

روند پرشتاب تغییرات اقلیمی در ایران با تمرکز بر شاخص اشعه فرابنفش



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۱۹۰
کد موضوعی: ۲۵۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۸/۱۶

عنوان گزارش:

روند پرشتاب تغییرات اقلیمی در ایران با تمرکز بر شاخص اشعه فرابنفش

نوع گزارش: طرح/لایحه □، نظارتی □، راهبردی ■

نام دفتر:

مطالعات زیربنایی (گروه محیط زیست)

تهیه و تدوین کنندگان:

الهه سلیمانی مورچه خورتنی (گروه محیط زیست)، میترا چراغی (دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران)، عباس شاهسونی (دانشیار دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران)

مدیر مطالعه:

الهه سلیمانی مورچه خورتنی

ناظران علمی:

محمدحسن معادی رودسری، محمدتقی فیاضی

همکار خارج از مرکز:

نیلوفر معروفی (صاحب نظر حوزه سلامت)

اظهار نظر کننده:

محمد بختیاری (دفتر مطالعات اجتماعی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:

احد وظیفه (رئیس مرکز ملی اقلیم و سرپرست بحران خشکسالی سازمان هواشناسی کشور)

ویراستار ادبی:

مژگان کاظمی اسفه

گرافیک و صفحه آرایی:

آذر مهمان نواز نوروز محله

واژه‌های کلیدی:

۱. تغییرات

۲. اقلیم

۳. اشعه

۴. فرابنفش

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۳/۳/۱



فهرست مطالب

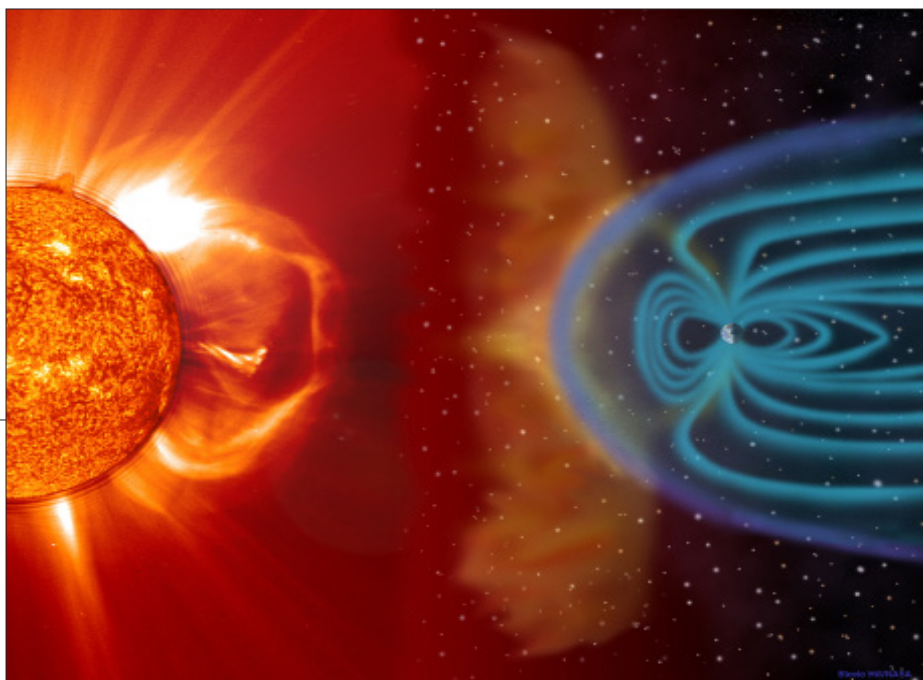
چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۸
۲. پیشینه پژوهش.....	۱۰
۳. شاخص اشعه فرابنفش در ایران.....	۱۱
۴. ارتباط بین دمای هوا و شاخص فرابنفش.....	۱۵
۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....	۱۶
منابع و مأخذ.....	۱۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار میانگین سالیانه دمای هوا در ایران (۱۹۰۱-۲۰۲۲).....	۸
شکل ۲. نمودار شاخص اشعه فرابنفش در تهران از ۱۱ ژوئیه تا ۸ اوت ۲۰۲۴.....	۹
شکل ۳. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۲ شهریورماه ۱۴۰۳.....	۱۳
شکل ۴. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۳ شهریورماه ۱۴۰۳.....	۱۴
شکل ۵. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۴ شهریورماه ۱۴۰۳.....	۱۴
شکل ۶. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۵ شهریورماه ۱۴۰۳.....	۱۵

فهرست جدول

جدول ۱. مقدار شاخص فرابنفش و توصیه حفاظتی.....	۱۰
--	----



روند پرشتاب تغییرات اقلیمی در ایران با تمرکز بر شاخص اشعه فرابنفش

چکیده



گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که ایران و منطقه خاورمیانه در دهه‌های آینده با افزایش قابل توجه دمای هوا به میزان ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و کاهش ۳۵ درصدی بارندگی مواجه خواهند شد. از این رو، تغییر اقلیم در ایران و منطقه خاورمیانه شدیدتر از بسیاری از مناطق جهان است. تجزیه و تحلیل تغییرات میانگین دمای سالیانه نشان می‌دهد که ایران در دوره آینده نزدیک (تا سال ۲۰۴۰) با شتاب بیشتری گرم خواهد شد. یکی از مهم‌ترین پیامدهای این تغییرات، کاهش پوشش ابر و در نتیجه افزایش تابش خورشیدی به سطح زمین و به‌ویژه افزایش شدت پرتوهای فرابنفش است. شاخص فرابنفش عددی است که میزان شدت تابش پرتوهای فرابنفش خورشید را نشان می‌دهد و مقادیر آن از ۱ تا ۱۱+ متغیر است. مطالعات اخیر حاکی از افزایش قابل توجه این شاخص در ایران طی سال‌های اخیر است. مطالعاتی بر شهر تهران در بازه زمانی ۱۰ ساله (۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲) نشان داد که میانگین شاخص فرابنفش در ماه‌های گرم سال، به‌ویژه در بازه زمانی خرداد تا شهریور، به عدد ۱/۲۸ رسیده و در برخی موارد به بیش از ۱۲ نیز رسیده است. در شاخص‌های زیاد، خیلی زیاد و بیش از حد زیاد باید از عینک، کرم ضد آفتاب، کلاه و چتر و لباس ضخیم استفاده شود. البته در تابش‌های بیش از حد زیاد (شاخص بزرگ‌تر از ۱۲) توصیه می‌شود که افراد تا حد امکان از خانه بیرون نروند، به‌ویژه از ساعت ۱۰ صبح تا ۴ بعدازظهر. در صورت بیرون رفتن از خانه نیز باید مراقبت‌های بایسته را انجام دهند. لذا، تدوین راهکارهای جامع و مؤثر برای مقابله با این پدیده و کاهش آثار مخرب آن، به‌عنوان یک اولویت ملی مطرح است.



■ بیان / شرح مسئله

یکی از مهم‌ترین پیامدهای تغییرات اقلیمی، افزایش شدت و مدت تابش اشعه ماورای بنفش است. ایران به‌عنوان یکی از کشورهای آسیب‌پذیر در برابر تغییرات اقلیمی، با چالش جدی افزایش شاخص فرابنفش مواجه است. افزایش دما، کاهش بارندگی و تخریب لایه ازن، همگی به شدت بر شدت تابش اشعه فرابنفش افزوده و تهدید جدی برای سلامت انسان، محیط زیست و اقتصاد کشور محسوب می‌شود. این افزایش شاخص نه تنها منجر به بروز بیماری‌های پوستی و چشمی می‌شود، بلکه بر اکوسیستم‌ها، کشاورزی و سایر بخش‌های حیاتی نیز تأثیرگذار است. لذا، تدوین راهکارهای جامع و مؤثر برای مقابله با این پدیده و کاهش آثار مخرب آن، به‌عنوان یک اولویت ملی مطرح است.

■ نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

ایران در سال‌های اخیر شاهد تغییرات قابل توجهی در اقلیم خود بوده است. افزایش دما و کاهش بارندگی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، از جمله مهم‌ترین این تغییرات هستند. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که روند گرمایش در ایران با سرعت بیشتری ادامه خواهد یافت. یکی از پیامدهای مستقیم این تغییرات اقلیمی، افزایش شاخص فرابنفش (UV) است. کاهش پوشش ابر و افزایش دمای هوا، باعث شده است که تابش اشعه‌های مضر خورشید به سطح زمین افزایش یابد. مطالعات نشان می‌دهند که شاخص UV در ایران به‌ویژه در ماه‌های گرم سال به‌طور قابل توجهی بالاتر رفته است. افزایش شاخص UV پیامدهای جدی برای سلامت انسان و محیط زیست دارد. از جمله این پیامدها می‌توان به افزایش خطر ابتلا به سرطان پوست، پیری زودرس پوست، آسیب به چشم و تضعیف سیستم ایمنی بدن اشاره کرد. همچنین، افزایش تابش UV می‌تواند به اکوسیستم‌ها آسیب رسانده و تنوع زیستی را کاهش دهد. از نظر اقتصادی نیز، افزایش شاخص UV می‌تواند منجر به کاهش عملکرد محصولات کشاورزی و افزایش هزینه‌های درمان بیماری‌های مرتبط شود. در نتیجه، افزایش شاخص فرابنفش در ایران یک چالش جدی است که نیازمند اقدامات فوری و هماهنگ در سطوح مختلف است. افزایش آگاهی عمومی، تغییر قوانین کار، توسعه زیرساخت‌ها، ترویج استفاده از کرم‌های ضد آفتاب و انجام تحقیقات بیشتر، از جمله راهکارهایی هستند که می‌توانند برای مقابله با این پدیده اتخاذ شوند.

■ پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

۱. توجه به تابش فرابنفش در برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی،
۲. افزایش آگاهی مردم نسبت به خطرهای شاخص فرابنفش،
۳. افزایش آگاهی مردم نسبت به راه‌های محافظت از پوست و چشم در برابر شاخص فرابنفش،
۴. اطلاع‌رسانی روزانه میزان شاخص فرابنفش به‌ویژه در شرایط بحرانی از طریق رسانه و سایت‌های خبری،
۵. توصیه به اجتناب از تردد غیرضروری در شرایط حاد تابش فرابنفش،
۶. تغییر یا ایجاد قانون کار متناسب برای محدودیت فعالیت در فضای باز یا الزام به کارگیری تجهیزات مناسب در شرایط حاد تابش فرابنفش،
۷. توجه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سایر سازمان‌های دولت و صدا و سیما به فرهنگ‌سازی عمومی و اجرای برنامه‌های حفاظتی در برابر تابش فرابنفش.

۱. مقدمه

ایران، یکی از آسیب‌پذیرترین کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) در برابر تغییرات اقلیمی است. تغییر اقلیم در ایران در درجه اول با کاهش بارندگی و افزایش دما مشخص می‌شود (شکل ۱). با توجه به موقعیت آن در کمربند عرض جغرافیایی میانی، تغییرات زیست‌محیطی چالش‌های امنیتی قابل توجهی را برای ایران ایجاد می‌کند. بیش از ۸۲ درصد ایران به‌عنوان مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده و بارش سالیانه کمتر از یک سوم میانگین جهانی است (میانگین بارش تجمعی کشور حدود ۲۳۷ میلیمتر است). دمای هوا در ایران با میانگین ۵۰ تا ۵۴ درجه سانتیگراد در فصول گرم سال همچنان در حال افزایش است. گزارش‌های اخیر حاکی از آن است که منطقه خاورمیانه و ایران در دهه‌های آینده شاهد افزایش میانگین دمای ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و کاهش ۳۵ درصدی بارندگی باشد [۱]. از این رو، تغییر اقلیم در ایران و خاورمیانه شدیدتر از مناطق دیگر جهان است. تجزیه و تحلیل تغییرات میانگین دمای سالیانه نشان می‌دهد که ایران در دوره آینده نزدیک (تا سال ۲۰۴۰) با شتاب بیشتری گرم خواهد شد [۲].

شکل ۱. نمودار میانگین سالیانه دمای هوا در ایران (۱۹۰۱-۲۰۲۲) [۱]

Observed Annual Average Mean Surface Air Temperature of Iran, Islamic Rep. for 1901-2022

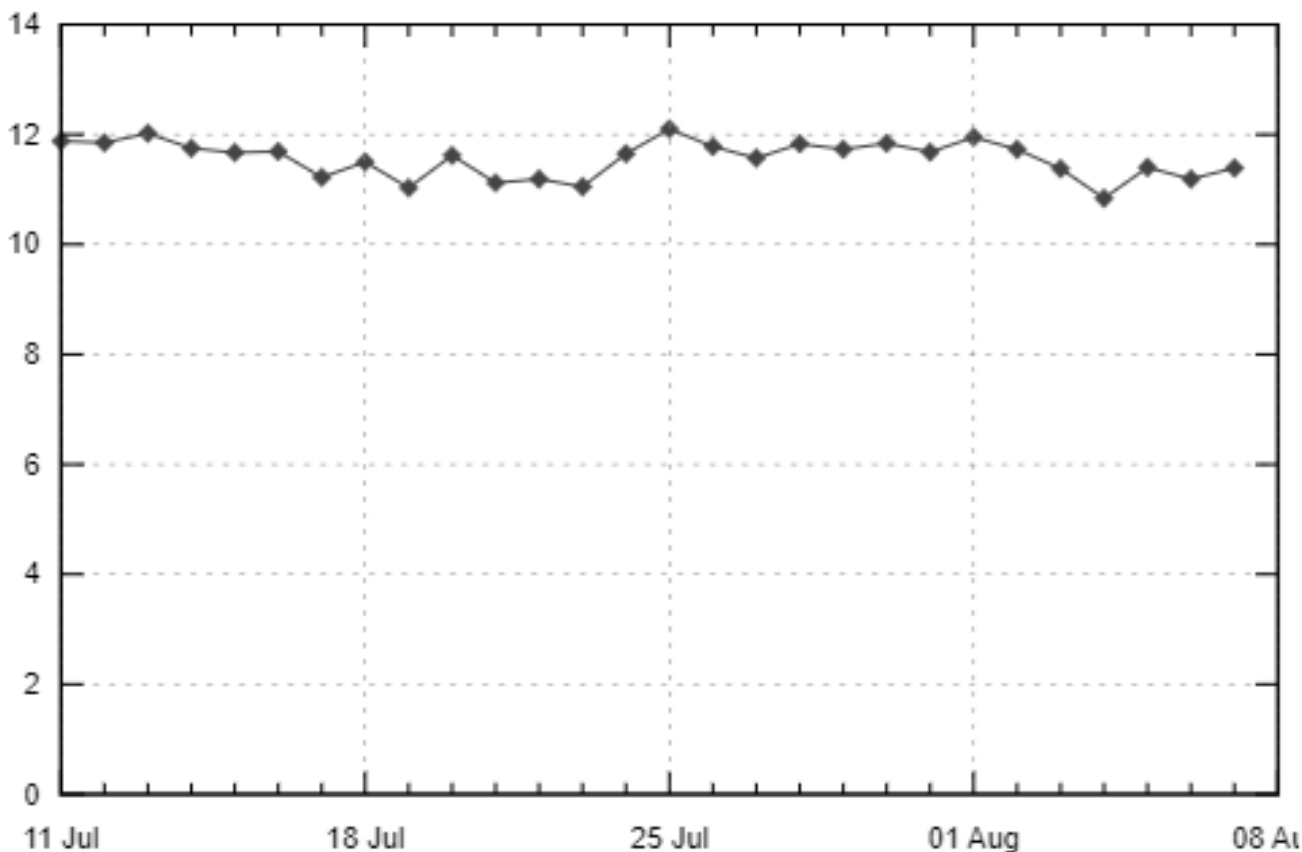


تأثیر چنین گرمای فزاینده‌ای اخیراً مشهود بود که دولت به دلیل دمای بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد در پایتخت، تعطیلی اضطراری دو روزه را آغاز کرد. یکی از مهم‌ترین آثار تغییر اقلیم، کاهش میزان ابر و به تبع آن، افزایش شاخص فرابنفش است که در این تعطیلی اضطراری، علاوه بر افزایش دمای هوا، افزایش شاخص اشعه فرابنفش در برخی از نقاط کشور و قرار گرفتن در وضعیت بحرانی نیز مشاهده شد (شکل ۲). در مطالعه انجام شده بر شاخص فرابنفش در شهر تهران در دوره ۱۰ ساله (سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲) نشان داده شد که شاخص تابش UV طی ماه‌های فصل گرم مقادیر بالایی داشته و میانگین چهار ماهه خرداد تا شهریور ۱۱/۲۸ و بیشینه ماهیانه آن در مرداد مقدار ۱۲/۰۶

محاسبه شده است. مقایسه شاخص تابش UV تهران با برخی شهرهای با ارتفاع جغرافیایی کمتر یا بیشتر از ارتفاع تهران نشان می‌دهد که این شاخص با افزایش ارتفاع جغرافیایی هر کیلومتر، حدود ۱۱ درصد افزایش می‌یابد. روند بلندمدت میانگین چهارماهه خرداد تا شهریور، شاخص UV طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲ افزایشی بوده است. در حدود ۲۱/۶ درصد از روزهای سال، شاخص استاندارد UV تهران بزرگتر و حدود ۱۱ است که در رده تابش فوق العاده زیاد قرار داشته و بیشتر در ماه‌های خرداد و مرداد رخ می‌دهد و افراد باید از لوازم محافظتی بدن در برابر تابش فرابنفش خورشید استفاده کنند [۴].

بخشی از پرتوهای نور خورشید، پرتوهای فرابنفش است. میزان این پرتو در محل قرار گرفتن ما، در روزهای مختلف سال و ساعات مختلف روز متفاوت است. امروزه در دنیا، برای اطلاع از سطح پرتو فرابنفش در محیط‌های باز و بدون سرپوش، از شاخص فرابنفش یا UVI استفاده می‌شود. این شاخص ابتدا توسط دانشمندان کانادایی در سال ۱۹۹۲ ارائه شد و سپس توسط سازمان بهداشت جهانی و سازمان هواشناسی جهانی در سال ۱۹۹۴ مورد تصویب قرار گرفت و استاندارد شد. مقدار عددی این شاخص میزان ریسک پرتو فرابنفش را به صورت نسبی مشخص می‌کند و براساس آن با رعایت توصیه‌های حفاظتی سازمان جهانی بهداشت، میزان آسیب‌پذیری افراد را می‌توان کاهش داد و به ارتقای سطح سلامت جامعه کمک کرد (جدول ۱).

شکل ۲. نمودار شاخص اشعه فرابنفش در تهران از ۱۱ ژوئیه تا ۸ اوت ۲۰۲۴ [۴]



جدول ۱. مقدار شاخص فرابنفش و توصیه حفاظتی [۵]

مقدار شاخص فرابنفش	میزان ریسک	توصیه‌های حفاظتی
۲ یا کمتر از ۲	کم	-
۳ الی ۵	متوسط	استفاده از: عینک آفتابی- کرم ضد آفتاب- کلاه لبه دار- لباس آستین بلند قرار گرفتن در سایه تا حد امکان یا استفاده از چتر زیر آفتاب
۶ یا ۷	زیاد	استفاده از: عینک آفتابی- کرم ضد آفتاب- کلاه لبه دار- لباس آستین بلند قرار گرفتن در سایه تا حد امکان یا استفاده از چتر زیر آفتاب
۸ الی ۱۰	خیلی زیاد	استفاده از: عینک آفتابی- کرم ضد آفتاب- کلاه لبه دار- لباس آستین بلند قرار گرفتن در سایه. زیر آفتاب حتماً از چتر یا سایه بان استفاده شود.
۱۱ یا بیش‌تر از ۱۱	به شدت زیاد	استفاده از: عینک آفتابی- کرم ضد آفتاب- کلاه لبه دار- لباس آستین بلند قرار گرفتن در سایه. زیر آفتاب حتماً از چتر یا سایه بان استفاده شود. زیر نور مستقیم خورشید قرار نگیرید.

۲. پیشینه پژوهش

۲-۱. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی

۱-۲-۱. قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا

الف) ماده (۲): اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی هوا را فراهم نماید ممنوع است. منظور از آلودگی هوا عبارت است از وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیرپرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به‌طوری که زیان‌آور برای انسان و یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد تغییر دهد.

ب) ماده (۷): در مواقع اضطراری که به‌علت کیفیت خاص جوی، آلودگی هوای شهرها به حدی برسد که به تشخیص وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی سلامت انسان و محیط زیست را شدیداً به مخاطره بیاندازد، سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری وزارت کشور (شهرداری‌ها و نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران) ممنوعیت‌ها یا محدودیت‌های موقت زمانی، مکانی و نوعی را برای منابع آلوده‌کننده برقرار نموده و بلافاصله مراتب را از طریق رسانه‌های همگانی به اطلاع عموم خواهد رسانید. با برطرف شدن وضعیت اضطراری و کاهش آلودگی هوا، سازمان نسبت به رفع ممنوعیت و محدودیت برقرار شده اقدام و مراتب را به‌نحو مقتضی به اطلاع عموم خواهد رسانید.

۲-۱-۲. ماده (۲۲) قانون برنامه پنجساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران

ت) به‌استناد بند «۸» سیاست‌های کلی محیط زیست و به‌منظور توسعه اقتصاد سبز و صنعت کم‌کربن و تقویت سازگاری و کاهش آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم، سازمان حفاظت محیط زیست مکلف است با همکاری وزارتخانه‌های نفت، نیرو، صنعت، معدن و تجارت، راه و شهرسازی و بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نسبت به تدوین برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی کشور طی سال اول برنامه اقدام و ترتیبات قانونی مورد نیاز را اعمال نماید.

۳. شاخص اشعه فرابنفش در ایران



تابش خورشید، یک خطر فیزیکی کاملاً شناخته شده است: این پرتو مربوط به مواجهه با تابش نوری ناهماهنگ، یعنی پرتو فرابنفش، پرتو مرئی و پرتو مادون قرمز است. در میان تابش نوری، پرتو فرابنفش (UVR)^۱ بسیار حائز اهمیت می باشد، زیرا تأثیرات مفید و مخرب شدیدی بر اکوسیستم برجای می گذارد [۶]. پرتو فرابنفش که گستره طول موج آن ۴۰۰-۱۰۰ نانومتر است؛ براساس طول موج، میزان توانایی عبور از لایه ازن و آثار آن به سه ناحیه طیفی متفاوت UVA (۳۱۵-۴۰۰)، UVB (۲۸۰-۳۱۵) و UVC (۲۸۰-۱۰۰) تقسیم می شود. حدود ۵ درصد از تابش خورشید متعلق به پرتوهای فرابنفش می باشد که در این میان تابش UVA به دلیل جذب ضعیف در جو، بخش کثیری از میزان UV خورشید است که به سطح زمین می رسد و کمترین آثار مخرب را در پی دارد، اما مواجه طولانی مدت با آن می تواند پیری پوست و آسیب غیرمستقیم به DNA را به همراه داشته باشد. تابش های UVB و UVC خورشید عمده تا توسط ازن استراتوسفر جذب می شوند و از طریق مولکول ها و آئروسول های موجود در هوا پراکنده شده لذا مقادیر بسیار کمی به سطح زمین می رسد [۷]. حدود ۱ تا ۱۰ درصد از تابش UVB به سطح زمین می رسد که مواجهه با آن می تواند منجر به ایجاد چین و چروک، آفتاب سوختگی و تغییرات ساختاری در DNA شود [۸]. در نهایت، تابش UVC بیشترین و مخرب ترین آثار را بر سلامتی مانند بروز سرطان پوست، پیری زودرس، مشکلات بینایی، نابینایی و تأثیر بر باروری دارد [۱۰]. تا به امروز ادعاهای متعددی در مطالعات علوم زمین، بهداشت عمومی و پزشکی مبنی بر جذب کامل تابش UVC و نرسیدن این تابش به سطح زمین وجود داشت اما نتایج مطالعات اخیر حاکی از غیر صفر بودن مقادیر تابش UVC در سطح زمین است اما همچنان تحقیق و توسعه در این موضوع ادامه دارد [۹] و [۱۰].

همان طور که پیشتر به اختصار توضیح داده شد مواجهه با UVR تأثیرات مفید و مخربی بر روی انسان دارد. بعضی از آثار مفید مواجهه عبارت است از: تولید ویتامین D، درمان نرمی استخوان، آگزما و اثر پیشگیری بر برخی از عفونت های دستگاه تنفسی و بیماری های خود ایمنی و آثار مضر آن شامل آثار حاد و مزمن است که فوتوکراتیت، اریتما، آفتاب سوختگی و التهاب پوست از آثار حاد هستند و آثار مزمن یا طولانی مدت آن شامل کراتوز پوست، سرطان پوست، آسیب یا نابودی DNA، پیری زودرس، آب مروارید، سرطان قریه، افزایش خطر ابتلا به بیماری های عفونی و محدود کردن اثر واکسیناسیون است [۱۱]. مطالعات هالییدی^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان داد که دوزهای غلظت التهابی UVA و UVB می توانند تومورهای خوش خیم پوست را ایجاد کنند [۱۲]. در سال ۲۰۱۵ مطالعه ای توسط جوهان مون^۳ در راستای بررسی ارتباط UV با انواع سرطان پوست در نروژ انجام شد. آنها دریافتند که مواجهه با تابش UV با هر سه نوع سرطان پوست ارتباط معنادار دارد به طوری که کارسینوم سلول های سنگفرشی با میزان مواجهه با تابش UV رابطه مستقیم دارد در حالی که کارسینوم سلول های بازال و ملانوم پوستی به الگوهای مواجهه با تابش UV نیز وابسته می باشد یعنی با قرار گرفتن به طور متناوب در معرض آن احتمال بروز سرطان نیز افزایش می یابد [۱۳]. در مطالعه لونی^۴ و همکاران در سال ۲۰۲۱ که آخرین شواهد مربوط به سرطان های کراتینوسیت شغلی را ارزیابی و خلاصه کرده اند، نیز نشان داده شده است که به طور کلی، ۹۵ درصد از مطالعات خطرهای بالاتری را در بین کارگران در فضای باز گزارش کرده اند [۱۴]. همچنین در سال ۲۰۲۴ مطالعه ای توسط هونگ^۵ و همکاران بر روی بار جهانی بیماری ها نشان داد با افزایش مواجهه UV میزان بروز سرطان چشم و مرگ و میر ناشی از آن افزایش می یابد [۱۵]. در سال ۲۰۲۱ شهر تایوان مطالعه ای به بررسی ارتباط محافظت از چشم در برابر تابش UV و ابتلا به آب مروارید، گلوکوم و خشکی چشم پرداخت و نتایج حاکی از کاهش ابتلا به آب مروارید با افزایش محافظت از چشم در برابر نور خورشید بود [۱۶]. لذا باید آموزش هایی برای افزایش آگاهی از محافظت از چشم ارائه شود. همچنین باتوجه به آثار مخرب UVR و بالادست UVC، عدم تخریب لایه ازن و اطمینان از وضعیت آن تأثیر بسزایی بر محافظت از حیات انسان ها، گیاهان و ... خواهد داشت.

تابش خورشیدی منبع اصلی قرار گرفتن انسان در معرض UVR است [۱۷]. تا قبل از آغاز قرن گذشته، خورشید اساساً تنها منبع UVR بود، اما

1. UltraViolet Radiation
2. Halliday
3. Johan Moan
4. Loney
5. Huang



با ظهور منابع مصنوعی، احتمال مواجهه افزایش یافته است. به عنوان مثال برنزه کردن در فضای داخلی یک عمل گسترده در اکثر کشورهای توسعه یافته به ویژه در شمال اروپا و ایالات متحده آمریکا است و حتی در کشورهای آفتابی مانند استرالیا نیز محبوبیت بسزایی دارد [۱۸]. شیوع برنزه کردن داخل خانه در کشورهای مختلف بسیار متفاوت بوده و در دهه های گذشته افزایش یافته است. به رغم پیشرفت تکنولوژی در ساخت دستگاه های برنزه همچنان تابش اشعه ماورای بنفش یک دستگاه مدرن برنزه کننده برابر با شاخص UV ۱۲ بوده که معادل شاخص UV در یک ظهر آفتابی در منطقه گرمسیری است.

همچنین سایر منابع مواجهه غیرطبیعی با UVR شامل کاربرد آن در پزشکی و دندانپزشکی است. برای مثال UVR برای چندین دهه برای درمان بیماری های پوستی، به ویژه پسوریازیس استفاده می شود که UVA با باند پهن یا UVB با باند باریک در این راستا ساطع می کنند. به رغم استفاده از UVR در صنایع مختلف، تاکنون اطلاعات کمی از پیامدهای مواجهه انسان با آن به دست آمده که احتمالاً به این دلیل است که در کارکرد استاندارد این دستگاه ها میزان دوز نوردهی کم می باشد [۱۹].

همان طور که گفته شد ممکن است میزان تجمع سالیانه مواجهه با UVR در فضای باز با در نظر گرفتن مواجهه با منابع مصنوعی افزایش یابد که دوز تجمع مواجهه سالیانه UVR به طور گسترده ای در بین افراد در یک جمعیت مشخص متفاوت است و تا حد زیادی به شغل و میزان فعالیت های خارج از منزل آنان بستگی دارد.

حداکثر سطح اشعه ماورای بنفش در هر روز معین در بازه زمانی چهارساعته بین ۱۰ صبح تا ۴ بعدازظهر رخ می دهد، بازه زمانی که دانشمندان از آن به عنوان «ظهر خورشیدی» یاد می کنند. عوامل متعددی بر میزان UV خورشیدی که به زمین می رسند تأثیر می گذارند. این عوامل شامل ازن استراتوسفری، پوشش ابر، موقعیت خورشید (وابسته به زمان روز، فصل، عرض جغرافیایی، ارتفاع و زاویه اوج خورشیدی)، ارتفاع از سطح دریا، بازتاب سطحی و آلودگی هوا هستند که مهم ترین آنها به شرح ذیل است [۲۰].

ازن استراتوسفری: این گاز موجود در اتمسفر فوقانی اشعه ماورای بنفش را جذب می کند. با بالاتر بودن میزان ازن، اشعه خورشید کمتر به زمین می رسد. سطح ازن هر روز و در طول سال متفاوت است.

پوشش ابر: پوشش ابر، بیشتر اشعه UV را مسدود می کند. البته پرتوهای فرابنفش از ابرهای نازک عبور می کنند، ولی ابرهای ضخیم می توانند با انعکاس نور خورشید، میزان اشعه UV عبوری به زمین را کاهش دهند.

زمان روز: میزان UV در اواسط روز به اوج می رسد و در اوایل صبح و عصر کاهش می یابد.

پوشش زمین: پوشش گیاهی بلند مانند درختان میزان اشعه ماورای بنفش را کاهش می دهند.

ارتفاع: تشعشعات اشعه فرابنفش در ارتفاعات به دلیل رقیق تر شدن هوا، به ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع، حدود ۴ درصد افزایش می یابد. **فصول:** اشعه ماورای بنفش در بهار و تابستان به اوج می رسد، در پاییز افت می کند و در زمستان کمترین میزان را دارد.

انعکاس سطحی: اشیای روی سطح زمین می توانند پرتوهای فرابنفش را منعکس یا پراکنده کنند؛ مثلاً برف تا ۸۰ درصد UV را منعکس کند و این درصد برای شن ۱۵ درصد و برای آب ۱۰ درصد است.

عرض جغرافیایی: تابش فرابنفش در استوا قوی ترین است و هر چه به سمت قطب شمال و جنوب برویم، کاهش می یابد.

آلودگی هوا: ازن تروپوسفر و سایر آلاینده ها می توانند UVR را کاهش دهند.

میزان تابش UV توسط منابع غیرطبیعی توسط دستگاه های سنجش UV اندازه گیری می شود اما میزان تابش اشعه ماورای بنفش خورشیدی بخش های بزرگی از زمین با استفاده از آشکارسازهای تصویربرداری چندفرکانس در ماهواره های هواشناسی اندازه گیری می شود. به طور کلی طیف وسیعی از ابزارهای مختلف برای اندازه گیری یا نظارت بر میزان UVR نور خورشید در سطح زمین برای ارزیابی مواجهه افراد با آن وجود دارد که اندازه گیری شاخص فرابنفش نور خورشید در بازه کاری، یک انتخاب دقیق و در عین حال ساده است [۲۱].

از ابزار شاخص UV که به طور مشترک توسط سازمان جهانی بهداشت، برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد، کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر تشعشعات غیر یونیزان توسعه یافته و توسط ISO/CIE استاندارد شده است برای اطلاع رسانی شدت UVR به عموم مردم استفاده

می نمایند؛ برای مثال این شاخص در یک ظهر خورشیدی با آسمانی صاف معمولاً در محدوده ۰ تا ۱۲ در سطح زمین است و همان طور که در جدول ۱ نشان داده شد، مقادیر بالای ۱۱ بسیار شدید در نظر گرفته می شود [۲۲].

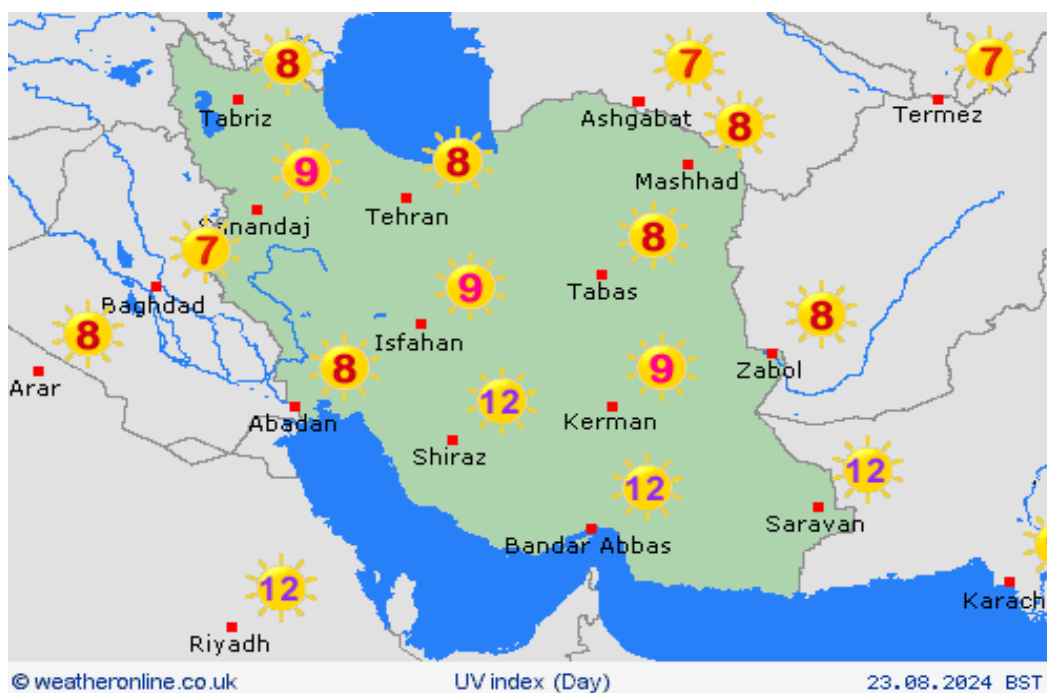
هدف از ارائه این شاخص بالا بردن آگاهی عمومی و هشدار به مردم در مورد نیاز به اقدامات حفاظتی در مواجهه با UVR است. در کشور ایران نیز با توجه به تابش شدید آفتاب در بیشتر فصول سال و فراگیر بودن فرهنگ عدم استفاده از محافظ مناسب نظیر لباس و کلاه در محیط باز، شیوع سرطان پوست بالاست (چهارمین سرطان شایع) [۲۳]. ارتقای سطح آگاهی مردم در مورد مواجهه با UVR و عواقب آن ممکن است تأثیر مثبتی در سیستم های بهداشت عمومی ملی داشته باشد، چرا که اگر آگاهی باعث ایجاد تغییر در عادات فرد شود، می تواند تعداد افراد که دارای بیماری های آشکار ناشی از مواجهه با آفتاب و نیاز به درمان های خاص را دارند کاهش دهد [۲۴].

بر این اساس، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، شاخص فرابنفش را پیش بینی و نتایج را منتشر می کند. به عنوان مثال، در خصوص میزان این شاخص در روز چهارشنبه ۱۷ مردادماه ۱۴۰۳، چنین گزارشی را پیش بینی و منتشر کرده است [۲۵].

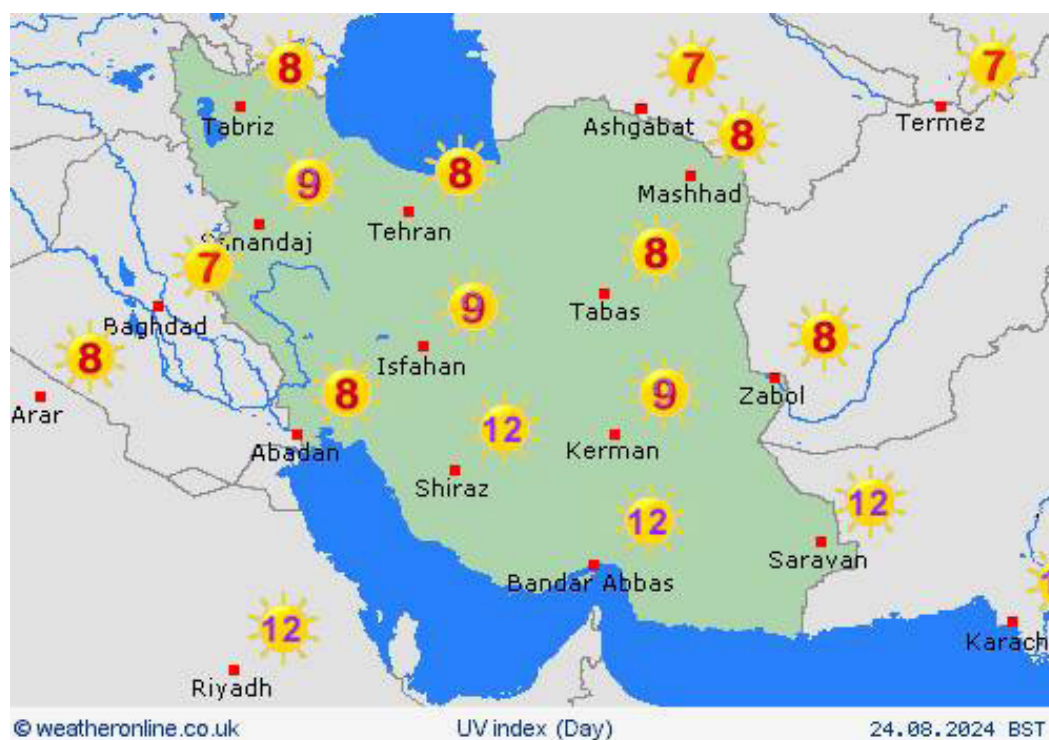
خروجی مدل نشان می دهد که در ساعت ۶:۳۰ روز چهارشنبه مقدار شاخص UV برای تمام استان های کشور در محدوده کوچکتر از ۲ قرار خواهد گرفت. مقدار این شاخص در ساعت ۹:۳۰ نسبت به روز گذشته در نواحی مرکزی و به ویژه جنوب شرقی کشور افزایش خواهد یافت و در استان های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی، سیستان و بلوچستان، کرمان، چهارمحال و بختیاری، یزد، فارس، نیمه جنوبی و شرقی اصفهان، شمال و شرق هرمزگان و نیمه شرقی سمنان در محدوده ۷ تا ۱۱ و در سایر استان ها در محدوده ۵ تا ۷ پیش بینی می شود. در ساعت ۱۲:۳۰ مقدار شاخص UV افزایش یافته و در اغلب استان ها از غرب تا شرق کشور و استان های جنوبی به مقادیر بزرگتر از ۱۱ خواهد رسید. در استان های شمالی مقدار شاخص بین ۷ تا ۱۱ خواهد بود. در ساعت ۱۵:۳۰ مقدار شاخص نسبت به ساعات قبل کاهش خواهد یافت و در بیشتر استان ها با شدت متوسط تا کم خواهد بود.

همچنین در برخی از سایت های بین المللی نیز، شاخص فرابنفش برای کل جهان پیش بینی و ارائه می شود که استفاده از این اطلاعات می تواند سیاستگذاران و برنامه ریزان را در اتخاذ تصمیم های صحیح یاری نماید و اطلاع رسانی آن به عموم مردم ضروری است. به عنوان مثال، شاخص فرابنفش برای تاریخ های ۲، ۳، ۴ و ۵ شهریورماه ۱۴۰۳ به شرح ذیل پیش بینی شده است (شکل ۳ تا ۶).

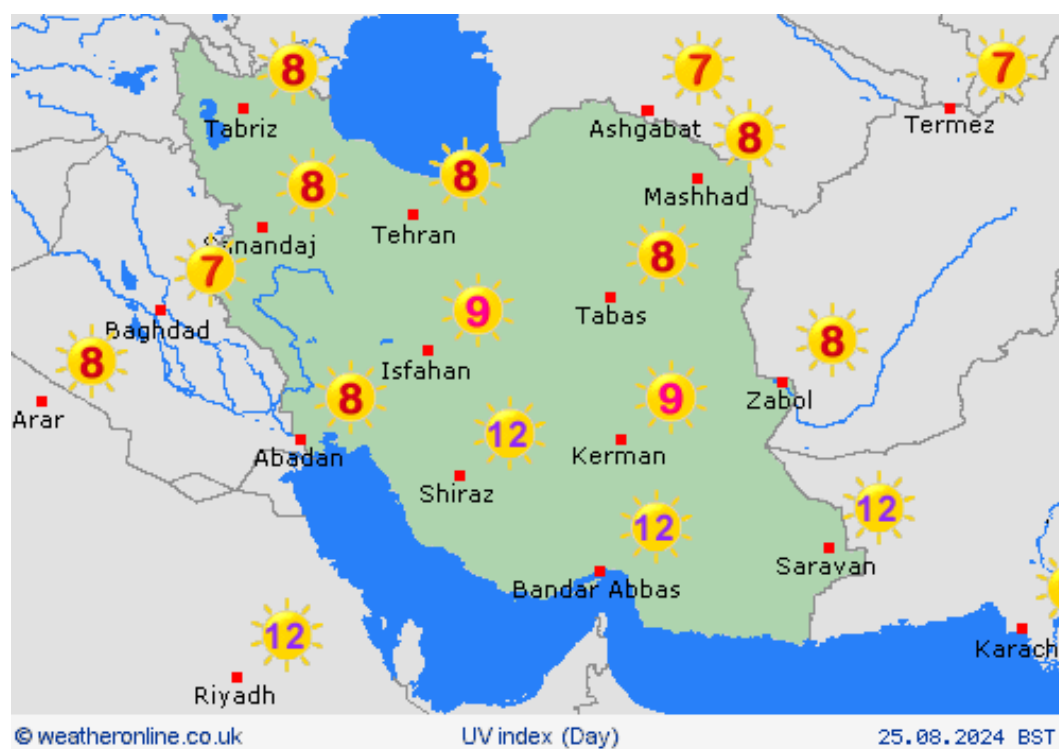
شکل ۳. پیش بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۲ شهریورماه ۱۴۰۳ [۴]



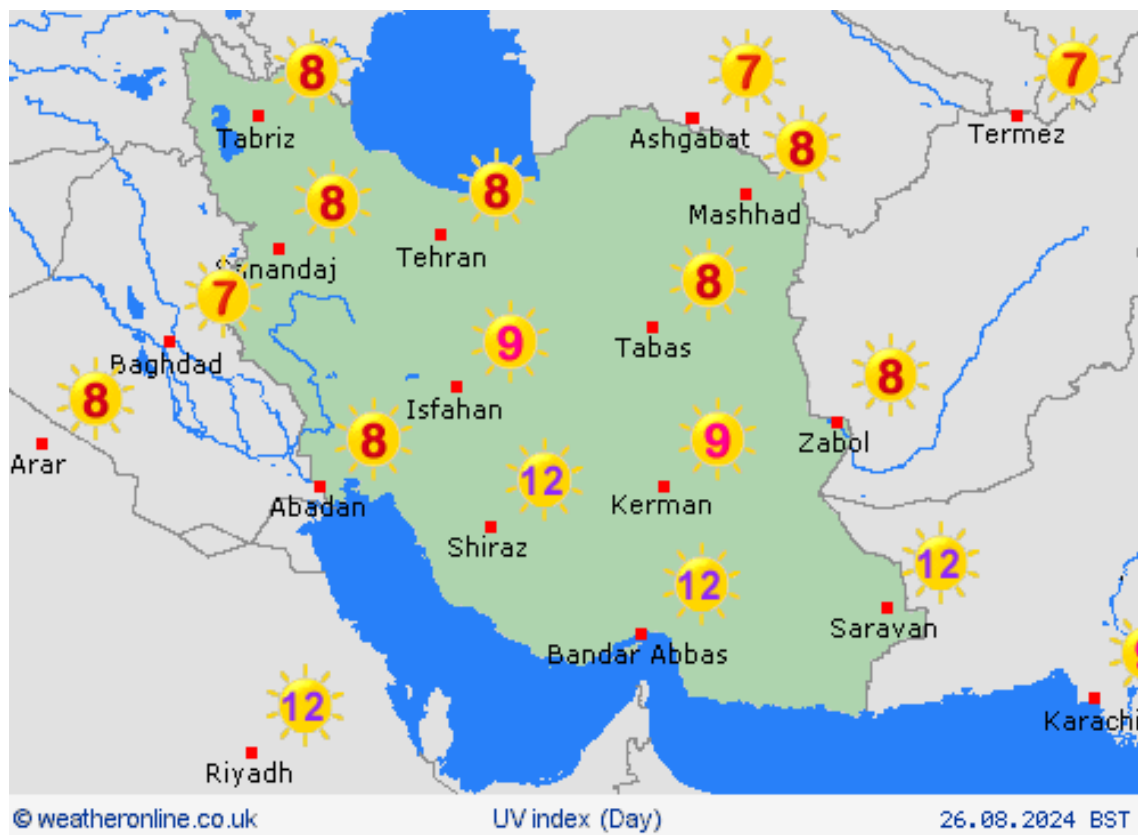
شکل ۴. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۳ شهریورماه ۱۴۰۳ [۴]



شکل ۵. پیش‌بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۴ شهریورماه ۱۴۰۳ [۴]



شکل ۶. پیش بینی شاخص فرابنفش در ایران در روز ۵ شهریور ماه ۱۴۰۳ [۴]



۴. ارتباط بین دمای هوا و شاخص فرابنفش

اگرچه دما و شاخص فرابنفش هر دو با انرژی خورشید مرتبط هستند، اما مفاهیم مختلفی دارند. دما نشان می‌دهد که هوا چقدر گرم یا سرد است، در حالی که شاخص فرابنفش نشان می‌دهد که پرتوهای فرابنفش خورشید چقدر قوی هستند. این دو عامل با هم تعامل دارند اما همیشه با هم هماهنگ نیستند. همان گونه که بیان شد دما، بیانگر میزان گرمای هواست و به عواملی مانند باد، رطوبت و پوشش ابر وابسته بوده، در حالی که شاخص فرابنفش بیانگر کمی شدت پرتو فرابنفش در یک محل یا منطقه است. شاخص فرابنفش بالا لزوماً به معنای یک روز گرم نیست. برعکس، شاخص فرابنفش پایین به این معنا نیست که هوا سرد است. به عنوان مثال، یک روز ابری و خنک ممکن است دمای پایینی داشته باشد اما اگر ابرها نازک باشند و اجازه عبور اشعه ماورای بنفش را بدهند، ممکن است دارای شاخص فرابنفش بالا باشد. به طور مشابه، یک روز گرم و آفتابی ممکن است شاخص فرابنفش کمتری داشته باشد، اگر زاویه خورشید کم باشد، یا اگر یک لایه ضخیم ازن وجود داشته باشد که عبور اشعه فرابنفش را محدود کند.

رابطه بین دما و شاخص فرابنفش یک رابطه مستقیم و معنادار نیست. آنها می‌توانند در یک جهت باشند و یا در جهت کاملاً مخالف بوده و یا کاملاً نامرتب باشند. اما به طور کلی افزایش دمای هوا می‌تواند بر شدت تابش فرابنفش تأثیر گذار باشد. از این رو می‌توان بیان کرد که تغییرات اقلیمی و افزایش تابش فرابنفش با هم ارتباط مستقیمی دارند. تغییرات اقلیمی سبب تخریب لایه ازن می‌شود که یکی از مهم ترین دلایل افزایش تابش فرابنفش، تخریب لایه ازن است. علاوه بر این، تغییر اقلیم می‌تواند باعث تغییر پوشش ابر شود و با کاهش پوشش ابر، مواجهه



با پرتوهای فرابنفش افزایش می‌یابد. همچنین تغییرات اقلیمی باعث تغییر در الگوهای گردش جو می‌شود. این تغییرات می‌توانند منجر به افزایش یا کاهش میزان تابش فرابنفش در مناطق مختلف شوند. درک این موضوع کمک می‌کند تا بدون توجه به دما، در مورد اشعه فرابنفش و محافظت در برابر آن تصمیمات آگاهانه‌ای بگیریم. دانستن شاخص فرابنفش برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های خارج از منزل ضروری است. تنها تکیه بر دما برای سنجش خطر قرار گرفتن در معرض نور خورشید کافی نیست. با در نظر گرفتن دما و شاخص فرابنفش، می‌توانیم از پوست خود در برابر آسیب‌های احتمالی محافظت کنیم.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها



یکی از مهم‌ترین پیامدهای تغییرات اقلیمی، افزایش شدت و مدت زمان تابش اشعه ماوراء بنفش است. این افزایش می‌تواند منجر به افزایش موارد سرطان پوست، آب مروارید و سایر مشکلات بهداشتی شود. افزایش قابل توجه سرطان پوست و آب مروارید چشم از اوایل دهه ۱۹۷۰ در مردم سرتاسر کره زمین، دانشمندان را بر آن داشت تا به مطالعه آثار مخرب پرتوهای فرابنفش بپردازند. در همین راستا، سازمان‌های جهانی مانند سازمان بهداشت جهانی و سازمان هواشناسی جهانی، شاخص فرابنفش را به عنوان معیاری برای سنجش شدت این پرتوها تعریف کردند و شبکه‌ای جهانی برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی آن ایجاد نمودند. هدف از این اقدام، افزایش آگاهی عمومی نسبت به خطرهای تابش فرابنفش و ارائه توصیه‌های لازم برای محافظت در برابر آن است. زیرا شناخت مخاطرات برای کاهش پیامدهای زیانبار آن ضروری است. نکته مهم‌تر اینکه افراد و جوامع، واقعیت حضور مخاطره را بپذیرند. در این خصوص کسانی که مسئولیت مدیریت جامعه و محیط طبیعی را برعهده دارند و کسانی که در استفاده از منابع انسانی و طبیعی و فضای زندگی نقش دارند، باید با مخاطرات آشنایی بیشتری داشته باشند. افزایش آگاهی شهروندان در موضوع مخاطره فرابنفش و راه‌های مقابله با پرتوهای فرابنفش می‌تواند نقش بسیار مؤثری در این زمینه ایفا کند. هم‌اکنون در اکثر کشورهای دنیا شاخص تابش فرابنفش پیش‌بینی و از طریق رسانه‌های همگانی همانند پیش‌بینی آب و هوا، مردم از وضعیت تابش فرابنفش خورشید مطلع و نسبت به چگونگی محافظت از خود در برابر شرایط ایجاد شده آگاه می‌شوند. تجزیه و تحلیل تغییرات میانگین دمای سالیانه نشان می‌دهد که ایران در دوره آینده نزدیک (تا سال ۲۰۴۰) با شتاب بیشتری گرم خواهد شد. همچنین در سال‌های اخیر شاهد افزایش شاخص فرابنفش بوده‌ایم که یکی از پیامدهای تغییرات اقلیمی می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که در روزهای بدون ابرناکی و صاف در محدوده ساعتی ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد شاخص فرابنفش به بالاتر از عدد ۸ می‌رسد که حالت خطرناک از لحاظ تابش فرابنفش است و کسانی که به خاطر شرایط کاری مجبورند در این زمان‌ها خارج از خانه و در معرض تابش باشند باید چشم‌ها و نقاط برهنه بدن را محفوظ داشته و یا زمان حضور خود در تابش را کاهش دهند. به طور کلی افزایش قابل توجه تابش فرابنفش در ایران، تهدیدی جدی برای سلامت مردم است. سرطان پوست، آب مروارید و سایر بیماری‌های مرتبط با تابش خورشید، هزینه‌های هنگفتی را بر نظام سلامت تحمیل کرده و کیفیت زندگی افراد را به شدت کاهش می‌دهد. برای مقابله با این معضل، نیازمند یک اقدام جمعی هستیم. هر یک از ما با رعایت نکات ساده‌ای مانند استفاده از کرم ضد آفتاب، پوشیدن لباس‌های محافظتی و پرهیز از قرار گرفتن در معرض مستقیم آفتاب در ساعات اوج تابش، می‌توانیم به کاهش آثار مخرب تابش فرابنفش کمک کنیم. همچنین، انتظار می‌رود دولت و سازمان‌های مرتبط، با تدوین قوانین و مقررات مناسب، ایجاد زیرساخت‌های لازم و افزایش آگاهی عمومی، نقش مؤثری در این زمینه ایفا کنند. با توجه به روند افزایشی شاخص فرابنفش در کشور پیشنهادهایی به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۱. توجه به تابش فرابنفش در برنامه مدیریت تغییرات اقلیمی،
۲. افزایش آگاهی مردم نسبت به خطرهای شاخص فرابنفش،
۳. افزایش آگاهی مردم نسبت به راه‌های محافظت از پوست و چشم در برابر شاخص فرابنفش،
۴. اطلاع‌رسانی روزانه میزان شاخص فرابنفش به ویژه در شرایط بحرانی از طریق رسانه و سایت‌های خبری،
۵. توصیه به اجتناب از تردد غیر ضروری در شرایط حاد تابش فرابنفش،

۶. تغییر یا ایجاد قانون کار متناسب برای محدودیت فعالیت در فضای باز یا الزام به کارگیری تجهیزات مناسب در شرایط حاد تابش فرابنفش،
۷. توجه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سایر سازمان‌های دولت و صدا و سیما به فرهنگ‌سازی عمومی و اجرای برنامه‌های
حفاظتی در برابر تابش فرابنفش.

منابع و مآخذ



- [1] NCCOI. Third national communication to UNFCCC. National Climate Change Ofce of Iran, 2014.
- [2] Zarrin A, Dadashi-Roudbari A. Projected changes in temperature over Iran by 2040 based on CMIP6 multi-model ensemble. *Physical Geography Research*, 2021; 53(1): 75-90.
- [3] Shariepour Z, Aliakbari Bidokhti AA. Investigation of UV Erythema radiation and total ozone for the city of Tehran during the period of 2011-2023. *Iranian Journal of Geophysics*, 2024.
- [4] <https://www.weatheronline.co.uk/>
- [5] <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/uviguide>
- [6] Godar DE. UV doses worldwide. *Photochemistry and photobiology*, 2005; 81(4): 736-49.
- [7] Modenese A, Gobba F, Paolucci V, John SM, Sartorelli P, Wittlich M, editors. Occupational solar UV exposure in construction workers in Italy: Results of a one-month monitoring with personal dosimeters. 2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), 2020: IEEE.
- [8] Kwon J, Kethar J, Appavu R. Skin Cancer: The Ozone Layer and UV Radiation. *Journal of Student Research*, 2022; 11(4).
- [9] Herndon J, Hoisington R, Whiteside M. Deadly ultraviolet UV-C and UV-B penetration to Earth's surface: Human and environmental health implications. *Journal of geography, environment and earth science International*. 2018; 14(2): 1-11.
- [10] Hoisington RD, Whiteside M, Herndon JM. Unequivocal detection of solar ultraviolet radiation 250-300 nm (UV-C) at Earth's surface. *European Journal of Applied Sciences-Vol*. 2023; 11(2).
- [11] Gies P, Roy C, Udelhofen P. Solar and ultraviolet radiation. *Prevention of skin cancer*. 2004: 21-54.
- [12] Halliday GM, Lyons JG. Inflammatory doses of UV may not be necessary for skin carcinogenesis. *Photochemistry and photobiology*. 2008; 84(2): 272-83.
- [13] Moan J, Grigalavicius M, Baturaite Z, Dahlback A, Juzeniene A. The relationship between UV exposure and incidence of skin cancer. *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*. 2015; 31(1): 26-35.
- [14] Loney T, Paulo M, Modenese A, Gobba F, Tenkate T, Whiteman D, et al. Global evidence on occupational sun exposure and keratinocyte cancers: a systematic review. *British Journal of Dermatology*. 2021; 184(2): 208-18.
- [15] Huang J, Chan SC, Ko S, Lok V, Zhang L, Lin X, et al. Disease burden, risk factors, and temporal trends of eye cancer: A global analysis of cancer registries. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2024; 52(4): 440-51.
- [16] Chen L-J, Chang Y-J, Shieh C-F, Yu J-H, Yang M-C. Relationship between practices of eye protection against solar ultraviolet radiation and cataract in a rural area. *PloS one*. 2021; 16(7): e0255136.
- [17] Modenese A, Korpinen L, Gobba F. Solar radiation exposure and outdoor work: an underestimated occupational risk. *International journal of environmental research and public health*. 2018; 15(10): 2063.

- [18] Light IAFRoCWGoAU, Cancer S. The association of use of sunbeds with cutaneous malignant melanoma and other skin cancers: a systematic review. *International journal of cancer*. 2007; 120(5): 1116-22.
- [19] Romanhole R, Ataide J, Moriel P, Mazzola P. Update on ultraviolet A and B radiation generated by the sun and artificial lamps and their effects on skin. *International journal of cosmetic science*. 2015; 37(4): 366-70.
- [20] Makgabutlane M, Wright CY. Real-time measurement of outdoor worker's exposure to solar ultraviolet radiation in Pretoria, South Africa. *South African Journal of Science*. 2015; 111(5-6): 1-7.
- [21] Vecchia P, Hietanen M, Stuck BE, van Deventer E, Niu S. Protecting workers from ultraviolet radiation: Citeseer; 2007.
- [22] Fioletov V, Kerr JB, Fergusson A. The UV index: definition, distribution and factors affecting it. *Can J Public Health*. 2010; 101(4): I5-9.
- [23] Afshari M, Afshari M, Bahrami M, Kangavari M. Study the factors preventing skin cancer in farmers Tuyserkan city based on protection motivation theory. 2016.
- [24] Salvadori G, Leccese F, Liſta D, Burattini C, Bisegna F. Use of smartphone apps to monitor human exposure to solar radiation: Comparison between predicted and measured UV index values. *Environmental research*. 2020; 183: 109274.
- [25] <http://www.rimas.ac.ir/fa/news/759>.

گزیده سیاستی

باتوجه به اینکه بیش از ۸۲ درصد ایران به عنوان مناطق خشک و نیمه خشک طبقه بندی شده و بارش سالیانه کشور کمتر از یک سوم میانگین جهانی است، ایران در آینده نزدیک (تا سال ۲۰۴۰) با شتاب بیشتری تحت تاثیر تغییرات اقلیم و گرمایش قرار خواهد گرفت.



مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، رویروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir