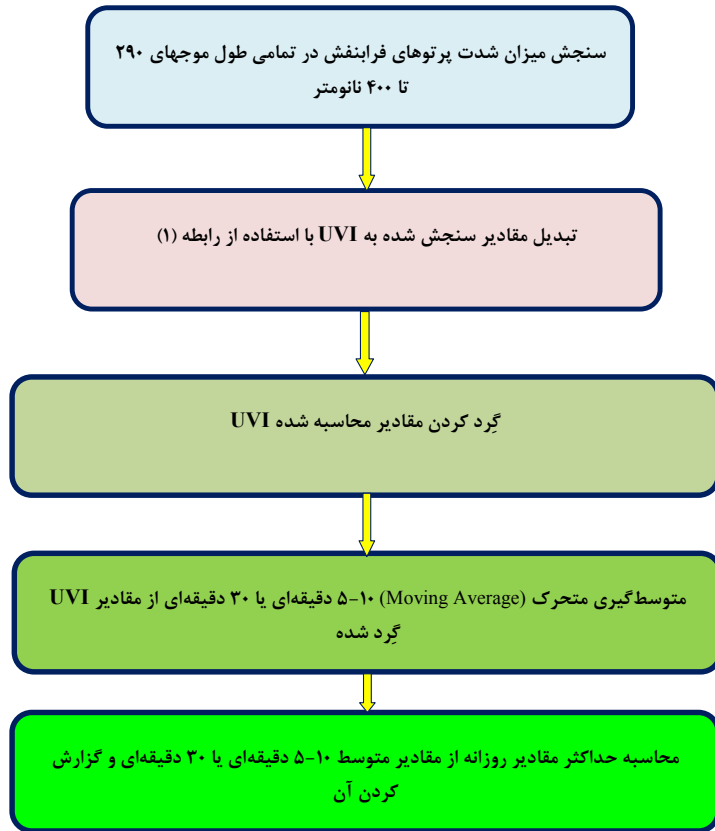
### ۳-۴-۲ محاسبه UVI برای داده های حاصل از آشکارسازهای پرتو فرابنفش

اغلب جهت تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی از روش سنجش اسپکترورادایومتر و به منظور محاسبه UVI از رابطه شماره (۱) استفاده می شود. در این روش میزان شدت پرتوهای فرابنفش در طول موج ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر در فواصل طول موج مختلف (اغلب نیم نانومتر) در هر ایستگاه سنجش بصورت مستقیم اندازه گیری می شود. از آنجایی که در این روش برخلاف مدل های

محاسباتی، میزان شدت پرتوهای فرابنفش بصورت مستقیم در هر ایستگاه با توجه به شرایط محلی اندازه گیری می شود، جهت محاسبه UVI نیازی به تصحیح با توجه به ارتفاع از سطح دریا، سطوح بازتابنده و پوشش ابر نمی باشد. جهت درک آسان تر، مراحل محاسبه در این شرایط در شکل ۶ نمایش داده شده است (۱۹-۲۰).



شکل ۵. نمایشی از مراحل محاسبه و گزارش دهی UVI داده های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن



شکل ۶. نمای از مراحل محاسبه و گزارش دهی UVI داده های حاصل از آشکارسازهای پرتوهای فرابنفش

### ۳-۵ گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش

به منظور پیشگیری از عوارض بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش یکی از مهم ترین وظایف مسئولین در حوزه ی سلامت مردم این است که شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) را با عبارات صحیح، کوتاه و قابل فهم که معمولاً به صورت اطلاعیه‌هایی از رادیو، تلویزیون، روزنامه، پایگاه‌های داده معتبر منتشر خواهد شد به اطلاع عموم مردم رسانده شود. با توجه به این اصل که پیشگیری بهتر از درمان است، اطلاع رسانی در رابطه با پرتوهای فرابنفش و ارائه دستورالعمل های محافظتی از طریق اطلاعیه های مناسب می تواند عوارض بهداشتی مواجهه با این عامل خطر زیست محیطی را به حداقل



برسانند. هر گونه گزارش و یا اطلاعیه در رابطه با پرتوهای فرابنفش می‌بایست شامل نکات اساسی ذیل باشد (۲۰، ۱۱):

- میزان UVI می‌بایست هر یک ساعت یکبار گزارش داده شود و در غیر اینصورت حداقل باید مقدار حداکثر روزانه UVI گزارش داده شود. هنگام گزارش حداکثر روزانه باید از مقادیر متوسط ۳۰ دقیقه ای و یا در صورت امکان از مقادیر متوسط ۵-۱۰ دقیقه ای استفاده شود.

- مقدار عددی شاخص پرتوهای فرابنفش بصورت عدد صحیح و نه اعشاری گزارش شود (مقدار UVI باید براساس مراحل ارائه شده در شکل ۵ محاسبه گردد).

- در شرایطی که پوشش ابر متغیر باشد، میزان UVI می‌بایست به صورت یک گستره (range) بیان شود. در پیش بینی مقدار UVI حتماً باید به پوشش ابر اشاره شود.

- نوع مواجهه یا میزان اثر مرتبط با شاخص بیان شود.

- دستورالعمل‌های محافظتی برای میزان شاخص اعلام شده بیان شود.

- نمایش میزان شاخص پرتوهای فرابنفش با استفاده از رنگ مربوط به آن در صورت امکان

- پیش بینی مقادیر UVI برای ساعات و روزهای آتی براساس پیش‌بینی‌های سازمان هواشناسی در گزارش بطور خلاصه ذکر شود. در بسیاری از کشورها مقادیر UVI برای روزهای مختلف پیش‌بینی می‌شود؛ این امر با کمک مدل‌های که از پارامترهای نظیر تاریخ روز، ساعت روز، عرض جغرافیایی<sup>۲</sup>، درجه حرارت و غلظت ازن استفاده می‌کنند صورت می‌پذیرد. عدم قطعیت این مدل‌ها در پیش‌بینی مقادیر UVI یک واحد UVI می‌باشد.

در بسیاری از کشورها همراه با گزارشات پیش‌بینی آب و هوا، UVI در روزنامه‌ها، تلویزیون و رادیو گزارش می‌شود. در برخی از کشورها این گزارش دهی معمولاً فقط در طول ماه‌های تابستان انجام می‌شود. پیوست ۱ فهرستی از پیوندهای اینترنتی است که در آن، UVI برای بسیاری از کشورها و با زبان‌های مختلف ارائه شده است.

پذیرش UVI توسط عموم مردم به عنوان اطلاعات مفید روزانه، هدف نهایی است. به منظور دستیابی به این هدف، پیام باید ساده و قابل فهم باشد. گزارش دهی UVI متناسب با دریافت کننده، این امکان را می‌دهد که مردم به توصیه‌ها عمل کرده و UVI را به عنوان یک راهنما جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید بپذیرند. از نقطه نظر بهداشت عمومی، این امر به ویژه جهت محافظت از آسیب پذیرترین گروه‌های جمعیت، مهم می‌باشد. جهت متمر ثمر بودن فرآیند اطلاع رسانی و

<sup>1</sup> date

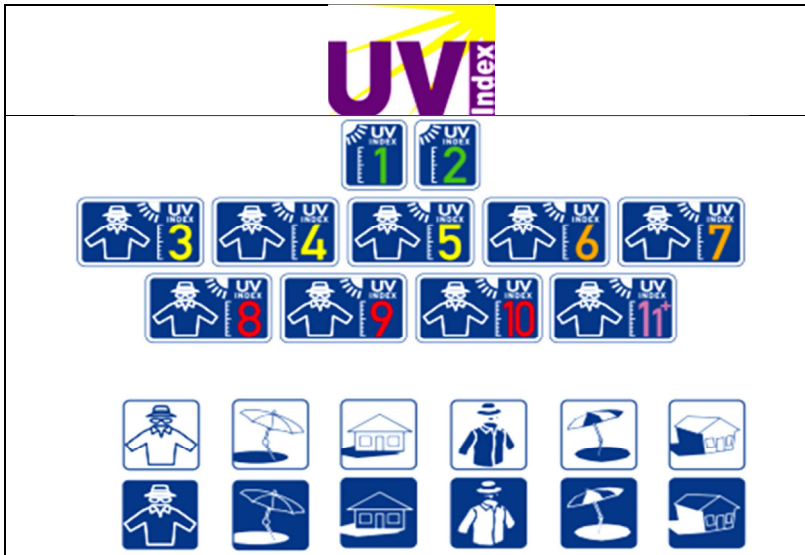
<sup>2</sup> time

<sup>3</sup> latitude

گزارش دهی UVI و اثر آن بر رفتار مردم جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش، گزارشات مربوط به UVI باید همراه با داده‌ها و آمار سرطان‌های پوست و چگونگی ایجاد سرطان پوست در طی مواجهه با پرتوهای فرابنفش باشد. همچنین می‌بایست به مردم آموزش‌های مربوط به روش‌های محافظتی نظیر پوشش‌های مناسب داده شود.

### ۳-۵-۱ نمایش گرافیکی UVI و کد رنگ‌های مورد استفاده جهت بیان UVI






نمایش گرافیکی UVI به صورت استاندارد، سبب انسجام گزارش UVI در اخبار و گزارش وضع آب و هوا شده و سبب افزایش درک مفهوم UVI توسط مردم می‌شود. وسایل آماده شده برای گزارش‌ها، سبب افزایش موفقیت درک از طریق رسانه‌ها شده و وجود بیش از یک حق انتخاب، به رسانه‌های مختلف این امکان را می‌دهد که از عهده محدودیت‌های تکنیکی برآیند. انواع بسته‌های گرافیکی را می‌توان از وب‌سایت جهانی UV پروژه INTERSUN سازمان جهانی بهداشت به آدرس <http://www.who.int/uv/en> دانلود کرد که شامل نمایه‌ی UVI، نمادهای گزارش UVI و نمادهای محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش می‌باشد که در شکل ۷ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۷. نمونه‌هایی از نمایش گرافیکی UVI

به منظور ارائه و گزارش شاخص پرتوهای فرابنفش باید برای هر دسته از مقادیر شاخص، رنگ‌های مخصوص استفاده کرد. این رنگ‌ها اساس علمی ندارد، اما به عنوان ابزاری برای نشان دادن جذابیت بیشتر UVI محسوب می‌شوند. کدگذاری رنگی، ایجاد تفاوت میان مناطق جغرافیایی با سطوح بالا و پایین تابش پرتوهای فرابنفش را تسهیل می‌کند. جهت یکسان سازی رنگ‌های مورد استفاده در گزارشات UVI، برای هر کدام از رنگ‌های مورد استفاده مشخصات کاملی ارائه شده است که در تمامی گزارشات با یک رنگ مشخص می‌گردند و در نتیجه اختلافات سلیقه‌ای جهت نوع رنگ مورد استفاده به حداقل می‌رسد. مشخصات کامل رنگ‌های مورد استفاده در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. مشخصات بین‌المللی رنگ‌های مورد استفاده جهت بیان UVI

مقدار UVI		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱ و بیشتر
نوع مواجهه (میزان اثر)		کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	شدید						
نوع رنگ مورد استفاده		سبز	زرد	نارنجی	قرمز	بنفش						
نمونه استاندارد												
RGB رنگ		قرمز	۴۰	قرمز	۲۴۷	قرمز	۲۴۸	قرمز	۲۱۶	قرمز	۲۰۷	قرمز
		سبز	۱۴۹	سبز	۲۲۸	سبز	۸۹	سبز	۰	سبز	۷۳	سبز
		آبی	۰	آبی	۰	آبی	۰	آبی	۲۹	آبی	۲۰۰	آبی

### ۳-۶ مثال هایی برای محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش

با ذکر چند مثال با نحوه‌ی محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) بیشتر آشنا خواهیم شد:

**مثال ۱ (برای مدل های محاسباتی):** در شهر تهران در یک روز با آسمان حاوی ابرهای پراکنده، شدت پرتوهای با طول موج های ۲۹۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ نانومتر براساس مدل های محاسباتی (بر مبنای غلظت ازن حاصل از داده های ماهواره ای) به شرح ذیل می باشد. میزان شاخص پرتوهای

فرابنفش خورشیدی را در شرایط ذکر شده محاسبه، تعیین، اعلام و گزارش نماید. متوسط ارتفاع شهر تهران از سطح دریا حدود ۱۲۰۰ متر می باشد.

شدت پرتو ( $mW/m^2$ )	طول موج پرتو (nm)
۷۵	۲۹۰
۴۰۰	۳۲۰
۲۰۰۰	۴۰۰

حل: پس از مشخص شدن طول موج ها و شدت پرتو مربوط به هر طول موج، مرحله بعد تعیین فاکتور وزنی McKinlay-Diffey می باشد که با استفاده از معادلات ارائه شده در رابطه (۱) این مقادیر برآورد می گردند. سپس مقادیر فاکتور وزنی مربوطه در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب می شود تا میزان شدت موثر کلی هر طول موج مشخص گردد.

میزان شدت موثر	فاکتور وزنی	شدت پرتو ( $mW/m^2$ )	طول موج پرتو (nm)
۷۵	۱	۷۵	۲۹۰
۳/۴۲	۰/۰۰۸۵۵	۴۰۰	۳۲۰
۱/۲۸	۰/۰۰۰۶۴	۲۰۰۰	۴۰۰
۷۹/۷			

در مرحله بعد می بایست میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجش شده را با یکدیگر جمع نمود تا میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش محاسبه گردد.

$$۷۵ + ۳/۴۲ + ۱/۲۸ = ۷۹/۷$$

حال نوبت تصحیح مقادیر محاسبه شده با توجه به ارتفاع از سطح دریا و شرایط ابری بودن محل مورد پایش می باشد. از آنجایی که میزان شدت پرتوهای فرابنفش به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا تقریباً ۱۲٪ افزایش می یابد، لذا با توجه به ارتفاع از سطح دریای ۱۲۰۰ متری برای شهر تهران میزان پرتوهای فرابنفش در این شهر حدود ۱۴/۴٪ بیشتر از مقدار محاسبه شده توسط رابطه (۱) می باشد. همچنین در شرایط پایش آسمان شهر تهران دارای ابرهای پراکنده بوده است که با توجه به نکته شماره یک، در این شرایط تقریباً ۸۹٪ از پرتوهای فرابنفش خورشیدی به سطح زمین می رسد.

بنابراین میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش در شرایط فوق الذکر برای شهر تهران برابر است با:

$$79.7 \times 1/144 \times 0.89 = 81/15$$

با توجه به رابطه (۱) جهت برآورد شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) می بایست میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش را در عدد ۰/۰۴ ضرب کرد. بنابراین شاخص پرتوهای فرابنفش برابر است با

$$81/15 \times 0.04 = 3/25$$

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گرد کردن عدد بدست آمده می باشد و این شاخص می بایست بصورت عدد صحیح گزارش داده شود. بنابراین میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) برای شرایط موجود برابر است با ۳.

بنابراین نحوه ی اعلام و گزارش دهی آن بصورت ذیل می باشد:

✓ امروز شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر تهران برابر سه می باشد و نوع مواجهه یا میزان اثر آن **متوسط** است و توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش بینی انتظار می رود در ۲۴ ساعته آینده شدت پرتوهای فرابنفش افزایش یابد و شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر تهران بعلت متغیر بودن شرایط ابری در گستره ۶-۷ (میزان اثر زیاد) برسد.

در نهایت بطور خلاصه می توان شاخص پرتوهای فرابنفش را بصورت ذیل گزارش نمود:

ایستگاه یا شهر مورد نظر	شهر تهران
تاریخ گزارش	۱۳۹۲/۰۴/۱۹ (برای مثال)
میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI)	۳
نوع مواجهه یا میزان اثر	متوسط
دستورالعمل محافظتی	توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای روز آتی	۶-۷

**مثال ۲ (برای مدل های محاسباتی):** در شهر تهران در یک روز زمستانی با آسمان صاف که یک لایه برف بر روی سطح زمین وجود دارد، شدت پرتوهای با طول موج های ۲۹۰، ۲۹۵، ۳۰۰ و ۴۰۰ نانومتر براساس مدل های محاسباتی (بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری حاصل از داده های ماهواره ای) به شرح ذیل می باشد. میزان شاخص پرتوهای فرابنفش خورشیدی را در شرایط ذکر شده محاسبه، اعلام و گزارش نمایید. متوسط ارتفاع شهر تهران از سطح دریا حدود ۱۲۰۰ متر می باشد.

طول موج پرتو (nm)	شدت پرتو ( $mW/m^2$ )
۲۹۰	۳۰
۲۹۵	۴۰
۳۰۰	۸۰
۴۰۰	۱۰۰

حل: پس از مشخص شدن طول موجها و شدت پرتو مربوط به هر طول موج، مرحله بعد تعیین فاکتور وزنی McKinlay-Diffey می باشد که با استفاده از معادلات ارائه شده در رابطه (۱) این مقادیر برآورد می گردند. سپس مقادیر فاکتور وزنی مربوطه در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب می شود تا میزان شدت موثر کلی هر طول موج مشخص گردد.

طول موج پرتو (nm)	شدت پرتو ( $mW/m^2$ )	فاکتور وزنی	میزان شدت موثر
۲۹۰	۳۰	۱	۳۰
۲۹۵	۴۰	۱	۴۰
۳۰۰	۸۰	۰/۶۴۸۶	۵۱/۸۸۸
۴۰۰	۱۰۰	۰/۰۰۰۶۴	۰/۰۶۴
			۱۲۱/۹۵

در مرحله بعد باید میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجنش شده را با یکدیگر جمع نمود تا میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش محاسبه گردد:  $(۱۲۱/۹۵ = ۰/۰۶۴ + ۵۱/۸۸۸ + ۴۰ + ۳۰)$ .

حال نوبت تصحیح مقادیر محاسبه شده با توجه به ارتفاع از سطح دریا، شرایط ابری و سطوح بازتابنده محل مورد پایش می باشد. از آنجایی که میزان شدت پرتوهای فرابنفش به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا تقریباً ۱۲٪ افزایش می یابد، لذا با توجه به ارتفاع از سطح دریای ۱۲۰۰ متری برای شهر تهران میزان پرتوهای فرابنفش در این شهر حدود ۱۴/۴٪ بیشتر از مقدار محاسبه شده توسط رابطه (۱) می باشد. همچنین در شرایط موجود یک لایه برف در سطح زمین وجود دارد که با توجه به نکته شماره دو، در این شرایط تقریباً ۸۰٪ از پرتوهای فرابنفش خورشیدی بازتابیده می شوند و میزان کل پرتوهای فرابنفش خورشیدی در این شرایط افزایش می یابد.

بنابراین میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش در شرایط فوق الذکر برای شهر تهران برابر است با:

$$۱۲۱/۹۵ \times ۱/۱۴۴ \times ۱/۸۰ = ۲۵۱/۱۲$$

با توجه به رابطه (۱) جهت برآورد شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) باید میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش را در عدد ۰/۰۴ ضرب کرد. بنابراین شاخص پرتوهای فرابنفش برابر است با:

$$۲۵۱/۱۲ \times ۰/۰۴ = ۱۰/۰۴$$

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گرد کردن عدد بدست آمده می باشد و این شاخص می بایست بصورت عدد صحیح گزارش داده شود. بنابراین میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) برای این شرایط برابر است با ۱۰.

بنابراین نحوه ی اعلام و گزارش دهی آن بصورت ذیل می باشد:

✓ امروز شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر تهران برابر ۱۰ می باشد و نوع مواجهه یا میزان اثر آن **خیلی زیاد** است و توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش بینی انتظار می رود در ۲۴ ساعته آینده شدت پرتوهای فرابنفش کاسته شود و شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر تهران بعلت متغیر بودن شرایط ابری در گستره ۶-۷ (میزان اثر زیاد) برسد.

در نهایت بطور خلاصه می توان شاخص پرتوهای فرابنفش را بصورت زیر گزارش نمود:

ایستگاه یا شهر مورد نظر	شهر تهران
تاریخ گزارش	۱۳۹۲/۱۲/۱۹ (برای مثال)
میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI)	۱۰
نوع مواجهه یا میزان اثر	خیلی زیاد
دستورالعمل محافظتی	توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضدآفتاب ( با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای روز آتی	۶-۷

**مثال ۳ (برای ایستگاه سنجش):** در یکی از ایستگاه های پایش پرتوهای فرابنفش خورشیدی در شهر مشهد در ساعت ۱۰:۱۵ صبح با آسمان صاف، شدت پرتوهای فرابنفش با طول موج های ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر به شرح ذیل می باشد. میزان شاخص پرتوهای فرابنفش خورشیدی را در شرایط ذکر شده محاسبه نمایید. متوسط ارتفاع شهر مشهد از سطح دریا ۱۰۰۰ متر می باشد.

طول موج پرتو (nm)	شدت پرتو ( $mW/m^2$ )
۲۹۰	۳۰
۲۹۵	۲۸
۳۰۰	۲۶
۳۰۵	۲۴
۳۱۰	۲۲
۳۱۵	۲۰



شدت پرتو ( $mW/m^2$ )	طول موج پرتو (nm)
۱۸	۳۲۰
۱۶	۳۲۵
۱۵	۳۳۰
۱۴	۳۳۵
۱۳	۳۴۰
۱۲	۳۴۵
۱۱	۳۵۰
۱۰	۳۵۵
۹	۳۶۰
۸	۳۶۵
۷	۳۷۰
۶	۳۷۵
۵	۳۸۰
۴	۳۸۵
۳	۳۹۰
۲	۳۹۵
۱	۴۰۰

حل: پس از مشخص شدن طول موج ها و شدت پرتو مربوط به هر طول موج، مرحله بعد تعیین فاکتور وزنی McKinlay-Diffey می باشد که با استفاده از معادلات ارائه شده در رابطه (۱) این مقادیر برآورد می گردند. سپس مقادیر فاکتور وزنی مربوطه در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب می شود تا میزان شدت موثر کلی هر طول موج مشخص گردد.

میزان شدت موثر	فاکتور وزنی	شدت پرتو (mW/m <sup>2</sup> )	طول موج پرتو (nm)
۳۰	۱	۳۰	۲۹۰
۲۸	۱	۲۸	۲۹۵
۱۶/۸۶۴۵	۰/۶۴۸۶۳۴	۲۶	۳۰۰
۵/۲۷۴۸۶۴	۰/۲۱۹۷۸۶	۲۴	۳۰۵
۱/۶۳۸۴۱	۰/۰۷۴۴۷۳	۲۲	۳۱۰
۰/۵۰۴۶۹۶	۰/۰۲۵۲۳۵	۲۰	۳۱۵
۰/۱۵۳۹۱۲	۰/۰۰۸۵۵۱	۱۸	۳۲۰
۰/۰۴۶۳۵۷	۰/۰۰۲۸۹۷	۱۶	۳۲۵
۰/۰۲۰۴۶۹	۰/۰۰۱۳۶۵	۱۵	۳۳۰
۰/۰۱۶۰۷۴	۰/۰۰۱۱۴۸	۱۴	۳۳۵
۰/۰۱۲۵۵۹	۰/۰۰۰۹۶۶	۱۳	۳۴۰
۰/۰۰۹۷۵۴	۰/۰۰۰۸۱۳	۱۲	۳۴۵
۰/۰۰۷۵۲۳	۰/۰۰۰۶۸۴	۱۱	۳۵۰
۰/۰۰۵۷۵۴	۰/۰۰۰۵۷۵	۱۰	۳۵۵
۰/۰۰۴۳۵۸	۰/۰۰۰۴۸۴	۹	۳۶۰
۰/۰۰۳۲۵۹	۰/۰۰۰۴۰۷	۸	۳۶۵
۰/۰۰۲۳۹۹	۰/۰۰۰۳۴۳	۷	۳۷۰
۰/۰۰۱۷۳	۰/۰۰۰۲۸۸	۶	۳۷۵
۰/۰۰۱۲۱۳	۰/۰۰۰۲۴۳	۵	۳۸۰
۰/۰۰۰۸۱۷	۰/۰۰۰۲۰۴	۴	۳۸۵
۰/۰۰۰۵۱۵	۰/۰۰۰۱۷۲	۳	۳۹۰
۰/۰۰۰۲۸۹	۰/۰۰۰۱۴۵	۲	۳۹۵
۰/۰۰۰۱۲۲	۰/۰۰۰۱۲۲	۱	۴۰۰
۸۲/۵۶۹۵۷			

در مرحله بعد می بایست میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجش شده را با یکدیگر جمع نمود تا میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش محاسبه گردد (۸۲/۵۷).  
از آنجایی که در این روش برخلاف مدل های محاسباتی، میزان شدت پرتوهای فرابنفش بصورت

مستقیم در هر ایستگاه با توجه به شرایط محلی اندازه گیری می شود جهت محاسبه UVI نیازی به تصحیح با توجه به ارتفاع از سطح دریا، سطوح بازتابنده و پوشش ابر نمی باشد. بنابراین میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش در شرایط فوق الذکر برای شهر تهران برابر است با: ۸۲/۵۷ با توجه به رابطه (۱) جهت برآورد شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) باید میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش را در عدد ۰/۰۴ ضرب کرد. بنابراین شاخص پرتوهای فرابنفش برابر است با:

$$۸۲/۵۷ \times ۰/۰۴ = ۳/۲۸$$

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گرد کردن عدد بدست آمده می باشد و این شاخص می بایست بصورت عدد صحیح گزارش داده شود. بنابراین میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) برای این شرایط برابر است با ۳.

بنابراین نحوه ی اعلام و گزارش دهی آن بصورت ذیل می باشد:

در حال حاضر شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر مشهد برابر سه می باشد و نوع مواجهه یا میزان اثر آن متوسط است و توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضدآفتاب ( با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش بینی انتظار می رود در ساعات آینده شدت پرتوهای فرابنفش افزایش یابد و شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر مشهد به حدود پنج برسد. در نهایت بطور خلاصه می توان شاخص پرتوهای فرابنفش را بصورت زیر گزارش نمود:

ایستگاه یا شهر مورد نظر	شهر مشهد
تاریخ گزارش	۱۳۹۲/۰۴/۱۹ (برای مثال)
میزان شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI)	۳
نوع مواجهه یا میزان اثر	متوسط
دستورالعمل محافظتی	توصیه می شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه دار، کرم ضدآفتاب ( با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای ساعات آتی	۵

**مثال ۴:** شاخص روزانه پرتوهای فرابنفش را با توجه به مقادیر ذیل که از ایستگاه سنجش پرتوهای فرابنفش وزارت بهداشت در تهران در تاریخ ۹۲/۱/۲۹ دریافت شده است، محاسبه نمایید.

تاریخ	ساعت	UVI محاسبه شده
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۰۰:۰۰	۲/۵۰
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۳۰:۰۰	۳/۰۲
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۰۰:۰۰	۴/۸۵
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۳۰:۰۰	۵/۱۷
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۰۰:۰۰	۵/۶۰
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۳۰:۰۰	۶/۵۶
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۰۰:۰۰	۸/۱۶
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۳۰:۰۰	۸/۵۱
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۰۰:۰۰	۷/۲۰
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۳۰:۰۰	۳/۵۷
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۰۰:۰۰	۱/۷۴
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۳۰:۰۰	۰/۹۵
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۵:۰۰:۰۰	۰/۹۳

حل: مرحله اول گرد کردن مقادیر UVI محاسبه شده می باشد.

تاریخ	ساعت	UVI محاسبه شده	UVI گرد شده
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۰۰:۰۰	۲/۵۰	۲
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۳۰:۰۰	۳/۰۲	۳
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۰۰:۰۰	۴/۸۵	۵
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۳۰:۰۰	۵/۱۷	۵
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۰۰:۰۰	۵/۶۰	۶
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۳۰:۰۰	۶/۵۶	۷
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۰۰:۰۰	۸/۱۶	۸
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۳۰:۰۰	۸/۵۱	۹
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۰۰:۰۰	۷/۲۰	۷
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۳۰:۰۰	۳/۵۷	۴
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۰۰:۰۰	۱/۷۴	۲
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۳۰:۰۰	۰/۹۵	۱
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۵:۰۰:۰۰	۰/۹۳	۱

مرحله بعد تعیین حداکثر میزان با توجه به مقادیر متوسط نیم ساعته می باشد:

تاریخ	ساعت	UVI محاسبه شده	UVI گرد شده	حداکثر روزانه
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۰۰:۰۰	۲/۵۰	۲	۹
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۹:۳۰:۰۰	۳/۰۲	۳	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۰۰:۰۰	۴/۸۵	۵	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۰:۳۰:۰۰	۵/۱۷	۵	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۰۰:۰۰	۵/۶۰	۶	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۱:۳۰:۰۰	۶/۵۶	۷	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۰۰:۰۰	۸/۱۶	۸	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۲:۳۰:۰۰	۸/۵۱	۹	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۰۰:۰۰	۷/۲۰	۷	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۳:۳۰:۰۰	۳/۵۷	۴	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۰۰:۰۰	۱/۷۴	۲	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۴:۳۰:۰۰	۰/۹۵	۱	
۱۳۹۲/۰۱/۲۹	۱۵:۰۰:۰۰	۰/۹۳	۱	

بنابراین شاخص پرتوهای فرابنفش در شرایط فوق برابر است با ۹ و نوع مواجهه آن خیلی زیاد است. توصیه می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه‌لبه‌دار، کرم ضد آفتاب (با SPF حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می‌شود.

### ۳-۷ اقدامات عملی ساده جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش

گرچه در معرض قرارگیری با نور خورشید لذت بخش است اما مواجهه زیاد با آن می‌تواند بسیار خطرناک باشد. مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش می‌تواند سبب آفتاب سوختگی دردناک، سرطان پوست، پیری زودرس پوست، آب مروارید و تضعیف سیستم ایمنی گردد. کودکان افرادی بسیار حساس در مواجهه با پرتوهای فرابنفش می‌باشند. اقدامات عملی ساده ذیل می‌تواند شما و کودکان شما را از اثرات نامطلوب پرتوهای فرابنفش محافظت نماید (۱۱):

#### ۳-۷-۱ اجتناب از آفتاب سوختگی

افرادی که دچار آفتاب سوختگی هستند خطر سرطان پوست در آنها بالا است. همچنین احتمال ایجاد سرطان پوست در کودکان دچار آفتاب سوختگی بسیار بالا است. به منظور اجتناب از آفتاب سوختگی باید از مواجهه مستقیم با نور خورشید بخصوص در اواسط روز برای مدت طولانی اجتناب شود (از ساعت ۱۱ صبح تا ۱۶).

#### ۳-۷-۲ اجتناب از برنزه کردن طبیعی و مصنوعی

برنزه کردن طبیعی و یا استفاده از روش‌های مصنوعی سبب افزایش احتمال ابتلا به سرطان پوست می‌گردد.

#### ۳-۷-۳ استفاده متناوب از کرم ضد آفتاب

در مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی، استفاده از کرم‌های ضد آفتاب الزامی است. جهت استفاده از کرم‌های ضد آفتاب توجه به نکات ذیل ضروری است:  
- کرم ضد آفتاب مورد استفاده باید دارای SPF حداقل ۱۵ برای پرتو فرابنفش UV-A و پرتو فرابنفش UV-B باشد.  
- تقریباً ۲۰ دقیقه قبل از بیرون آمدن از خانه از کرم ضد آفتاب استفاده کنید.

- کرم های ضد آفتاب را باید به مقدار فراوان بر روی تمامی قسمت های پوست که در معرض نور خورشید هستند (دست و صورت، لب، پیشانی، گوش و گردن) استفاده شوند به طوری که یک لایه از آن بر روی پوست باقی بماند.
- هر دو ساعت یکبار حتی در روزهای ابری باید مجدداً از کرم ضد آفتاب استفاده کرد.
- پس از شنا کردن یا عرق کردن، می بایست مجدداً از کرم ضد آفتاب استفاده شود.

### ۳-۷-۴ استفاده از لباس های مناسب

- پوشیدن لباس های مناسب (پیراهن، شلوار) یکی از بهترین و کم هزینه ترین روش های محافظتی در برابر پرتوهای فرابنفش خورشیدی است. امروزه بسیاری از شرکت ها، لباس های تولیدی خود را با برچسب UPF<sup>۱</sup> که یک شاخص معتبر بین المللی برای لباس ها جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش است به بازار عرضه می کنند. لباس هایی که میزان شاخص UPF آنها ۱۵ و بیشتر باشد، محافظت خوبی در برابر پرتوهای فرابنفش خواهند داشت. لازم به ذکر است که در بسیاری از کشورهای مختلف دنیا نظیر ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا استانداردهای جامعی جهت تعیین UPF لباس ها وجود دارد که نشان دهنده اهمیت این موضوع می باشد.
- نوع و ساختار الیاف لباس، طرح و رنگ لباس و نیز خشک و یا خیس بودن آن میزان اثر محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش را تعیین می کند. لباس های مورد استفاده جهت محافظت از پرتوهای فرابنفش لازم است دارای ویژگی های ذیل باشند:
- گشاد، یقه دار و آستین بلند باشند.
  - هر چه پارچه لباس بافت متراکم تری داشته باشد محافظت بیشتری در برابر پرتوهای فرابنفش ایجاد می کند (پرتوهای فرابنفش خورشیدی از لباس های نازک به راحتی عبور می کنند و سبب آسیب به پوست می شوند).
  - لباس های با رنگ تیره جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش مناسب ترند.
  - خیس کردن لباس ها سبب کاهش اثر محافظتی آنها در برابر پرتوهای فرابنفش می شود.

### ۳-۷-۵ استفاده از کلاه های مناسب

- استفاده از کلاه لبه دار مناسب یکی از راهکارهای محافظت صورت، چشم ها، بینی، لب ها، گوش ها، گردن و حتی شانه ها می باشد. کلاه مورد استفاده باید مشخصات ذیل را داشته باشد:

<sup>۱</sup> UV Protection Factor

- کلاه مورد استفاده مانع از تابش مستقیم پرتوهای فرابنفش خورشیدی به صورت، لب ها، گوش ها و گردن شود.
- کلاه دوره دار باشد و لبه آن حداقل به اندازه ۷/۵ سانتی متر پهنا داشته باشد.
- نمونه ای از کلاه های مناسب مورد استفاده، جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۸ نمونه ای از کلاه های مناسب مورد استفاده جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش

### ۳-۷-۶ استفاده از عینک های آفتابی

استفاده از عینک های آفتابی یکی از مهمترین راهکارهای محافظت چشم و پوست حساس اطراف چشم از اثرات پرتوهای فرابنفش می باشد. عینک های آفتابی مورد استفاده می بایست مشخصه های ذیل را دار باشند:

- قاب عینک باید به نحوی باشد که کل چشم و اطراف آن را از پرتوهای فرابنفش محافظت نماید و از کناره های آن نور به چشم تابیده نشود.
- عینک آفتابی مورد استفاده باید دارای برچسب "UV absorption up to ۴۰۰ nm" یا نشان تأیید شده توسط سازمان های معتبر داخلی یا بین المللی باشد. این نوع عینک ها سبب کاهش پرتوهای فرابنفش به میزان ۹۹٪ تا ۱۰۰٪ می شوند. لازم به ذکر است عینک های آفتابی که دارای برچسب "زیبایی" هستند تنها مانع رسیدن حدود ۷۰٪ از پرتوهای فرابنفش به چشم می شوند.



### ۳-۷-۷ قرارگرفتن در سایه

در صورت امکان در ساعات ۱۱ صبح تا ۱۶ عصر در سایه قرار گیرد. باید توجه نمود که قرار گرفتن در سایه تنها میزان پرتوهای فرابنفش را کاهش می دهد و آن را به صفر نمی رساند.

- استفاده از روش های محافظتی شدید در مجاورت آب، برف و سطوح ماسه ای (نظیر سواحل) آب، برف و سطوح ماسه ای (نظیر سواحل) سبب بازتابش پرتوهای زیان آور خورشیدی می شوند که می توانند احتمال آفتاب سوختگی را افزایش دهند.

### ۳-۷-۸ دریافت ویتامین D از روش های سالم تر

جهت دریافت ویتامین D به جای در معرض قرار گرفتن با نور خورشید، از رژیم غذایی مناسب که شامل مکمل های حاوی ویتامین D و مواد غذایی سرشار از آن نظیر شیر و ماهی استفاده کنید.

### ۳-۷-۹ آگاهی از مقدار UVI

UVI اطلاعات مفیدی را جهت میزان پرتوهای فرابنفش و روش های محافظتی در برابر آن ها جهت کاهش اثرات پرتوهای فرابنفش ارائه می دهد. جهت آگاهی از مقدار UVI در شهر محل سکونت خود به سامانجامع اطلاعات بهداشت محیط کشور به آدرس <http://enhealth.tums.ac.ir> یا <http://enhealth.health.gov.ir> مراجعه نمایید (۲۱).

نکته بسیار مهم: براساس رهنمود آکادمی اطفال آمریکا (American Academy of Pediatrics)، باید از مواجهه نوزادان زیر شش ماه با نور خورشید اجتناب گردد و در طول روز در محیط آزاد می بایست لباس آنها شامل شلوار بلند، پیراهن آستین بلند و کلاه لبه دار باشد و در غیر اینصورت باید قسمت هایی از پوست که در معرض نور خورشید است با استفاده از کرم ضد آفتاب با SPF حداقل ۱۵ محافظت شود (۱۱).

### ۳-۸ مفاهیم آموزشی و اجرای عملی آنها

از اوایل دهه ۱۹۷۰ افزایش مواجهه با تابش خورشید به عنوان دلیل اصلی افزایش میزان ابتلا به سرطان پوست شناخته شده است و تنها تغییر در شیوه زندگی می تواند این روند را متوقف سازد. آموزش عمومی با هدف بهبود دانش مردم در مورد خطرات بهداشتی مواجهه بیش از حد با نور خورشید، و تغییر در نگرش ها و رفتارها صورت می گیرد. کاهش بروز آفتاب سوختگی و قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش تجمعی در طول زندگی، در نهایت به کاهش میزان ابتلا به سرطان پوست منجر خواهد شد.

مهم این است که اطلاعات به شیوه ای مثبت ارائه شود تا مردم به طور ایمن از نور خورشید لذت ببرند، اما در همان زمان باید آنها را از نیاز به جلوگیری از مواجهه بیش از حد با نور خورشید آگاه ساخت. UVI باید جزء جدایی ناپذیر برنامه های آموزش عمومی باشد تا به جامعه در مورد خطرات بهداشتی مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش آموزش دهد. در بخش های زیر، به عناصر اصلی اجزاء کلیدی یک سلسله برنامه آموزشی مؤثر اشاره شده است.

### ۳-۸-۱- مهمترین مخاطبان هدف و زمینه های محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش

بیشترین مواجهه افراد با پرتوهای فرابنفش قبل از سن ۱۸ سالگی رخ می دهد و انجام اقدامات محافظتی در دوران کودکی، تأثیر بیشتری بر کاهش خطرات پرتوهای فرابنفش نسبت به دوران بزرگسالی دارد. بنابراین کودکان و نوجوانان باید هدف اصلی آموزش اقدامات محافظتی در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید و جلوگیری از آسیب به سلامت قرار گیرند. برآورد شده است که تغییر در رفتار مردم نسبت به محافظت مؤثر در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید بیش از ۷۰٪ از موارد سرطان پوست در استرالیا را از بین خواهد برد.

ضروری است مدارس برای ارائه این پیام به جوانان اقدام نمایند. در نظام های آموزشی معلمان باید درباره پرتوهای فرابنفش و پروژه های محافظتی در برابر آن به آموزش بپردازند. یکی از مهمترین مواردی که در بسیاری از کشورها در رابطه با آموزش و اطلاع رسانی مواجهه با پرتوهای فرابنفش مد نظر قرار گرفته است، آموزش به دانش آموزان است. برای مثال در سال ۲۰۰۸ در ایالات متحده آمریکا حدود ۱۸۰۰ مدرسه و حدود یک میلیون دانش آموز در رابطه با پرتوهای فرابنفش و روش های محافظت در برابر آن تحت آموزش قرار گرفته اند.

علاوه بر این همه مکان های تفریحی در فضاهای روباز - سواحل، مراکز ورزشی، استخرهای شنا، باغ وحش ها و پارک ها محیط مناسبی را در مورد میزان پرتوهای فرابنفش و محافظت در برابر نور خورشید فراهم می نمایند.

درصد زیادی از مواجهه افراد با پرتوهای فرابنفش در طول تعطیلات رخ می دهد. لذا گردشگران، مخاطبان مهمی برای گزارش UVI و توصیه های محافظتی در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید می باشند.

### ۳-۸-۲ ساختارهای شبکه ای و اتحادیه ها

به منظور تغییر عادات قرار گرفتن مردم در مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشید و نگرش اجتماعی

نسبت به اینکه پوست برنزه سالم تر است، راهبردهای بلند مدتی مورد نیاز است. همکاری بخش‌های مختلف جهت اجرای راهبردهای آموزشی گسترده و ایجاد محیط حمایتی برای ادغام برنامه‌های محافظتی با فرهنگ هر کشور ضروری است.

به همین دلیل، در بسیاری از کشورها بسیج امکانات (کمپین‌ها) به عنوان تلاش مشترک میان انجمن‌های علمی و پزشکی، دولت و مؤسسات خصوصی تخصصی، و انجمن‌های خیریه برگزار می‌شود. همکاری‌های بیشتر در انتشار این پیام‌ها ممکن است توسط صنعت گردشگری مانند خطوط هوایی، هتل‌های زنجیره‌ای و خطوط دریایی، سازمان هواشناسی و شرکت‌های تولید اقلام محافظتی در برابر نور خورشید مانند کرم‌های ضد آفتاب و عینک‌های آفتابی صورت گیرد.

### ۳-۸-۳ نقش سازمان‌های دولتی

عمده‌ترین نقش سازمان‌های دولتی جهت به حداقل رساندن عوارض بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش در سه قسمت عمده آموزش، ارزیابی راهکارهای محافظتی و تدوین استانداردهای مربوطه می‌باشد که هر قسمت در بخش‌های زیر تفسیر می‌شود.

#### ۳-۸-۳-۱ آموزش

- تشویق به استفاده از UVI به عنوان بخشی از برنامه‌های آگاهی رسانی عمومی.
- تأمین نیروهای متخصص مراقبت‌های بهداشتی، معلمان و سرپرستان کودکان به همراه وسایل آموزشی برای توزیع میان مردم.
- سازماندهی کارگاه‌های آموزشی برای پزشکان و متخصصین بهداشتی.
- ایجاد برنامه‌های آموزشی برای معلمان.
- ایجاد برنامه‌های آموزشی برای افراد شاغل در فضاهای روباز.
- تشویق و حمایت از تأمین سایه بان در مدارس، زمین‌های بازی و پارک‌ها و در مکان‌های عمومی مانند ایستگاه اتوبوس و استخر شنا.
- توصیه به عدم استفاده از لامپ‌های خورشیدی و تخت آفتاب گیر برای مقاصد آرایشی.
- اطلاع رسانی به جامعه درباره داروها و مواد آرایشی که پوست را در برابر عوارض پرتوهای فرابنفش حساس می‌کند.
- ملزم کردن گوینده اعلام وضع هوای رادیو و تلویزیون، گزارشگران بهداشت و سلامت رسانه‌ها جهت ارائه خدمات UVI به عموم مردم.

### ۳-۸-۲ ارزیابی

- ایجاد آمار ملی بیماری های پوست و چشم ناشی از پرتوهای فرابنفش
- تشویق به پژوهش در زمینه خطرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش و اقدامات محافظتی.
- حمایت از برنامه های ملی و همکاری های بین المللی در پایش پرتوهای فرابنفش و آموزش بهداشت.
- هدایت تحقیقاتی که بر گرایش های رفتاری، نگرشی و دانش مربوط به محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش نظارت می کنند.

### ۳-۸-۳ تدوین استانداردها

- تسهیل توسعه استانداردهای مرتبط با محصولات محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش نظیر کرم های ضد آفتاب، لباس، تخت آفتاب گیر و عینک آفتابی برای اطمینان از دستورالعمل های روشن و ایمن برای تولید کنندگان و مصرف کنندگان.
- ترغیب به تهیه اطلاعات درباره میزان محافظت ایجاد شده در برابر پرتوهای فرابنفش توسط کرم های ضد آفتاب، عینک، لباس و دیگر اقدامات محافظتی.

### ۳-۸-۴ استفاده از پتانسیل رسانه ها

- در بسیاری از کشورها مرسوم است که شاخص پرتوهای فرابنفش در گزارش های هواشناسی به اطلاع مردم برسد. بر این اساس لازم است این موضوع در ایران نیز مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر مردم باید شیوه های محافظتی در مقابل پرتوهای فرابنفش را فراگیرند. برای این کار، مدارس نقش مهمی در آموزش دارند. معلمان باید جهت آموزش این موضوع توجیه شده و مورد تشویق و حمایت قرار گیرند. البته نباید از رسانه ملی نیز غافل ماند. پخش مداوم برنامه های آموزشی و اطلاع رسانی در صدا و سیما و سایر رسانه ها در این زمینه می تواند بسیار موثر باشد.
- رسانه ها باید به ارائه گزارش UVI همراه با اطلاعات آب و هوای روزانه تشویق شوند، به نحوی که مردم این امر را به عنوان بخش مهمی از اطلاعات علاوه بر اخبار و گزارش وضع آب و هوا بپذیرند. تلویزیون، رادیو و رسانه های چاپی به عنوان ابزاری جهت آگاهی دادن به جامعه در خصوص عوارض پرتوهای فرابنفش و نیاز به اتخاذ اقدامات محافظتی ضروری می باشند.
- آنها می توانند از برنامه های ملی و منطقه ای به وسیله تأکید بر نکات مهم بهداشتی حمایت کرده و نیز تحقیقات را بوسیله آشنا کردن مردم با نتایج اثرات بهداشتی یا وسایل محافظتی شناخته شده برای مردم، ترویج کنند.

### ۳-۸-۵ راهبردهای مفید جهت آموزش همگانی

- برگزاری کنفرانس مطبوعاتی در شروع به کار یک بسیج امکانات (کمپین)، به عنوان مثال در اواخر بهار که در آن متخصصین بهداشتی کارآمد برای انجام مصاحبه در دسترس هستند.
  - برگزاری سمینارهای کوتاه مدت برای روزنامه نگاران جهت آموزش آنها پیرامون مشکلات مربوط به تماس بیش از حد با پرتوهای فرابنفش و انتشار پیام‌های کلیدی محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش.
  - استفاده از اطلاعیه‌ها در کنفرانس‌های مطبوعاتی برای تأکید بر مسائل کلیدی، و سپس انتشارشان در مطبوعات جهت ارائه پیام‌های روشن و ساده
  - استفاده از داستان‌های مورد علاقه عموم مردم برای رساندن پیام به صورت سراسری.
  - برای تقویت UVI نیاز به هدایت در مسیر مثبت و جذاب می باشد. کلمات کلیدی عبارتند از: "نجات"، "محافظت" و "کمک".
- UVI می‌تواند:

- ✓ زندگی‌ها را نجات دهد.
- ✓ از سلامتی محافظت کند.
- ✓ به حفظ طراوت جوانی کمک کند.

### ۳-۸-۶ ارزیابی اثربخشی بسیج امکانات (کمپین) UVI

- برنامه‌های اطلاع رسانی درباره خورشید، از UVI به عنوان ابزاری آموزشی با هدف بهبود دانش مردم، تغییر نگرش و رفتار با توجه به قرار گرفتن در معرض خورشید و محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش استفاده می‌کند. یک ارزیابی موثر باید بررسی کند که:
- آیا عموم مردم معنای UVI را درک می‌کنند و پیام‌های آن را اجرا می‌کنند؛
  - آیا کمپین، دانش، نگرش و رفتار مردم را در رابطه با قرار گرفتن در معرض آفتاب تغییر داده است.

### ۳-۹ حقایق و باورهای نادرست در رابطه با پرتوهای فرابنفش

- برخی از حقایق و باورهای نادرست رایج در مورد پرتوهای فرابنفش و اثرات آن بر سلامت در جدول ۶ ارائه شده است که آشنایی با آنها سبب محافظت بیشتر از عوارض پرتوهای فرابنفش خواهد شد.

جدول ۶: حقایق و باورهای نادرست رایج در رابطه با پرتوهای فرابنفش

حقایق	باورهای نادرست
برنزه شدن واکنش دفاعی بدن در برابر آسیب های پرتوهای فرابنفش است	برنزه شدن در برابر آفتاب بی خطر است.
پوست تیره در مقایسه با پوست سفید تنها معادل SPF حدود ۴ محافظت ایجاد می کند.	برنزه شدن بدن را در مقابل خورشید محافظت می کند.
حدود ۸۰ درصد از پرتوهای فرابنفش خورشیدی می تواند از پوشش ابری نازک نفوذ کند. وجود مه حتی می تواند مواجهه با پرتوهای فرابنفش را افزایش دهد.	در روزهای ابری احتمال آفتاب سوختگی وجود ندارد.
آب حداقل محافظت را در برابر پرتوهای فرابنفش ایجاد می کند و بازتاب پرتو از آب، تماس با پرتوهای فرابنفش را افزایش می دهد.	درحالی که در آب هستید، آفتاب سوخته نمی شوید.
پرتوهای فرابنفش به طور کلی در طول ماه های زمستان کم تر است، اما برف بازتاب پرتوهای فرابنفش را خصوصاً در ارتفاع بالا دو برابر می کند. توجه شود که در اوایل بهار زمانی که درجه حرارت پایین است، پرتوهای خورشید به طور غیر منتظره ای شدید هستند.	پرتوهای فرابنفش در طول زمستان خطرناک نمی باشد.
کرم های ضد آفتاب نباید برای افزایش زمان قرار گرفتن در برابر خورشید مورد استفاده قرار گیرد اما برای افزایش محافظت در طول زمان حمام آفتاب، استفاده از آنها اجتناب ناپذیر است. عملکرد محافظتی کرم ها اساساً بستگی به کاربرد صحیح شان دارد	کرم های ضد آفتاب مرا محافظت می کنند بنابراین می توانم به مدت بسیار طولانی حمام آفتاب بگیرم.
قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش در طول روز تجمعی است	اگر هنگام آفتاب گرفتن به طور منظم به پوست استراحت بدهم، آفتاب سوخته نخواهم شد.
آفتاب سوختگی به علت پرتوهای فرابنفش بوجود می آید که قابل احساس نیستند. گرما و حرارت اثر پرتو فروسرخ (مادون قرمز) خورشید است نه پرتوهای فرابنفش.	اگر پرتوهای گرم خورشید را احساس نمی کنید آفتاب سوخته نخواهید شد.

## ۴- پیوست ۱: پیوندهای اینترنتی سازمان‌های گزارش‌کننده UVI

جمهوری اسلامی ایران

سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور

<http://enhealth.health.gov.ir> یا <http://enhealth.tums.ac.ir>

### **WORLD**

World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre

<http://www.msc-smc.ec.gc.ca/woudc/>

### **WORLD**

Institute of Medical Physics and Biostatistics, University of Veterinary Medicine Vienna

[http://i115srv.vu-wien.ac.at/uv/uv\\_online\\_alt.htm#uvimaps](http://i115srv.vu-wien.ac.at/uv/uv_online_alt.htm#uvimaps)

### **EUROPE**

Scientific UV Data Management (SUVDAMA)

<http://www.ozone.fmi.fi/SUVDAMA/>

### **MEDITERRANEAN BASIN**

(French/English/Spanish/Italian)

Environmental Forecast and Information Service

[http://www.enviport.com/index\\_en.html](http://www.enviport.com/index_en.html)

### **ARGENTINA**

(Spanish)

Regional Centre of Satellite Data

<http://www.conae.gov.ar/iuv/iuv.html>

National Meteorological Service

<http://www.meteofa.mil.ar/>

### **AUSTRALIA**

Bureau of Meteorology

[http://www.bom.gov.au/info/about\\_uv\\_b.shtml](http://www.bom.gov.au/info/about_uv_b.shtml)

### **AUSTRIA**

Institute for Medical Physics, University of Innsbruck

[http://www.uibk.ac.at/projects/uvindex/aktuell/mon\\_kart\\_eng.html](http://www.uibk.ac.at/projects/uvindex/aktuell/mon_kart_eng.html)

**CANADA**

(English/French)

Meteorological Service of Canada

<http://www.msc-smc.ec.gc.ca/uvindex/>

**CZECH REPUBLIC**

(Czech/English)

Czech Hydrometeorological Institute

<http://www.chmi.cz/meteo/ozon/o3uvb.html>

**FINLAND**

(Finnish)

Finnish Meteorological Institute

<http://www.ozone.fmi.fi/>

**FRANCE**

(French)

Securité Solaire

<http://www.securite-solaire.org>

**GERMANY**

(German)

Federal Office for Radiation Protection

<http://www.bfs.de/uvi/index.htm>

German Weather Services

<http://www.uv-index.de/>

**GREECE**

(Greek)

Laboratory of Atmospheric Physics

<http://lap.physics.auth.gr/uvindex/>

**HONG KONG SPECIAL ADMINISTRATIVE REGION OF CHINA**

Hong Kong Observatory

[http://www.hko.gov.hk/wxinfo/uvindex/english/uvindex\\_e.ht](http://www.hko.gov.hk/wxinfo/uvindex/english/uvindex_e.ht)



**ITALY**

(Italian/English)

Laboratory for Meteorology and Environmental  
Modelling

<http://www2.iol.co.il/weather/Edefault.asp>

**JAPAN**

(English)

Shiseido UV Ray Information

<http://www.shiseido.co.jp/e/e9708uvi/html/index.htm>

**LUXEMBOURG**

(French)

Meteorological Station of the Lycée Classique  
de Diekirch

<http://meteo.lcd.lu/>

**MEXICO**

(Spanish/English)

Mexico City Air Quality Report

[http://sima.com.mx/sima/df/\\_zseeng.html](http://sima.com.mx/sima/df/_zseeng.html)

**NEW ZEALAND**

Lauder National Institute of Water and  
Atmospheric Research (NIWA)

<http://katipo.niwa.cri.nz/lauder/homepg07.htm>

**NORWAY**

(Norwegian/English)

Norwegian Radiation Protection Authority

<http://uvnett.nrpa.no/>

**POLAND**

(Polish)

Institute of Meteorology and Water Management

<http://www.imgw.pl/>

**PORTUGAL**

(Portuguese/English)

Meteorological Institute

<http://www.meteo.pt/uv/uvindex.htm>

**SLOVENIA**

(Slovenian)

Environmental Agency of Slovenia

<http://www.rzs-hm.si/zanimivosti/UV.html>

**SPAIN**

(Spanish)

National Meteorological Institute

<http://www.inm.es/wwz/fijo/estaciones.html>

**SWEDEN**

(Swedish/English)

Swedish Radiation Protection Institute

<http://www.smhi.se/weather/uvindex/sv/uvprog.htm>

**SWITZERLAND**

(German/French)

Federal Office of Public Health

<http://www.uv-index.ch>

**TURKEY**

(Turkish)

Scientific and Technical Research Council of Turkey

<http://www.tubitak.gov.tr/>

**UNITED KINGDOM**

The Meteorological Office

<http://www.met-office.gov.uk/sec3/gsuvi.html>

**UNITED STATES OF AMERICA**

The Weather Channel

<http://www.weather.com/activities/health/skin>

National Oceanic and Atmospheric Administration  
(NOAA) and Environmental Protection Agency (EPA)  
Climate Prediction Center

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/uv\\_index/index.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/uv_index/index.html)

## ۵- منابع

1. Farin Kamangar M, Hossein Poustchi M, Malekzadeh R. Reducing the Burden of Chronic Diseases: A Neglect-ed Agenda in Iranian Health Care System, Requiring A Plan for Action. Archives of Iranian medicine. 2010;13(4):340.
2. Lucas RM, McMichael AJ, Armstrong BK, Smith WT. Estimating the global disease burden due to ultraviolet radiation exposure. International journal of epidemiology. 2008;37(3):654-67.
3. Gies P, Roy C, Udelhofen P. Solar and ultraviolet radiation. Prevention of Skin Cancer: Springer; 2004. p. 21-54.
4. WHO. Solar ultraviolet radiation: Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental burden of disease series. 2006(13).
۵. گزارش کشوری ثبت موارد سرطانی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت و درمان سال های ۱۳۸۲، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷.
6. Kyle JW, Hammitt JK, Lim HW, Geller AC, Hall-Jordan LH, Maibach EW, et al. Economic evaluation of the US Environmental Protection Agency's SunWise program: sun protection education for young children. Pediatrics. 2008;121(5):e1074-e84.
۶. نقشه تحول نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران مبتنی بر الگوی اسلامی - ایرانی پیشرفت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، شورای سیاست گذاری، مهرماه ۱۳۹۱.
8. Bordewijk J, Slaper H, Reinen H, Schlamann E. Total solar radiation and the influence of clouds and aerosols on the biologically effective UV. Geophysical Research Letters. 1995;22(16):2151-4.
9. Gies P, Wright J. Measured Solar Ultraviolet Radiation Exposures of Outdoor Workers in Queensland in the Building and Construction Industry. Photochemistry and Photobiology. 2003;78(4):342-8.
10. Austin J, Barwell B, Cox S, Hughes P, Knight J, Ross G, et al. The diagnosis and forecast of clear sky ultraviolet levels at the Earth's surface. Meteorological Applications. 1994;1(4):321-36.

11. WHO. Global solar UV index: A practical guide. Geneva: WHO. 2002:15-8.
12. Burrows WR, Vallée M, Wardle DI, Kerr JB, Wilson LJ, Tarasick DW. The Canadian operational procedure for forecasting total ozone and UV radiation. *Meteorological Applications*. 1994;1(3):247-65.
13. USEPA. A Guide to the UV Index; EPA430-F-04-020. 2004.
14. Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Muñoz B, Newland HS, Abbey H, et al. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *New England Journal of Medicine*. 1988;319(22):1429-33.
15. Den Outer P, Slaper H, Matthijsen J, Reinen H, Tax R. Variability of ground-level ultraviolet: Model and measurement. *Radiation protection dosimetry*. 2000;91(1-3):105-9.
16. Bais AF, Kazadzis S, Balis D, Zerefos CS, Blumthaler M. Correcting global solar ultraviolet spectra recorded by a Brewer spectroradiometer for its angular response error. *Applied optics*. 1998;37(27):6339-44.
17. Bodeker GE, McKenzie RL. An algorithm for inferring surface UV irradiance including cloud effects. *Journal of Applied Meteorology*. 1996;35(10):1860-77.
18. Dehne K, Feister U, Mayer B, Taalas P, Weatherhead E, Webb A. Instruments to measure solar ultraviolet radiation.
19. Gies P, Roy C, Javorniczky J, Henderson S, Lemus - Deschamps L, Driscoll C. Global Solar UV Index: Australian Measurements, Forecasts and Comparison with the UK. *Photochemistry and Photobiology*. 2004;79(1):32-9.
20. USEPA. How UV Index is Calculated. 2013; Available from: <http://www.epa.gov/sunwise/uvicalc.html>.

۲۱. سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور <http://enhealth.tums.ac.ir> یا

<http://enhealth.health.gov.ir>



Atomic Energy Organization Of Iran  
Iranian Nuclear Regulatory Authority  
National Radiation Protection Department



Islamic Republic of Iran  
Ministry of Health and Medical Education  
Environmental and Occupational Health Center



Tehran University of Medical Sciences  
Institute for Environmental Research

# **A Guide to Calculation, Determination and Announcement of Ultraviolet Index**



2050202-0603-1