وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار

دانشگاه علوم پزشکی تهران
پژوهشکده محیط زیست

راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش

۱-۰۶۰۳-۲۰۲۰۵۰۲

راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص پرتوهای فرابنفش

A Guide to Calculation, Determination and Announcement of Ultraviolet Index

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

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران

تابستان ۱۳۹۲

کد الزامات:۱-۰۶۰۳-۲۰۵۰۲۰۲

تعداد صفحات: ۵۲

مرکز سلامت محیط و کار:

شهرک قدس ـ بلوار فرحزادی ـ بلوار ایوانک ـ ساختمان مرکزی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ـ بلوک A ـ طبقه ۱۱ـ واحد شمالی

تلفن: ۸۱۴۵۴۱۲۰ ـ ۰۲۱

http://markazsalamat.behdasht.gov.ir

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

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

تلفن: ۸۸۹۷۸۳۹۹ ـ ۰۲۱ ، دورنگار: ۸۸۹۷۸۳۹۸ ـ 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 حسین جباری	استادیار/ 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 محمدصادق حسنوند	کارشناس/ عضو کمیته	دانشگاه علوم پزشکی تهران

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

جهت دسترسی به این راهنما اینجا کلیک کنید یا به تارگاه اینترنتی پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به آدرس http://ier.tums.ac.ir مراجعه نمایید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ۷
مقدمه ۸
۱- پرتوها ۹
۱-۱ تعریف پرتوها و انواع آن ۹
۱-۲ پرتوهای فرابنفش ۹
۱-۲-۱ انواع پرتوهای فرابنفش ۱۰
۱-۳ منابع انتشار پرتوهای فرابنفش ۱۱
۱-۳-۱ منبع طبیعی ۱۱
۱-۳-۲ منابع انسان ساخت ۱۱
۱-۴ عوامل مؤثر بر میزان پرتوهای فرابنفش ۱۲
۱-۴-۱ میزان فاصله خورشید از کره زمین ۱۲
۱-۴-۲ عرض جغرافیایی ۱۲
۱-۴-۳ پوشش ابر ۱۲
۱-۴-۴ ارتفاع از سطح دریا ۱۳
۱-۴-۵ ازن استراتوسفری ۱۳
۱-۴-۶ بازتابش سطوح مختلف ۱۳
۱-۵ اثرات بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش ۱۳
۱-۵-۱ اثرات پرتوفرابنفش بر پوست ۱۴
۱-۵-۲ آفتاب سوختگی، برنزه شدن و پیری زودرس پوست ۱۴
۱-۵-۲-۱ سرطان پوست ۱۴
۱-۵-۲-۱-۱ سرطان پوست غیر ملانومی (NMSC) ۱۵
۱-۵-۲-۱-۲ ملانوم بدخیم (MM) ۱۶
۱-۵-۳ اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم ۱۷
۱-۵-۴ اثرات پرتوهای فرابنفش بر سیستم ایمنی ۱۹
۲- روش های سنجش پرتوهای فرابنفش ۱۹
۳- محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) ۲۱
۳-۱ تاریخچه گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۱
۳-۲ اهمیت شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۱
۳-۳ سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش مرتبط با سلامت انسان ۲۲
۳-۳-۱ تفسیر سطوح مختلف شاخص پرتوهای فرابنفش و راهکارهای محافظتی ۲۲
۳-۴ محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۳
۳-۴-۱ محاسبه UVI برای داده های برآورد شده بر مبنای غلظت ازن ۲۴

۳-۴-۲ محاسبه UVI برای داده های حاصل از آشکارسازهای پرتو فرابنفش ۲۵
۳-۵ گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۸
۳-۵-۱ نمایش گرافیکی UVI و کد رنگ های مورد استفاده جهت بیان UVI ۲۹
۳-۶ مثال هایی برای محاسبه، اعلام و گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش ۳۰
۳-۷ اقدامات عملی ساده جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش ۳۹
۳-۷-۱ اجتناب از آفتاب سوختگی ۳۹
۳-۷-۲ اجتناب از برنزه کردن طبیعی و مصنوعی ۴۰
۳-۷-۳ استفاده فراوان از کرم ضد آفتاب ۴۰
۳-۷-۴ استفاده از لباس های مناسب ۴۰
۳-۷-۵ استفاده از کلاه های مناسب ۴۱
۳-۷-۶ استفاده از عینک های آفتابی ۴۱
۳-۷-۷ قرارگرفتن در سایه در صورت امکان ۴۲
۳-۷-۸ دریافت ویتامین D از روشهای سالم تر ۴۲
۳-۷-۹ آگاهی از مقدار UVI ۴۲
۳-۸ مفاهیم آموزشی و اجرای عملی آنها ۴۲
۳-۸-۱ مهمترین مخاطبان هدف و زمینه های محافظت در برابر پرتو های فرابنفش ۴۳
۳-۸-۲ ساختارهای شبکه ای و اتحادیه‌ها ۴۳
۳-۸-۳ نقش سازمان های دولتی ۴۴
۳-۸-۳-۱ آموزش ۴۴
۳-۸-۳-۲ ارزیابی ۴۴
۳-۸-۳-۳ تدوین استانداردها ۴۵
۳-۸-۴ استفاده از پتانسیل رسانه ها ۴۵
۳-۸-۵ راهبردهای مفید جهت آموزش همگانی ۴۵
۳-۸-۶ ارزیابی اثربخشی بسیج امکانات (کمپین) UVI ۴۶
۳-۹ حقایق و باورهای نادرست در رابطه با پرتوهای فرابنفش ۴۶
۴- پیوست ۱: لینک های اینترنتی سازمان‌های گزارش کننده UVI ۴۸
۵- منابع ۵۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱. طیف انواع پرتوهای فرابنفش ۱۰
جدول ۲.اثرات پرتوهای فرابنفش بر چشم ۱۸
جدول ۳. طبقه بندی شاخص پرتوهای فرابنفش، میزان اثر بهداشتی هر دسته و رنگ های متناظر ... ۲۲
جدول ۴. دستورالعمل های محافظتی مرتبط با هر سطح از شاخص پرتوهای فرابنفش ۲۳
جدول ۵. مشخصات بین المللی رنگ های مورد استفاده جهت بیان UVI..... ۳۰
جدول ۶. حقایق و باورهای نادرست رایج در رابطه با پرتوهای فرابنفش ۴۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱. شمایی از انواع پرتوها و طول موجهای مربوطه ۹
شکل ۲. شمایی از سرطان سلول‌های پایه(BCC) ۱۶
شکل ۳. شمایی از سرطان سلول‌های سنگفرشی(SCC) ۱۶
شکل ۴. شمایی از ملانوم بدخیم ۱۷
شکل ۵. نمایی از مراحل محاسبه و گزارش‌دهی UVI داده های برآورد شده ۲۶
شکل ۶. نمایی از مراحل محاسبه و گزارش‌دهی UVI داده های حاصل از آشکارسازهای ۲۷
شکل ۷. نمونه‌هایی از نمایش گرافیکی UVI ۲۹
شکل ۸. نمونه ای از کلاه های مناسب مورد استفاده جهت محافظت از پرتوهای فرابنفش ۴۱

پیشگفتار

یکی از برنامه‌های عملیاتی مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه‌ها و زمینه‌های مختلف بهداشت محیط و بهداشت حرفه‌ای است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته‌های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی شایسته و مطلوب ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرائی و بعضاً عموم مردم مفید و قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی‌هایی باشد که بدین وسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب‌نظران ارجمند دعوت می‌شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست‌های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود.

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

اکنون که با یاری خداوند متعال این رهنمودها آماده انتشار می‌گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

دکتر کاظم ندافی
رئیس مرکز سلامت محیط و کار

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 سال۱۹۹۲، سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۹۴، Scotto و همکاران در سال ۱۹۹۶ و در سال ۲۰۰۲ توسط گروه مشاوره پرتوهای غیریونیزان انجام شده 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 پرتو فرابنفش A یا B از خود ساطع می کنند، می‌باشد(۳).

در ایران، براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۲ میلادی ، حدود ۲۹۰۲۶ سال عمر از دست رفته منتسب به پرتوهای فرابنفش محیطی محاسبه شده است(۴).

براساس 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).

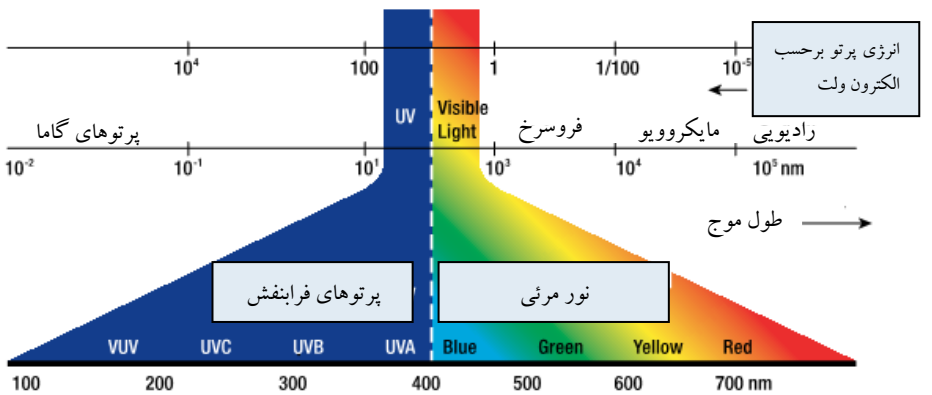
شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) مقدار پرتوهای فرابنفش خورشیدی را در سطح زمین و اقدامات بهداشتی متناسب با میزان پرتوهای فرابنفش را بیان می کند. این شاخص یک ابزار ساده و قابل فهم جهت محافظت عموم مردم در برابر پرتوهای فرابنفش خورشیدی می باشد.

در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ توسط Kyle و همکارانش صورت گرفت مشخص گردید که به ازای هر یک دلار هزینه آموزش، افزایش آگاهی و اطلاع رسانی در رابطه با پرتو UV حدود دو تا چهار دلار از هزینه‌های 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 بالا دستی نظیر نقشه تحول نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران می باشد(۷).

۱- پرتوها

۱-۱ تعریف پرتوها 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 موجهای مربوطه

پرتوها به صورت کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) پرتوهای یون ساز (یونیزان)

دسته‌ای 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 (UV)، نور مرئی، پرتو مادون قرمز، امواج ماکروویو و امواج رادیویی می باشند(۹-۱۰).

۱-۲ پرتوهای فرابنفش

پرتوهای فرابنفش خورشیدی یکی از مهمترین عوامل خطر زیست محیطی در تمام دنیا محسوب می شود. 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 ۴۰۰ nm – ۱۰۰ اطلاق می شود که در طیفی بین پرتوهای ایکس (X-Ray) و نور مرئی قرار دارد. این پرتو از دسته پرتوهای پرانرژی بوده و بیشتر خواص و کاربردهای آن بواسطه همین انرژی زیاد می باشد. بدلیل نزدیک

بودن انرژی پرتوفرابنفش به انرژی موجود در پیوندهای ترکیبات آلی، این پرتو بروی ترکیبات فوق اثر گذاشته و باعث گسستن پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید می شود. پیوندهای دوگانه یا سه گانه بین اتم های ترکیبات آلی (پیوندهای بین کربن و دیگر اتم ها) مستعدترین پیوندهای آسیب پذیر توسط پرتو های فرابنفش می باشند.

۱-۲-۱ انواع پرتوهای فرابنفش

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

جدول ۱. طیف انواع پرتوهای فرابنفش

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

برخی دیگر از محققین طول موج های کمتر از nm ۱۸۰ را ناحیه پرتو فرابنفش ناحیه ی خلاء[1] (VUV) 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 گیرد.

پرتو فرابنفش با طول موج بلند یا پرتو UVA

حدود ۹۵ درصد تابش فرابنفش خورشیدی روی سطح زمین از پرتو UVA تشکیل شده است. این ناحیه با طول موج nm ۴۰۰ – ۳۱۵ 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 نورآفتاب، قوس الکتریکی و چراغ های الکتریکی معمولی نیز یافت می شود. پرتو های لامپ فلورسنت در این ناحیه قرار دارد. پرتو های UVA نسبت به پرتو UVB به عمق بیشتری از پوست نفوذ می‌کند 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 بیشترآن توسط لایه خارجی پوست جذب می ژشود. احتمال آفتاب

[1] Vaccum UV(VUV)

سوختگی توسط پرتو UVB بیشتر است 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 میزان زیادی 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. گرچه 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 nm – ۱۰۰ فقط در قوس الکتریکی وجود دارد.

بنابراین آسیب های بهداشتی پرتوهای فرابنفش در سطح زمین عمدتآ ناشی از UVA (حدود ۹۰ درصد) و UVB (حدود ۱۰درصد) می باشد. سطوح دریافت شده ی پرتوهای UVA در سطح زمین نسبت به UVB ثابت تر بوده واز اوقات متفاوت روز یا سال تاثیر نمی گیرد.

۱-۳ منابع انتشار پرتوهای فرابنفش

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

۱-۳-۱ منبع طبیعی

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

۱-۳-۲ 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 عمدتا مخاطره آمیز نیستند.
- لامپ جیوه ای فشار پایین، متوسط و بالا که لامپ فشار پایین اغلب به عنوان لامپ گندزدا و میکروب کش استفاده می شوند. لامپ جیوه ای اساساً برای روشنایی کاربرد دارد.
- لامپ گزنون که در عکاسی و همچنین بعنوان شبیه ساز خورشیدی استفاده می شود.

- تخلیه کننده های الکتریکی: منابع قوس الکتریکی (جوشکاری) می توانند برای شبکیه چشم بشدت خطرناک باشند.
- لامپ‌های فلورسنت: لامپ های خورشیدی فلورسنت اغلب پرتو UVB و لامپ های لوله ای فلورسنت عمدتاًپرتو 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 هر جایی که به پرتوهای فرابنفش اشاره شده است منظور پرتوهای فرابنفش حاصل از نور خورشید می باشد.

۱-۴ 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 ماه های سال و ساعات روز متفاوت است شدت پرتوهای فرابنفش در ماه های 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 می باشد 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 UV 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 می شود.

۱-۴-۲ عرض جغرافیایی

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

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 می شوند. در آسمان بدون ابر، پرتوهای فرابنفش در حداکثر میزان است اما حتی با وجود پوشش ابر، بخشی از پرتوهای فرابنفش به سطح زمین می رسد. در به عبارت دیگر بیش از ۹۰ ٪ از پرتوهای فرابنفش خورشیدی می تواند 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 لایه های اتمسفر کمتر بوده و میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین افزایش می یابد. در واقع به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین حدود۱۰٪ تا ۱۲٪ افزایش می یابد (تقریباً به ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع، میزان پرتوهای فرابنفش چهار درصد افزایش می یابد).

۱-۴-۵ ازن استراتوسفری

لایه ازن بخشی از پرتوهای فرابنفش که به سطح زمین می رسد را جذب می‌کند. سطح ازن در طول سال و حتی درطول 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 راشیتیسم، پسوریازیس و اگزما 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 بر پوست مانند پیری زودرس پوست، سرطان پوست، واکنش های التهابی و آب مروارید درچشم ها 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 UV سبب تغییرات غیر قابل برگشت در سلول ها، بافتهای فیبری و رگ های خونی می شود که سبب پیری زودرس پوست خواهد شد. پرتوهای فرابنفش همچنین می تواند باعث واکنش های التهابی چشم شود(۱۴).

۱-۵-۱ اثرات پرتوفرابنفش بر پوست

پوست بزرگترین عضو بدن بوده و وظیفه آن ذخیره چربی، خنک نگه‌داشتن بدن و ساختن ویتامین D در بدن است و بدن را از عفونت، نور، از دست رفتن آب و سایر مایعات و جراحت محافظت می کند. پرتوهای فرابنفش به سادگی می‌توانند به پوست صدمه بزنند و این صدمه می‌تواند 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 تیره‌ترداری رنگدانه محافظ ملانین بیشتری است و درنتیجه میزان بروز سرطان پوست در افراد تیره پوست کمتر است. اما با این حال، سرطان پوست ناشی از مواجهه با پرتوفرابنفش در افراد با پوست تیره هم رخ می دهد و متاسفانه اغلب در مرحله بعد که خطرناک تراست تشخیص داده می‌شود(۲-۴, 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[1] (همان قرمزشدن 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 می‌شوند که در عرض چند روز پس از مواجهه با پرتوهای فرابنفش رخ می دهد. در مراحل پیشرفته تر یکی از اثرات با سازگاری مشخص کم، ضخیم‌تر شدن لایه‌های 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 می‌شود 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 می‌شود.

۱-۵-۲-۱ سرطان پوست

سرطان پوست یکی از شایع ترین و در عین حال قابل پیشگیری‌ترین سرطان ها است. سرطان پوست بیماری است که در آن سلول های بدخیم به طور نامنظم و فزاینده ای تکثیر و به طریقی از

[1] Erythema

سیستم ایمنی و دفاعی بدن عبور می‌کنند. مهمترین رخداد اولیه درسرطان پوست، جهش در DNA سلول بر اثر مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی است که منجر به شروع تراریختگی سلول و سرطانی شدن 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).

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

سرطان پوست غیر ملانومی[1] شامل سرطان سلول‌های پایه (بازال یا BCC)[2] و سرطان سلول های سنگفرشی (اپی تلیال یا SCC)[3] 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 سرطان هایی هنوز دست یافتنی نیست. با این حال، مطالعاتی که در استرالیا، کانادا و ایالات متحده انجام گرفته است نشان می دهد که در سال های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ شیوع NMSC به بیش از دو برابر افزایش یافت. در مطالعه ای دیگر خطر ابتلا به NMSC با توجه به قرار گرفتن شخص در معرض خورشید مورد بررسی قرارگرفت و نشان داده شد که در بخش هایی 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 درطولانی 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 سلول های بازال(BCC) (شکل ۲) شایع ترین نوع سرطان پوست به شمار می آید و نسبت به دیگر اشکال سلول های سرطانی پوست خطر کمتری دارد. سرطان سلول های 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.

[1] Non-melanoma skin cancers (NMSC)
[2] Basal cell carcinoma (BCC)
[3] Squamous cell carcinoma (SCC)

شکل ۲. شمایی از سرطان سلول‌های پایه (BCC)

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 سلول های سنگفرشی مدت‌ها به لایه اپیدرم محدود می ماند و در صورت درمان نشدن به لایه های زیرین پوست راه یافته و بافتهای دیگر را مورد تهاجم قرار می دهد. مواجهه ی 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)

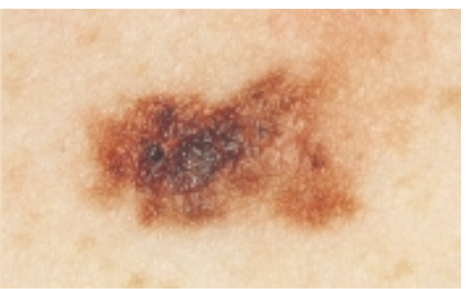
۱-۵-۲-۱-۲ ملانوم بدخیم(MM)

سرطان ملانوم رشد بدخیم سلول های تولید کننده ی ملانوم است. این سلول ها رنگدانه تیره پوست، مو، چشم و خال های 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 می شوند. ملانوم از خطرناک ترین انواع اشکال سرطان پوست به شمار می‌رود. این نوع سرطان اگر در مراحل ابتدایی تشخیص داده شود درمان قطعی آن امکان پذیر است. اما چنانچه حالت تهاجمی پیدا کرده و به سایر بافت های بدن سرایت کند درمان آن امکان پذیر نخواهد بود.

ملانوم بدخیم (MM)[1]، اگر چه به مراتب بسیارکمتر 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

[1] Malignant melanoma (MM)

افزایش یافته است، به عنوان مثال در ایالات متحده بـه طـور متوسـط در هـر سـال ۴ ٪ رشـد داشـته است. مطالعات زیادی نشان داده اند که خطر ابتلا به ملانوم بدخیم به عواملی نظیـر مشخصـه هـای ژنتیکی و رفتار فرد در هنگام مواجهه با پرتوهای فرابنفش بستگی دارد.



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 می‌شود. نور، انقباض مردمک و عکس العمل نیمه باز شدن چشم را برای به حداقل رساندن نفوذ پرتوهای فرابنفش به چشم فعال می‌کند. 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 [۱] و ورم ملتحمه[۲]. 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 می‌شوند. 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[۳] و برف کوری[۴] می باشند.

[1] Photokeratitis
[2] Photoconjunctivitis
[3] Arc-eye
[4] Snow blindness

آب مروارید(کاتاراکت) [1] یکی از عوامل مهم کوری در جهان است و مشخص شده است که حدود ۲ درصد آب مرواریدها ناشی از مواجهه با پرتوهای فرابنفش ایجاد می‌شود. در این بیماری پروتئین های عدسی چشم از دناتوره(Denatured) می گردد و باعث تجمع رنگدانه‌ها 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 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 UVA بر چشم	اثرات UVB بر چشم	اثرات UVC بر چشم
فوتوکراتیت	فوتوکراتیت	آب مروارید
التهاب قرنیه	التهاب قرنیه	سرطان
التهاب ملتحمه	تورم 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 سرطان‌های بدخیم چشم ملانوم است که ناشی از پرتوهای فرابنفش می‌باشد. 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 می‌دهند 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 براین 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 و آب مروارید) نقش دارد، پرتوهای فرابنفش است.

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.

[1] Cataract

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 می‌گردد، مثلاً کوهنوردان و اسکی بازان به جهت اقامت‌های طولانی در ارتفاعات بالا، عملاً با رقیق شدن هوا، عامل اصلی مقاومت در مقابل پرتوهای فرابنفش را ازدست می دهند. گرچه عینک های آفتابی معمولی به میزان کمی در مقابل پرتوهای فرابنفش مقاومند، اما توصیه می‌گردد که حتی المقدور از لنزهای پلاستیکی (ترجیحاً از جنس پلی کربنات) بجای لنزهای شیشه‌ای استفاده گردد زیرا همانگونه که اشاره شد، شیشه معمولی در مقابل UVA فاقد مقاومت بوده و آن را به راحتی از خود عبور می دهد. 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 میکروارگانیسم های مهاجم و یا مقابله با شروع یک تومور بسیار موثر است. شواهدی وجود دارد که نشان می دهد مواجهه حاد و مزمن با پرتوهای فرابنفش سبب سرکوب و تضعیف سیستم ایمنی بدن می شود. 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 سرکوب کننده 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 می کند کاهش دهد(۱۱).

مطالعات متعدد نشان داده است که مقادیر محیطی پرتوهای فرابنفش میزان فعالیت و توزیع تعدادی از سلول های مسئول راه اندازی واکنش های ایمنی در بدن انسان را تغییر می دهد. 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 مدل های 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 آنجایکه عمده ی بیماری های قابل پیشگیری با واکسن، جزء بیماری های عفونی هستند، هر عاملی که تاثیر واکسن را حتی به میزان کم کاهش دهد می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سلامت داشته باشد.

۲- روش های سنجش پرتوهای فرابنفش

دو رویکرد اصلی جهت تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین وجود دارد که عبارتند از: (الف) استفاده از مدل های 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 بهمراه فیلترهای مونوکروماتور یا فیلترهای 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 اکتینومتریک و فیلم های پلاستیکی حساس به پرتوهای فرابنفش می باشند(۱۰, ۱۶-۱۷).

وسایلی که برای اندازه گیری پرتوهای فرابنفش وجود دارد، اکتینومتر[1] نامیده می‌شود و به سه دسته تقسیم می‌شود:

- پیل ترموالکتریک: جسمی که تمام پرتو را جذب می کند، در معرض تابش پرتو قرار داده و حرارت حاصله اندازه گیری می‌شود.

- اکتی نومتر فیزیکی: از مهمترین انواع اکتینومترها سلول فوتوالکتریک[2] است که از حبابی از جنس کوارتز تشکیل شده که به خوبی تخلیه شده است و نیز شامل دو الکترود است.

- اکتینومترشیمیایی: املاح نقره در اثر تابش پرتوهای فرابنفش احیا شده و چون نقره آن آزاد می گردد، املاح سیاه رنگ می‌شود. اکتینومتری که متکی به خاصیت فوق است، اکتینومتربوردیر[3] است.

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

[1] Actinometer
[2] Photoelectric Cell
[3] Bordier

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

۳-۱ تاریخچه گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش

در سال ۱۹۹۵ یک نشست جامع از طرف WHO، WMO، UNEP و ICNIRP جهت استاندارد کردن گزارش‌دهی مقادیر UV به عموم مردم برگزار شد. در آن نشست شاخص پرتوهای فرابنفش (UVI) توسعه یافت که بیانگر میزان پرتو UV خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد و مبنای آن پتانسیل آسیب به پوست می‌باشد. از زمان انتشار اولیه آن 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 پرتو خورشید برگزار شده است.

۳-۲ اهمیت شاخص پرتوهای فرابنفش

شاخص پرتوهای فرابنفش ابزاری مناسب جهت افزایش آگاهی های عمومی در مورد خطرات در معرض بودن بیش از حد 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 ۲۰۰۸توسط 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 هزینه‌های درمان عموم مردم پس انداز می شود. این ابزار آموزشی باید به عنوان جزء جدایی ناپذیر برنامه آموزشی به عموم مردم درخصوص 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 پرتو خورشید را به صورت روزانه پیش بینی می‌کند. 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 کوتاهتری صدمات شدیدتری را وارد می سازد.

UVI همچنین باید گروه‌های آسیب پذیر و افراد با مواجهه زیاد با پرتو 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 پوست، و اثرات آن بر چشم و سیستم ایمنی بدن آگاه سازد. در پیام‌های آموزشی باید تاکید 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 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)	رنگ‌ها
وقتی که شاخص پرتوهای فرابنفش در گستره زیر است	نوع مواجهه یا میزان اثر آن را این گونه توصیف می‌کنیم	و با رنگ زیر نمایش می‌دهیم
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
۲ - ۱	کم	در طی روز عینک آفتابی* مناسب استفاده کنید. لازم به ذکر است که در طی زمستان، برف ممکن است شدت پرتوهای فرابنفش را دو برابر افزایش دهد. افرادی که دارای پوست حساس می‌باشند و به‌آسانی دچار آفتاب سوختگی می شوند می‌بایست لباس آستین‌دار و شلوار بلند* بپوشند و کرم ضدآفتاب* (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵) استفاده کنند.
۵ - ۳	متوسط	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. در محیط بیرون کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند بپوشید.
۷ - ۶	زیاد	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. در محیط بیرون کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند بپوشید.
۱۰ - ۸	خیلی زیاد	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) ازمواجهه با نور خورشید اجتناب نماید. در محیط بیرون کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند بپوشید.
≤ ۱۱	شدید	در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) ازمواجهه با نور خورشید اجتناب نماید. در محیط بیرون کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند بپوشید.

* برای آگاهی از جزییات بیشتر در رابطه با معیارهای انتخاب و نحوه ی استفاده از روش های محافظتی بـه بخـش ۳-۷ مراجعه شود.

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 مدل های 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 مدل های کامپیوتری و بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری و سایر پارامترها باشد می بایست از روش محاسبه ارائه شده در بخش ۳-۴-۱ استفاده شود و در صورتیکه میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین با استفاده آشکارسازها بصورت مستقیم سنجش شده است می بایست از روش محاسبه UVI ارائه شده در بخش ۳-۴-۲ استفاده نمود.

۳-۴-۱ محاسبه UVI برای داده های برآورد شده بر مبنای غلطت ازن

به منظور محاسبه UVI ازرابطه شماره (۱) استفاده می شود. 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) برحسب میلی وات بر مترمربع (mW/m^2) در محدوده طول موجی ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر نیاز می باشد. برای محاسبه شاخص فرابنفش از رابطه زیر استفاده می شود:

$$I_{UV} = \mathrm{k_{er}} \cdot \int_{290\ \mathrm{nm}}^{400\ \mathrm{nm}} \mathrm{E}_\lambda \cdot S_{er}(\lambda) d\lambda \qquad (1)$$

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

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

E_λ : شدت انرژی تابشی پرتوهای فرابنفش در محدوده (۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر) بر حسب $W/(m^2.nm)$

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

S_{er}: ضریب طیف واکنش اریتما (یا بعبارت 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.

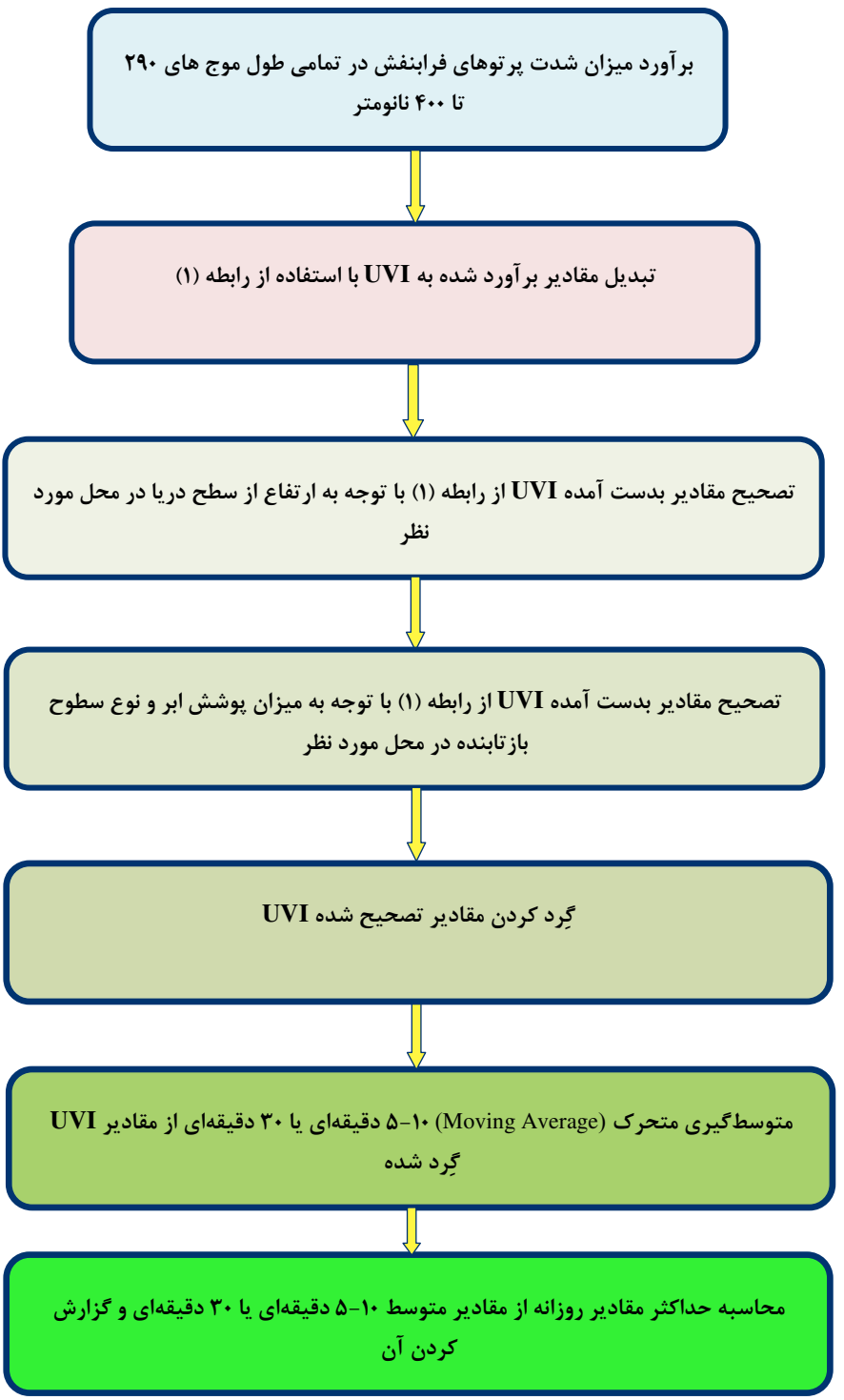
نکته شماره یک: از آنجایی که میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین بستگی به میزان ارتفاع از سطح دریا و میزان پوشش ابر دارد، لذا میزان UVI بدست آمده از رابطه (۱) می بایست با توجه به شرایط ابری و ارتفاع از سطح دریا تصحیح شود. لازم به یادآوری است که به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان پرتوهای فرابنفش حدود ۱۲٪ افزایش می یابد (البته در برخی از منابع این میزان حدود ۶ ٪ بیان شده است. به هرحال در این رهنمود مبنای محاسبات ۱۲٪ می باشد). همچنین در شرایطی که آسمان صاف و بدون ابر (Clear sky) باشد، ۱۰۰٪ پرتوهای فرابنفش به سطح زمین می رسد و در زمانی که ابرهای پراکنده (scattered clouds) در آسمان وجود داشته باشند حدود ۸۹٪ و در زمانیکه 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 می‌شود. پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده هم می تواند بسیار زیانبار باشد. ساحل شنی خشک حدود ۱۵٪، آب دریا ۲۵٪ و برف تمیز حدود ۸۰ ٪ از پرتوهای فرابنفش را باتابش 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 افرادی که در مناطقی با 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.

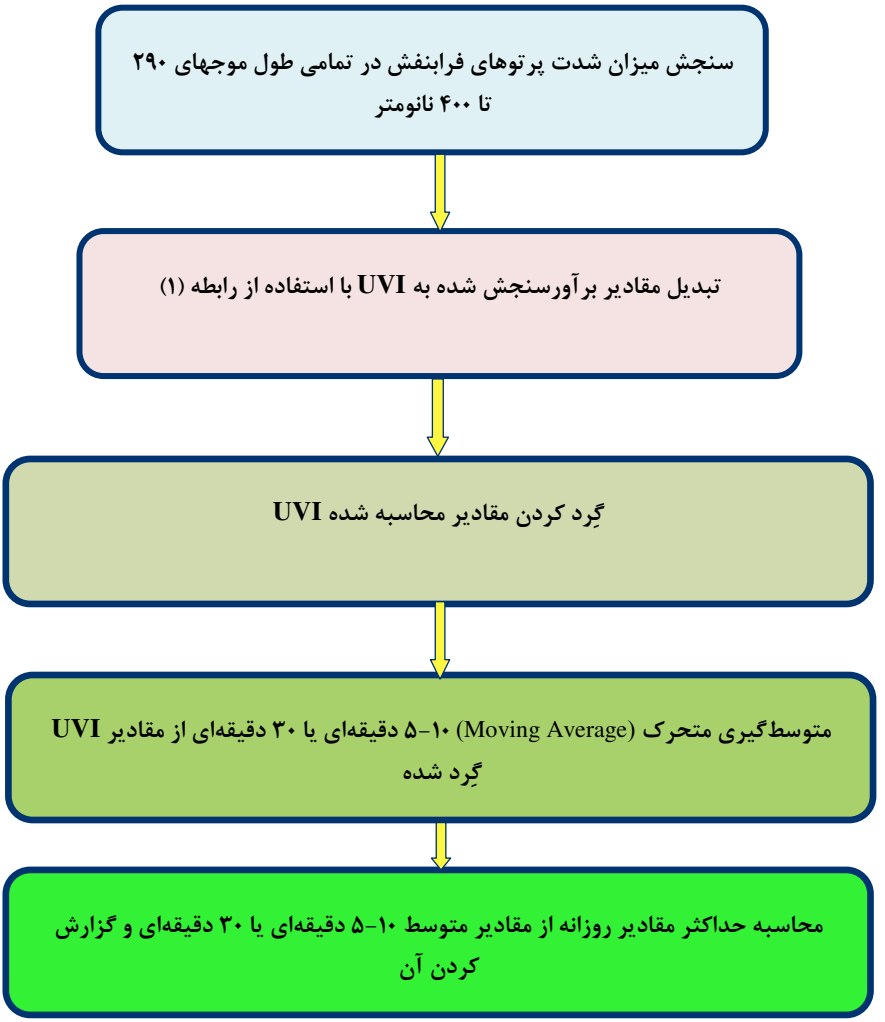
جهت درک آسان تر مراحل انجام محاسبه UVI برای داده های برآورد شده بر مبنای غلطت ازن استراتوسفری، این مراحل به صورت نمادین در شکل ۵ ارائه شده است.

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

اغلب جهت تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش خورشیدی از روش سنجش اسپکتروورادیومتر 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 مراحل محاسبه در این شرایط در شکل ۶ نمایش داده شده است(۱۹-۲۰).



شکل ۵. نمایی از مراحل محاسبه و گزارش‌دهی UVI داده های برآورد شده بر مبنای غلطت ازن



شکل ۶. نمایی از مراحل محاسبه و گزارش‌دهی UVI داده های حاصل از آشکارسازهای پرتو فرابنفش

۳-۵ گزارش دهی شاخص پرتوهای فرابنفش

به منظور پیشگیری از عوارض بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش یکی از مهم‌ترین 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، پایگاه های 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 برساند. هر گونه گزارش و یا اطلاعیه در رابطه با پرتوهای فرابنفش می‌بایست شامل نکات اساسی ذیل باشد(۱۱, ۲۰):

- میزان UVI می بایست هر یک ساعت یکبار گزارش داده شود و در غیر اینصورت حداقل باید مقدار حداکثر روزانه UVI گزارش داده شود. هنگام گزارش حداکثر روزانه می بایست از مقادیر متوسط ۳۰ دقیقه ای و یا در صورت امکان از مقادیر متوسط ۱۰-۵ دقیقه ای استفاده شود.
- مقدار عددی شاخص پرتوهای فرابنفش بصورت عدد صحیح و نه اعشاری گزارش شود (مقدار UVI می بایست براساس مراحل ارائه شده در شکل ۵ محاسبه گردد).
- در شرایطی که پوشش ابر متغییر باشد، میزان UVI می بایست به صورت یک گستره (range) بیان شود. در پیش بینی مقدار UVI حتماً می بایست به پوشش ابر اشاره شود.
- نوع مواجهه یا میزان اثر مرتبط با شاخص بیان شود.
- دستورالعمل های 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 پیش‌بینی های سازمان هواشناسی در گزارش بطور خلاصه ذکر شود. در بسیاری از کشورها مقادیر UVI برای روزهای مختلف پیش بینی می شود؛ این امر با کمک مدل های که از پارامترهای نظیر تاریخ روز (date)، ساعت روز (time)، عرض جغرافیایی (latitude)، درجه حرارت و غلظت ازن استفاده می‌کنند صورت می پذیرد. عدم قطعیت این مدل ها در پیش بینی مقادیر UVI یک واحد UVI می باشد.

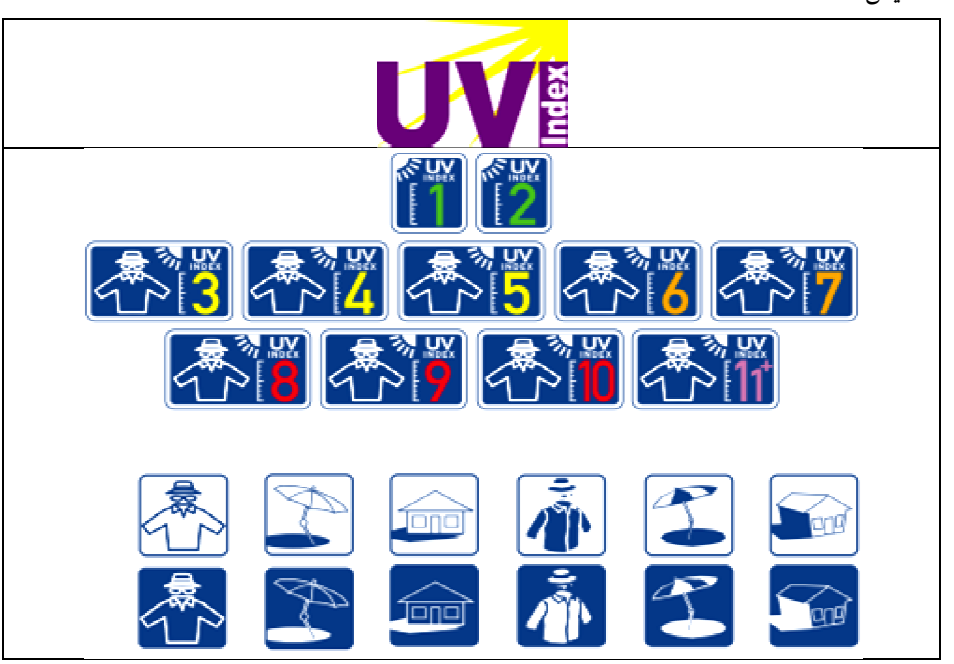
در بسیاری از کشورها همراه با گزارشات پیش بینی آب و هوا، UVI در روزنامه ها، تلویزیون و رادیو گزارش می‌شود. در برخی از کشورها این گزارش دهی معمولاً فقط در طول ماه های تابستان انجام می شود. پیوست ۱ فهرستی از پیوندهای اینترنتی است که در آن، UVI برای بسیاری از کشورها و با زبان‌های مختلف ارائه شده است.

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. گزارش‌دهی UVI متناسب با دریافت کننده، این امکان را می دهد که مردم به توصیه ها 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 مثمر ثمر بودن فرآیند اطلاع رسانی و گزارش دهی UVI و اثر آن بر رفتار مردم جهت محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش، گزارشات مربوط به UVI می بایست همراه با داده ها و آمار سرطان های پوست و چگونگی ایجاد سرطان پوست در طی مواجهه با پرتوهای فرابنفش باشد. همچنین می بایست به مردم آموزش های مربوط به روش های محافظتی نظیر پوشش های مناسب داده شود.

۳-۵-۱ نمایش گرافیکی UVI و کد رنگ های 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 نیز می شود. وسایل آماده شده برای گزارش ها، سبب افزایش موفقیت درک از طریق رسانه ها شده و وجود بیش از یک حق انتخاب، به رسانه های مختلف این امکان را می دهد که از عهده محدودیت های تکنیکی برآیند.

انواع بسته‌های گرافیکی را می‌توان از وب سایت جهانی UV پروژه INTERSUN سازمان جهانی بهداشت به آدرس http://www.who.int/uv/en دانلود کرد که شامل نمایه ی UVI، نماد های گزارش UVI و نمادهای محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش می باشد که در شکل ۷ نمایش داده شده اند.



شکل ۷. نمونه‌هایی از نمایش گرافیکی UVI

به منظور ارائه و گزارش شاخص پرتوهای فرابنفش می بایست برای هر دسته از مقادیر شاخص، رنگ های مخصوص استفاده کرد. این رنگ ها اساس علمی ندارد، اما ابزاری برای نشان دادن جذابیت بیشتر UVI محسوب می شوند. کدگذاری رنگی، ایجاد تفاوت میان مناطق جغرافیایی با سطوح بالا و پایین تابش پرتوهای فرابنفش را تسهیل می‌کند. جهت یکسان سازی رنگ های مورد استفاده در گزارشات UVI، برای هر کدام از رنگ های مورد استفاده مشخصات کاملی ارائه شده است که در تمامی گزارشات با یک رنگ مشخص گردد و اختلافات سلیقه ای جهت نوع رنگ مورد استفاده به حداقل برسد. مشخصات کامل رنگ های مورد استفاده در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. مشخصات بین المللی رنگ های 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 مورداستفاده	سبز		زرد			نارنجی		قرمز			بنفش
نمونه استاندارد											۲۶۵
RGB رنگ	قرمز	۴۰	قرمز	۲۴۷		قرمز	۲۴۸	قرمز	۲۱۶		قرمز ۲۰۷
	سبز	۱۴۹	سبز	۲۲۸		سبز	۸۹	سبز	۰		سبز ۷۳
	آبی	۰	آبی	۰		آبی	۰	آبی	۲۹		آبی ۲۰۰

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.

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

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 را در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب نماید تا میزان شدت موثرکلی هر طول موج مشخص گردد.

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

در مرحله بعد می بایست میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجش شده را با یکدیگر جمع نمود و 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 دریا 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 با 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:

۷۹/۷×۱/۱۴۴×۰/۸۹=۸۱/۱۵

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

۸۱/۱۵×۰/۰۴=۳/۲۵

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گِرد 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 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 ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش‌بینی 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 ۷-۶ (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 می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای روز آتی	۷-۶

مثال۲ (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 مدلهای 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 نماید. متوسط ارتفاع شهر تهران از سطح دریا حدود ۱۲۰۰ متر می باشد.

طول موج پرتو (nm)	شدت پرتو (mW/m^2)
۲۹۰	۹۰
۲۹۵	۱۰۰
۳۰۰	۵۰۰
۴۰۰	۲۰۰۰

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 را در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب نماید تا میزان شدت موثرکلی 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 می بایست میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجش شده را با یکدیگر جمع نمود و میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش محاسبه گردد (۳۰+۴۰+۵۱/۸۸۸+۰/۰۶۴=۱۲۱/۹۵).

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 دریا 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 داردکه 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:

۱۲۱/۹۵×۱/۱۴۴×۱/۸۰=۲۵۱/۱۲

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

۲۵۱/۱۲×۰/۰۴ = ۱۰/۰۴

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گِرد 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 می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش‌بینی انتظار می‌رود در ۲۴ ساعته آینده شدت پرتوهای فرابنفش کاسته شود و شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر تهران بعلت متغییر بودن شرایط ابری در گستره ۷-۶ (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 می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای روز آتی	۷-۶

مثال۳ (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
۳۲۰	۱۸
۳۲۵	۱۶
۳۳۰	۱۵
۳۳۵	۱۴
۳۴۰	۱۳
۳۴۵	۱۲
۳۵۰	۱۱
۳۵۵	۱۰
۳۶۰	۹
۳۶۵	۸
۳۷۰	۷
۳۷۵	۶
۳۸۰	۵
۳۸۵	۴
۳۹۰	۳
۳۹۵	۲
۴۰۰	۱

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 را در میزان شدت پرتو هر طول موج ضرب نماید تا میزان شدت موثرکلی هر طول موج مشخص گردد.

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

در مرحله بعد می بایست میزان شدت موثر تمامی طول موج های سنجش شده را با یکدیگر جمع نمود و 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) می بایست میزان اثر کل پرتوهای فرابنفش را در عدد ۰/۰۴ ضرب کرد. بنابراین شاخص پرتوهای فرابنفش برابر است با

۸۲/۵۷×۰/۰۴=۳/۲۸

آخرین مرحله محاسبه شاخص پرتوهای فرابنفش گِرد 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:

- ✓ درحال حاضر شاخص پرتوهای فرابنفش در شهر مشهد برابر ***سه*** می باشد و نوع مواجهه یا میزان اثر آن ***متوسط*** است و توصیه می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد و همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود. براساس پیش‌بینی انتظار می‌رود 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 می‌شود در ساعات نزدیک ظهر (۱۱ صبح تا ۱۶) مواجهه با نور خورشید به حداقل برسد. همچنین در محیط بیرون استفاده از کلاه‌لبه‌دار، کرم ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.
پیش بینی میزان شاخص برای ساعات آتی	۵

مثال ٤: 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.

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

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

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

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

تاریخ	ساعت	UVI محاسبه شده	UVI گِرد 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 و و 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 ضدآفتاب (با فاکتور محافظتی (SPF) حداقل ۱۵)، عینک آفتابی مناسب و لباس آستین‌دار و شلوار بلند جهت کاهش اثرات بهداشتی پرتوهای فرابنفش توصیه می شود.

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 می تواند بسیار خطرناک باشد. مواجهه بیش از حد با پرتوهای فرابنفش می تواند 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 می باشند. اقدامات عملی ساده ذیل می تواند 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 و احتمال ایجاد سرطان پوست در کودکان دچار آفتاب سوختگی بسیار بالا است. به منظور اجتناب از آفتاب سوختگی 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 روش های مصنوعی سبب افزایش احتمال ابتلا به سرطان پوست میگردد.

۳-۷-۳ استفاده فراوان از کرم ضد آفتاب

در مواجهه با پرتوهای فرابنفش خورشیدی، استفاده از کرم های ضد آفتاب الزامی است. جهت استفاده ازکرم های ضد آفتاب توجه به نکات ذیل ضروری است:

- کرم ضدآفتاب مورد استفاده می بایست دارای شاخص محافظت در برابر خورشید (SPF) حداقل ۱۵ برای پرتو فرابنفش UV-A و پرتوفرابنفش UV-B باشد.
- تقریباً ۲۰ دقیقه قبل از بیرون آمدن از خانه از کرم ضد آفتاب استفاده کنید.
- کرم های ضد آفتاب را می بایست به مقدار فراوان بر روی تمامی قسمتهای پوست که در معرض نور خورشید هستند (دست و صورت، لب، پیشانی، گوش و گردن) استفاده نمود به طوری که یک لایه از آن بر روی پوست باقی بماند.
- هر دو ساعت یکبار حتی در روزهای ابری می بایست مجدداً از کرم ضد آفتاب استفاده شود.
- پس از شناکردن یا عرق کردن، می بایست مجدداً از کرم ضد آفتاب استفاده شود.

۳-۷-٤ 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 (UV Protection Factor) 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.

طرح لباس، نوع و ساختار الیاف لباس، رنگ لباس، خشک و یا خیس بودن آن میزان اثر حفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش را تعیین می کند. لباس های مورد استفاده جهت محافظت از پرتوهای فرابنفش، می بایست دارای ویژگی های ذیل باشند:

- گشاد، یقه دار و آستین بلند باشند.
- هرچه 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، چشمها، بینی، لب ها، گوش ها، گردن و حتی شانه ها می باشد. کلاه مورد استفاده باید مشخصات ذیل را داشته باشد:

- 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

۳-۷-٦ 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 مشخصه‌های ذیل را دار باشند:

- قاب عینک بایستی 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 می بایست دارای برچسب "UV absorption up to 400 nm" یا نشان تأیید شده توسط سازمانهای 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 (Cosmetic)" هستند تنها مانع از حدود ۷۰٪ از پرتوهای فرابنفش به چشم می شوند.

۳-۷-۷ قرارگرفتن در سایه در صورت امکان

در صورت امکان در ساعات ۱۱ صبح تا ۱۶ عصر در سایه قرار گیرد. می بایست 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 روشهای سالم تر

جهت دریافت ویتامین D بجای 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 می‌دهد. جهت آگاهی از مقدار UVI در شهر محل سکونت خود به سامانع جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور به آدرس http://enhealth.tums.ac.ir مراجعه نمایید(۲۱).

نکته بسیار مهم: براساس رهنمود آکادمی اطفال آمریکا (American Academy of Pediatrics)، می بایست 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 می بایست قسمت هایی از پوست که در معرض نور خورشید است با استفاده از کرم ضدآفتاب 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

آفتاب، و تغییر در نگرش ها و رفتارها صورت می‌گیرد. 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 آفتاب لذت برند اما در همان زمان آنها را از نیاز به جلوگیری از مواجهه بیش از حد با آفتاب آگاه است. 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 بخش‌های 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 پرتو های فرابنفش

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

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

علاوه بر این همه مکان‌های تفریحی در فضای باز - سواحل، مراکز ورزشی، استخرهای شنا، باغ وحش‌ها و پارک‌ها محیط مناسبی را در مورد میزان پرتوهای فرابنفش و محافظت در برابر آفتاب فراهم می‌نمایند.

درصد زیادی از مواجهه افراد با پرتوهای فرابنفش در طول تعطیلات رخ می‌دهد. لذا گردشگران، مخاطبان مهمی برای گزارش UVI و توصیه‌های حفاظتی در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید می‌باشند.

۳-۸-۲ ساختارهای شبکه ای و اتحادیه‌ها

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 برنامه های حفاظتی با فرهنگ هر کشور ضروری است.

به همین دلیل، در بسیاری از کشورها بسیج امکانات (کمپین ها) 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 آفتاب مانند کرم‌های ضد آفتاب و عینک‌های آفتابی صورت گیرد.

۳-۸-۳ نقش سازمان های دولتی

عمده ترین نقش سازمان های دولتی جهت به حداقل رساندن عوارض بهداشتی مواجهه با پرتوهای فرابنفش در سه قسمت عمده آموزش، ارزیابی راهکارهای محافظتی و تدوین استانداردهای مربوطه می باشد که هر قسمت در بخش های زیر تفسیر می شود.

۳-۸-۳-۱ آموزش

- تشویق به استفاده از UVI به عنوان بخشی از برنامه‌های آگاهی رسانی عمومی.
- تامین نیروهای متخصص مراقبت‌های بهداشتی، معلمان و سرپرستان کودکان به همراه وسایل آموزشی برای توزیع میان مردم.
- سازماندهی کارگاه های آموزشی برای پزشکان و متخصصین بهداشتی.
- ایجاد برنامه‌های آموزشی برای معلمان.
- ایجاد برنامه‌های آموزشی برای افراد شاغل در فضاهای رو باز.
- تشویق و حمایت از تامین سایه بان در مدارس، زمین‌های بازی و پارک ها 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 رسانه ها جهت ارائه خدمات UVI به عموم مردم

۳-۸-۳-۲ 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 گرایش‌های رفتاری، نگرشی و دانش مربوط به محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش نظارت می‌کنند.

۳-۸-۳-۳ تدوین استانداردها

- تسهیل توسعه استانداردهای مرتبط با محصولات محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش نظیر کرم‌های ضد آفتاب، لباس، تخت آفتاب گیر و عینک آفتابی برای اطمینان از دستورالعمل‌های روشن و ایمن برای تولید کنندگان و مصرف کنندگان.
- ترغیب به تهیه اطلاعات درباره میزان محافظت ایجاد شده در برابر پرتوهای فرابنفش توسط کرم‌های 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 گزارش‌های هواشناسی به اطلاع مردم برسد. بر این اساس لازم است این موضوع در ایران نیز مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر مردم باید شیوه‌های محافظتی در مقابل پرتوهای فرابنفش را فراگیرند. برای این کار، مدارس نقش مهمی در آموزش دارند. معلمان باید جهت آموزش این موضوع توجیه شوند و مورد تشویق و حمایت قرار گیرند. البته نباید از رسانه ملی نیز غافل ماند. پخش مداوم برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی در صدا و سیما و سایر رسانه‌ها در این زمینه می‌تواند بسیار موثر باشد.

رسانه‌ها 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 رسانه‌های چاپی به عنوان ابزاری جهت آگاهی دادن به جامعه در خصوص عوارض پرتوهای فرابنفش و نیاز به اتخاذ اقدامات محافظتی ضروری هستند.

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 آفتاب.
- 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 انسان‌ها 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:

✓ زندگی ها 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 آفتاب 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

باورهای نادرست	حقایق
برنزه شدن در برابر آفتاب بی خطر است.	برنزه شدن واکنش دفاعی بدن در برابر آسیب های پرتوهای فرابنفش است
برنزه شدن بدن را در مقابل خورشید محافظت می کند.	پوست تیره در مقایسه با پوست سفید تنها معادل SPF حدود ۴ محافظت ایجاد می‌کند.
در روزهای ابری احتمال آفتاب سوختگی وجود ندارد.	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.
درحالیکه در آب هستید آفتاب سوخته نمی‌شوید.	آب حداقل محافظت را در برابر پرتوهای فرابنفش ایجاد می‌کند و بازتاب پرتو از آب تماس با پرتوهای فرابنفش را افزایش می‌دهد.
پرتوهای فرابنفش در طول زمستان خطرناک نمی باشد.	پرتوهای فرابنفش به طور کلی در طول ماه‌های زمستان کم‌تر است، اما برف بازتاب پرتوهای فرابنفش را خصوصا در ارتفاع بالا دو برابر می‌کند. توجه شود که در اوایل بهار زمانی که درجه حرارت کم هستند، پرتوهای خورشید به طور غیر منتظره ای شدید هستند.
کرم‌های ضد آفتاب مرا محافظت می‌کنند بنابراین می‌توانم به مدت بسیار طولانی حمام آفتاب بگیرم.	کرم‌های ضدآفتاب نباید برای افزایش زمان قرار گرفتن در برابر آفتاب مورد استفاده قرار گیرد اما برای افزایش محافظت در طول زمان حمام آفتاب استفاده از آن‌ها اجتناب ناپذیر است. عملکرد حفاظتی کرم‌ها اساسا بستگی به کاربرد صحیح‌شان دارد
اگر هنگام آفتاب گرفتن به طور منظم به پوست استراحت بدهم، آفتاب سوخته نخواهم شد.	قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش در طول روز تجمعی است
اگر پرتوهای گرم خورشید را احساس نمی‌کنید آفتاب سوخته نخواهید شد.	آفتاب سوختگی به علت پرتوهای فرابنفش بوجود می آید که قابل احساس نیست. گرما و حرارت اثر پرتو مادون قرمز خورشید است نه پرتوهای فرابنفش.

۴- پیوست ۱: لینک های اینترنتی سازمان‌های گزارش کننده UVI

جمهوری اسلامی ایران

سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور

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

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

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_uvb.shtml

AUSTRIA
Institute for Medical Physics, University of Innsbruck
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

ITALY
(Italian/English)
Labratory 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

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

منابع

Farin Kamangar M, Hossein Poustchi M, Malekzadeh R. Reducing the Burden of Chron Diseases: A Neglect-ed Agenda in Iranian Health Care System, Requiring A Plan f Action. Archives of Iranian medicine. 2010;13(4):340.

Lucas RM, McMichael AJ, Armstrong BK, Smith WT. Estimating the global disea burden due to ultraviolet radiation exposure. International journal of epidemiolog 2008;37(3):654-67.

Gies P, Roy C, Udelhofen P. Solar and ultraviolet radiation. Prevention of Skin Canc Springer; 2004. p. 21-54.

WHO. Solar ultraviolet radiation: Global burden of disease from solar ultravio radiation. Environmental burden of disease series. 2006(13).

گزارش کشوری ثبت موارد سرطانی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت و درمان سال های ۸۲ ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷.

Kyle JW, Hammitt JK, Lim HW, Geller AC, Hall-Jordan LH, Maibach EW, et Economic evaluation of the US Environmental Protection Agency's SunWise progra sun protection education for young children. Pediatrics. 2008;121(5):e1074-e84.

نشه تحول نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران مبتنی بر الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت، وزارت بهداشت، درمان و آموز کی، شورای سیاست‌گذاری، مهرماه ۱۳۹۱.

Bordewijk J, Slaper H, Reinen H, Schlamann E. Total solar radiation and the influence clouds and aerosols on the biologically effective UV. Geophysical Research Lette 1995;22(16):2151-4.

Gies P, Wright J. Measured Solar Ultraviolet Radiation Exposures of Outdoor Workers Queensland in the Building and Construction Industry. Photochemistry and Photobiolog 2003;78(4):342-8.

. Austin J, Barwell B, Cox S, Hughes P, Knight J, Ross G, et al. The diagnosis a forecast of clear sky ultraviolet levels at the Earth's surface. Meteorological Applicatio 1994;1(4):321-36.

. WHO. Global solar UV index: A practical guide. Geneva: WHO. 2002:15-8.

. Burrows WR, Vallée M, Wardle DI, Kerr JB, Wilson LJ, Tarasick DW. The Canadi operational procedure for forecasting total ozone and UV radiation. Meteorologi Applications. 1994;1(3):247-65.

. USEPA. A Guide to the UV Inedx; EPA430-F-04-020. 2004.

. Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Muñoz B, Newland HS, Abbey H, et al. Effect ultraviolet radiation on cataract formation. New England Journal of Medici 1988;319(22):1429-33.
. Den Outer P, Slaper H, Matthijsen J, Reinen H, Tax R. Variability of ground-le ultraviolet: Model and measurement. Radiation protection dosimetry. 2000;91(1-3):105-
. Bais AF, Kazadzis S, Balis D, Zerefos CS, Blumthaler M. Correcting global so ultraviolet spectra recorded by a Brewer spectroradiometer for its angular response err Applied optics. 1998;37(27):6339-44.
. Bodeker GE, McKenzie RL. An algorithm for inferring surface UV irradiance includi cloud effects. Journal of Applied Meteorology. 1996;35(10):1860-77.
. Dehne K, Feister U, Mayer B, Taalas P, Weatherhead E, Webb A. Instruments measure solar ultraviolet radiation.
. Gies P, Roy C, Javorniczky J, Henderson S, Lemus-Deschamps L, Driscoll C. Glo Solar UV Index: Australian Measurements, Forecasts and Comparison with the U Photochemistry and Photobiology. 2004;79(1):32-9.
. USEPA. How UV Index is Calculated. 2013; Available fro http://www.epa.gov/sunwise/uvicalc.html.
سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور. http://enhealth.tums.ac.ir

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