مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۶۷ تا ۸۲

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی میزان شدت پرتو فرابنفش خورشیدی در شهر زنجان با استفاده از شاخص فرابنفش

مریم عبدی[۱]، سیدرضا عظیمی پیرسرائی[۱،*]، محمدرضا محمدی زاده[۲]

۱- گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
۲- آزمایشگاه پژوهشی ابرمواد و ابررسانایی، دانشکده فیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی: زنجان، فضای رو باز، پرتو فرابنفش خورشید، شاخص فرابنفش

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
azimi@zums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: نظارت بر میزان تابش فرابنفش نور خورشید می‌تواند زمینه را برای ارزیابی مواجهه افراد به منظور بالا بردن آگاهی عمومی و هشدار به مردم در مواجهه با این تابش فراهم کند. اندازه‌گیری شاخص فرابنفش خورشید در بازه کاری، یک انتخاب دقیق برای دستیابی به این هدف است.

روش بررسی: در این مطالعه، میزان شاخص UV خورشیدی در یکی از مکان‌های روباز شهر زنجان با استفاده از دستگاه Solarmeter model 6/5 UV index meter، به مدت یک سال اندازه‌گیری شده است. اندازه‌گیری در روزهای زوج و در بازه زمانی ۹ صبح تا ۱۷ عصر در فواصل هر ۳۰ min در نور مستقیم خورشید انجام گرفت. در نهایت نتایج با استفاده از نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین میزان حداکثر شاخص UV روزانه مربوط به تیر ماه با میانگین ۰/۶۴۹± ۱۱/۸۷ و کمترین میزان حداکثر شاخص UV روزانه مربوط به دی ماه با میانگین ۰/۹۴۴± ۲/۲۳ بود. همچنین در بیشتر ماه‌های سال به جز اواخر آبان، آذر، دی و روزهای ابری، میانگین مقدار حداکثر شاخص UV در اطراف ظهر، از آستانه هشدار شاخص UV بیان شده توسط سازمان بهداشت جهانی (بالاتر از ۳ = UVI) فراتر بود. حتی برای فصل بهار و تابستان، در طول دوره زمانی که به عنوان امن در نظر گرفته می‌شود، میانگین شاخص UV می‌تواند از آستانه هشدار شاخص UV فراتر رود.

نتیجه‌گیری: تعیین شدت تابش UV ساعتی خورشید، برای افزایش آگاهی مردم و کارگران شاغل در محیط باز و نیز برنامه ریزی برای انجام اقدامات حفاظتی در هر مکانی به خصوص زنجان اهمیت دارد و ضروری است.

Please cite this article as: Abdi M, Azimi Pirsaraei SR, Mohammadizadeh MR. Evaluation of solar ultraviolet radiation in Zanjan city using the ultraviolet index. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(1):67-82.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

مقدمه

تابش خورشید یک خطر فیزیکی شغلی کاملا شناخته شده است: این پرتو مربوط به مواجهه با تابش نوری ناهماهنگ، یعنی پرتو فرابنفش (Ultraviolet Radiation)، پرتومرئی و پرتو مادون قرمز است. در میان تابش نوری، UVR خطرناک‌ترین جزء است، زیرا قادر است اصلی‌ترین و شدیدترین اثرات سوء بهداشتی را از جمله سرطان‌ها در انسان ایجاد کند (۱). UVR در گستره طول موج آن nm ۴۰۰-۱۰۰ است و به سه ناحیه طیفی متفاوت UVA (۴۰۰-۳۱۵)، UVB (۳۱۵-۲۸۰)، UVC (۲۸۰-۱۰۰) تقسیم می‌شود (۲، ۳). UVA و UVB که درحدود ۵ درصد از کل تابش خورشیدی را در بر می‌گیرند به ترتیب ۹۴ درصد و ۶ درصد به سطح زمین می‌رسند. تابش UVA به دلیل جذب ضعیف در جو، بخش مهمی از میزان UV خورشید است که به سطح زمین می‌رسد اما تابش‌های UVB و UVC خورشید عمدتا توسط ازون استراتوسفر جذب می‌شوند و از طریق مولکول‌ها و آئروسل‌های موجود در هوا پراکنده شده و تنها مقادیر بسیار کمی از UVB به سطح زمین می‌رسد (۲، ۴). با این حال، مشاهدات در دهه ۱۹۸۰ در خصوص تخریب لایه ازون ممکن است نشان دهد که این عملکرد جو در معرض اختلال است، که موجب می‌شود امواج کوتاه UVB به پوست ما برسد (۵).

عوامل متعددی بر میزان UV خورشیدی که به زمین می‌رسند تاثیر می‌گذارند. این عوامل عبارتند از ازون استراتوسفری، پوشش ابر، موقعیت خورشید (توسط زمان از روز، فصل، عرض جغرافیایی و ارتفاع خورشیدی و زاویه اوج خورشیدی)، ارتفاع از سطح دریا، بازتاب سطحی و آلودگی هوا تعیین می‌شود (۲، ۶، ۷).

مواجهه با UVR تاثیرات مفید و مخربی بر روی انسان دارد. اثرات مواجهه به طور عمده بوسیله تابشUVB، UVA ایجاد می‌شوند (۴). مواجهه باید متعادل باشد تا از اثرات سوء سلامتی مرتبط با مواجهه ناکافی یا بیش از حد جلوگیری کند (۸). بعضی از اثرات مفید مواجهه عبارت است از: تولید ویتامین D، درمان نرمی استخوان، اگزما و اثر پیشگیری بر برخی از عفونت‌های دستگاه تنفسی و بیماری‌های خود ایمنی و اثرات مضر آن شامل اثرات حاد و مزمن است که فوتوکراتیت، اریتما، آفتاب سوختگی و التهاب پوست از اثرات حاد هستند و اثرات مزمن یا طولانی مدت آن شامل کراتوز پوست، سرطان پوست، آسیب یا نابودی DNA، پیری زودرس، آب مروارید، سرطان قرنیه، افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های عفونی و محدود کردن اثر واکسیناسیون است (۶، ۷، ۹، ۱۰).

مطالعات Halliday و همکار (۲۰۰۸) نشان داد که دوزهای غلظت التهابی UVA و UVB می‌توانند تومورهای خوش‌خیم پوست را ایجاد کنند (۱۱). البته ناگفته نماند اگر چه UVA به پوست انسان عمیق‌تر از UVB نفوذ می‌کند اما به دلیل طول موج کوتاه‌تر آن، UVB به عنوان ریسک بالاتری برای شروع روند سرطان‌زا در پوست به شمار می‌رود (۶). LARC (International Agency for Research on Cancer) UVR خورشیدی در گروه ۱ «سرطان زایی بر انسان» طبقه بندی کرده است (۱۲-۱۴). به گونه‌ای که شایع‌ترین علت سرطان پوست، به ویژه سرطان پوست غیرملانوم در افراد دارای پوست روشن، مواجهه با UVR نور خورشید است (۱۵، ۱۶). در مطالعه Loney و همکاران (۲۰۲۱) که آخرین شواهد مربوط به سرطان‌های کراتینوسیت شغلی را ارزیابی و خلاصه کرده‌اند، نیز نشان داده شده است که به طور کلی، ۹۵ درصد از مطالعات خطرات بالاتری را در بین کارگران در فضای باز گزارش کرده‌اند (۱۷). در کشور ایران نیز با توجه به تابش شدید آفتاب در بیشتر فصول سال و استفاده نکردن از محافظ‌های مناسب نظیر لباس و کلاه در محیط باز، شیوع سرطان پوست بالاست (۱۸). همچنین طبق گزارشات ثبت شده در مرکز بهداشت استان زنجان، آمار بروز سرطان پوست استان زنجان در سال ۱۳۹۴، در مجموع ۱۲۴ مورد با ۱۱/۸۱ درصد از کل موارد سرطان دیگر است که ۱۲۱ مورد آن مربوط به سرطان غیر ملانوم و ۳ مورد آن مربوط به سرطان ملانوم بوده است.

طیف وسیعی از ابزارهای مختلف برای اندازه‌گیری یا نظارت بر میزان UVR نور خورشید در سطح زمین برای ارزیابی مواجهه افراد با آن وجود دارد که اندازه‌گیری شاخص فرابنفش

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

((Ultraviolet index (UVI) نور خورشید در بازه کاری، یک انتخاب دقیق و در عین حال ساده است (۹). هدف از ارائه این شاخص بالا بردن آگاهی عمومی و هشدار به مردم در مورد نیاز به اقدامات حفاظتی در مواجهه با UVR است. ارتقا سطح آگاهی مردم در مورد مواجهه با UVR و عواقب آن ممکن است تاثیر مثبتی در سیستم‌های بهداشت عمومی ملی داشته باشد، چرا که اگر آگاهی باعث ایجاد تغییر در عادات فرد شود، می‌تواند تعداد افراد که دارای بیماری‌های آشکار ناشی از مواجهه با آفتاب و نیاز به درمان‌های خاص را دارند کاهش دهد (۱۹).

UVI ابتدا توسط دانشمندان کانادایی در سال ۱۹۹۲ ارائه شد و سپس توسط سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) و سازمان هواشناسی جهانی (World Meteorological Organization) در سال ۱۹۹۴ مورد تصویب قرار گرفت و استاندارد شد (۲، ۷، ۲۰). UVI معادل $25\ mw/m^2$ از UV اریتمایی وزن شده (weighted UV-Erythemally) است، در واقع شاخص UV با توجه به یک طیف فعال وزن شده به نام طیف فعال اریتمایی توسط Mckinlay و همکاران (۱۹۸۷) تعریف شده، که این طیف فعال اریتمایی، یکی از رایج‌ترین طیف‌های فعال مرجع کمیسیون بین المللی روشنایی (International Commission on Illumination) برای اریتم ناشی از پرتو UV در پوست انسان در معرض مواجهه در جهان هست و مدلی است که در آن هر $25\ mw/m^2/nm$ UV-B برابر با یک واحد UVI است (ناگفته نماند که پرتو UV اریتمای وزنی عمدتا UVB و شامل یک جزء کوچک از پرتو UVA است) (۲، ۲۱، ۲۲). بنابراین پیام‌های مبتنی بر UVI در درجه اول بر روی اجتناب از آفتاب سوختگی تمرکز می‌کنند (۲۳). UVI که شاخصی جهانیست، یک مقدار خطی وابسته به شدت UVR ایجاد کننده آفتاب سوختگی در یک مکان و زمان خاص است (۲، ۷) (آفتاب سوختگی یک عامل خطر مهم برای سرطان پوست است (۲۴)). این شاخص یک مقیاس بدون بعد است که به چند دسته تقسیم می‌شود، هرچه عدد آن بالاتر باشد خطر UVR خورشید بیشتر خواهد بود و حفاظت از خورشید جامع‌تری نیاز هست (۴، ۹). WHO توصیه می‌کند، برای به حداقل رساندن خطر ابتلا به سرطان پوست، زمانی که سطح UVR به UVI برابر ۳ و بالاتر برسد؛ مردم از محافظ‌های نور خورشید استفاده کنند (۲۳، ۲۵). طبق گزارش‌های مربوط به UVIنور خورشید؛ میزان حداکثر UVR، در یک روز مشخص قرار می‌گیرد و مقادیر UVR نور خورشید در طول روز متفاوت است؛ پس باید بر ساعاتی از روز که این شاخص بالاتر از مقدار آستانه است متمرکز شد (۲، ۴، ۲۶، ۲۷). تقریبا ۵۰ تا ۶۰ درصد از کل شدت UVR محیطی روزانه نور خورشید در ساعتی از روز در حوالی ظهر تابیده می‌شود (۲).

روش‌های محاسباتی وجود دارند که با استفاده از یک مدل ارائه شده با استفاده از داده‌های تجربی قبلی و ورودی‌های از قبیل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و دمای محیط و داده‌های ماهواره‌ای، UVI را پیش‌بینی عددی می‌کنند. این روش‌ها از آنجا که به طور غیر مستقیم اندازه‌گیری می‌شوند، قطعا به اندازه روش‌های تجربی مستقیم، قابل اعتماد نیستند. بخش عمده‌ای از سایت‌هایی که UVI را برای همه نقاط دنیا پیش‌بینی می‌کنند از این نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بهره می‌برند. این روش‌های محاسباتی، زمانی ارزش واقعی پیدا می‌کنند که مقادیر پیش‌بینی شده توسط آنها با اندازه‌گیری مستقیم تایید شود (۲۸). از آنجا که تا به حال در ایران اندازه‌گیری مستقیمی از میزان UVR خورشیدی با استفاده از UVI به جز گزارش Mohammadizadeh و همکار برای شهر تهران انجام نگرفته است و با توجه به این که عواقب مضر UVR طبیعی امری جدی است، مردم هنوز از حفاظت کافی در برابرUV خورشید آگاه نبوده و از طرفی، آمار سرطان پوست در ایران رو به افزایش است، ضرورت انجام چنین مطالعه‌ای را ایجاد کرد (۶، ۲۸، ۲۹). بنابراین هدف اصلی این مطالعه بررسی میزان UVR نور خورشید به طور روزانه در تمام فصول یک سال با استفاده از دستگاه سنجش UVI در فضای باز شهر زنجان بود.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

مواد و روش‌ها

استان زنجان یکی از استان‌های سردسیر و کوهستانی شمال باختری کشور است (۳۰). در این استان عامل تنوع آب و هوایی ارتفاع از سطح دریاست؛ چرا که دارای تنوع نقاط ارتفاعیست و با توجه به اختلاف کم عرض جغرافیایی در مناطق مختلف این استان در حدود یک درجه، عامل عرض جغرافیایی تاثیر کمتری در تنوع آب و هوایی دارد (۳۱). شهر زنجان مرکز استان زنجان دارای اقلیمی نیمه خشک و فراسرد است (۳۰). این شهر در ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه الی ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی نصف النهار گرینویچ و ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی خط استوا قرار گرفته است (۳۲).

برای یک شهر طول و عرض جغرافیایی ثابت بوده (اختلاف عرض جغرافیایی در مناطق مختلف استان زنجان در حدود یک درجه است) (۳۱). همچنین اختلاف ارتفاع در مناطق مختلف شهر زنجان کم‌تر از ۲۰۰ m است (با افزایش هر ۱۰۰۰ m در ارتفاع، میزان UVR فقط حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد افزایش خواهد داشت) (۱۱، ۳۳). بنابراین می‌توان گفت که عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا که دو عوامل تاثیرگذار بر میزان شدت UVR نور خورشید هستند، در سطح یک شهر به ترتیب یکسان و دارای تغییرات کمی هستند. به همین دلیل یکی از مکان‌های روباز شهر زنجان (فضای روباز واقع در پردیس دانشگاه علوم پزشکی زنجان با ارتفاع ۱۷۵۰ m) برای اندازه‌گیری مقادیر UVI انتخاب شد (۳۳).

برای اندازه‌گیری میزان UVI از دستگاه سولارمتر مدل ۶.۵ UVI متر که دارای گواهی کالیبراسیون بود، استفاده گردید. این دستگاه دارای محدوده اندازه‌گیری UVI از ۱۹۹/۹-۰ است که طیف پاسخ آن در محدوده طول موج ۲۸۰-۴۰۰ nm، UV اریتمای وزن شده، است. در این نوع دستگاه گواهی کالیبراسیون قابل ردیابی NIST گنجانده شده و دارای دقت Ref NIST ۱۰٪ و سنسور SiC Photodiode و باتری ۹ V است که ساخت شرکت «نور خورشید» آمریکا (Solar Light Company, Inc) است.

تعداد دفعات اندازه‌گیری، ۲۴۳۱ بار در طول سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ بود. اندازه‌گیری در روزهای زوج هر هفته از ماه و در هر ۳ ماه از فصول مختلف در طی یک سال (از ۸ مهرماه ۹۷ تا ۳۰ شهریور ۹۸) در بازه زمانی ۹ صبح تا ۱۷ عصر در فواصل هر ۳۰ min در نور مستقیم خورشید انجام گرفت. در ساعات و روزهای بارانی و برفی سال و وجود شرایط نامساعد جوی (هوای غبارآلود) اندازه‌گیری انجام نشد.

در نهایت، نتایج اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است که محل اندازه‌گیری طوری انتخاب گردید که ساختمان، درخت و یا هر مانع دیگری بر سر راه تابش نور خورشید به حسگر دستگاه سنجش UVI نبود. دستگاه در ارتفاع شانه و حسگر آن هم به سمت خورشید قرار گرفت و در هر بار اندازه‌گیری عددی که بیشترین تکرار را داشت، یادداشت شد. همچنین اطلاعات جوی از جمله وضعیت آسمان از لحاظ پوشش ابر، دمای هوا، سرعت جریان باد (m/s) و شدت تابش کلی خورشید (w/m^2) در روزها و ساعات اندازه‌گیری UVI به منظور تعیین وضعیت آسمان و بررسی‌های دیگر، از اداره کل هواشناسی استان زنجان گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱، نوع مواجهه با UVI نور خورشیدی براساس طبقه بندی WHO آورده شده است (۷). همچنین میانگین UVI خورشیدی در میانه ظهر به همراه بیشینه و کمینه شدت این پرتو و نیز انحراف معیار آن، در ساعات اوج خورشیدی برای کل روزهای اندازه‌گیری شده برای شهر زنجان در جدول ۲، نشان داده شده است. بیشترین و کم‌ترین میانگین حداکثر شاخص UV روزانه در طول یک سال به ترتیب مربوط به ماه‌های تیر و دی بود. میانگین UVI در این ماه‌ها به ترتیب ۰/۶۴۹ ± ۱۱/۸۷ و ۰/۹۴۴ ± ۲/۲۳ به‌دست آمد و میانگین UVI در نیمی از سال بیشتر از حد متوسط بود.

در این مطالعه، نتایج نشان داد که میانگین مقادیر حداکثر UVI روزانه، در فصل پاییز و زمستان به ترتیب با مقادیر (۱/۲۴±۳/۴) (۱/۰۵±۳/۲۴) در حد متوسط، فصل بهار (۱/۷۵±۸/۶۵) حد خیلی زیاد و در فصل تابستان (۱/۴۴±۱۰/۵۶) در حد شدید است. همچنین میانگین مقادیر حداکثر UVI روزانه برای ساعات ظهر در شهر زنجان در مقیاس سالانه، نشان داد که UVI در حد زیاد (۳/۵۸±۶/۵۳) است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

جدول ۱- طبقه بندی نوع مواجهه با UVI نور خورشیدی (WHO)

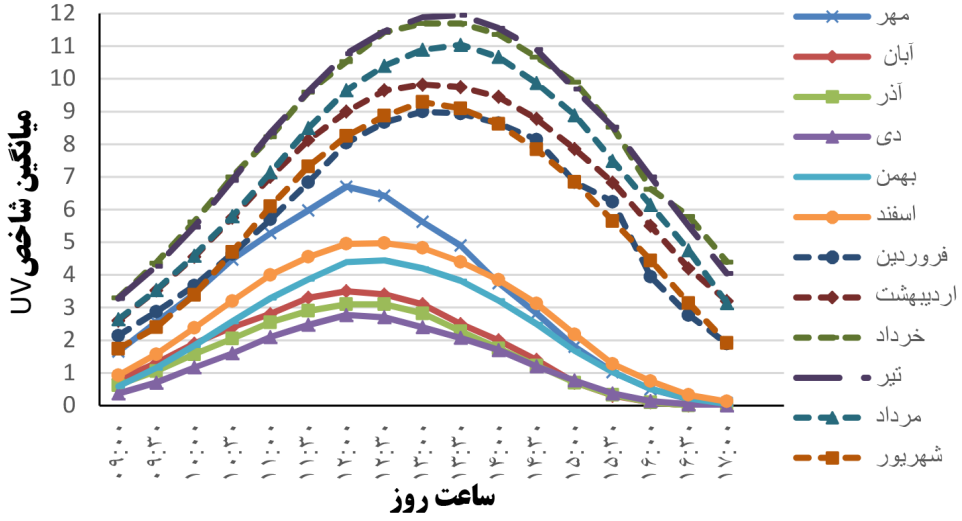
محدوده شاخص UV	نوع مواجهه (میزان اثر)	نمایش با رنگ
۲-۱	کم	سبز
۵-۳	متوسط	زرد
۷-٦	زیاد	نارنجی
۱۰-۸	خیلی زیاد	قرمز
≤۱۱	شدید	بنفش

جدول ۲- توزیع فراوانی UVI شهر زنجان در ماه‌های مختلف سال ۹۷-۹۸

ماه	میانگین شدت	انحراف معیار	بیشینه	کمینه
مهر	٤/۷۵	۲/۰۵	۷/٦	۱/٦
آبان	۳/۱۲	۱/۳۱	۵/۱	۰/۲
آذر	۲/۳۲	۱/۰۸	۳/٤	۰/٤
دی	۲/۲۳	۰/۹٤٤	۳/۲	۰/٦
بهمن	۳/٦٤	۱/۵۹	٦/۲	۱/۱
اسفند	۳/۸۵	۱/۸۲	۵/۹	۰/۲
فروردین	٦/۸۵	۳/۰۷	۹/۳	۰/۸
اردیبهشت	۹/۲۷	۲/۸	۱۱/۷	۱/۸
خرداد	۱۰/۳۵	۱/۸۹	۱۲/٦	٦/۳
تیر	۱۱/۸۷	۰/٦٤۹	۱۲/۸	۱۰/۸
مرداد	۱۱/۰۳	۰/۲۹	۱۱/۳	۱۰/۵
شهریور	۸/۹۸	۰/۵٤	۹/۸	۸/۱

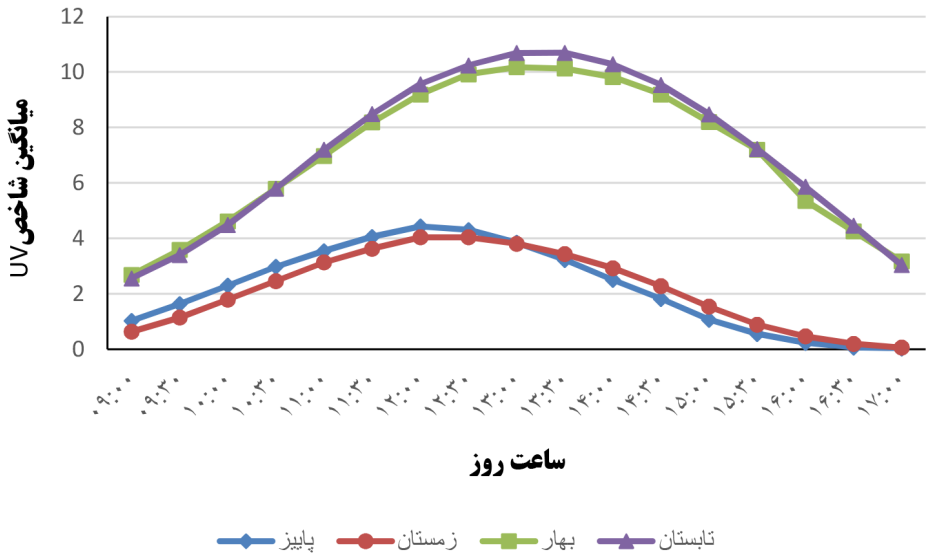
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

در نمودار ۱، میانگین مقادیر UVI در ساعت‌های مختلف روز به تفکیک ماه در طول یک سال براساس میانگین‌گیری از روزهای آفتابی اندازه‌گیری؛ آورده شده است. همچنین میانگین مقادیر UVI در ساعت‌های مختلف روز برای فصول مختلف سال در نمودار ۲ نشان داده شده است. به طور کلی نمودارهای ماهانه نشان می‌دهند که در شرایط عادی (با در نظر گرفتن شرایط آفتابی) در شهر زنجان، میانگین مقدار حداکثر UVI روزانه، از مهر ماه تا دی ماه رو به کاهش و از دی ماه تا تیر ماه رو به افزایش و از تیر ماه به بعد رو به کاهش است. همچنین میانگین میزان حداکثر UVI روزانه، در نیمه اول سال در حد خیلی زیاد (فروردین، اردیبهشت و شهریور)، شدید (خرداد تا مرداد)، حد زیاد (مهرماه) و حد متوسط (آبان تا اسفند) است و بیشترین مقدار حداکثر UVI روزانه، مربوط به تیر ماه با میانگین (۱۱/۹۵±۰/۶۹) و کم‌ترین مقدار حداکثر UVI روزانه مربوط به دی ماه با میانگین (۲/۷±۰/۲۷) است. نمودار ۱ همچنین نشان می‌دهد که میانگین مقادیر UVI به جزء آذر ماه و دی ماه، در ماه‌های دیگر سال در بازه‌های زمانی مختلف از آستانه هشدار UVI بیان شده توسط سازمان بهداشت جهانی WHO تجاوز می‌کند (UVI=۳) (۲۳، ۲۵). در واقع، میانگین مقادیر UVI در مهرماه از ساعت ۱۰ صبح تا ۲ بعد از ظهر، آبان ماه در میانه ظهر، اسفند ماه از ساعت ۱۱ صبح تا ۲ بعد از ظهر، فروردین و شهریور ماه از ساعت ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر، اردیبهشت و مرداد ماه از ساعت ۹:۳۰ صبح تا ۴:۳۰ بعد از ظهر و در خرداد و تیر ماه از ساعت ۹:۳۰ صبح تا ۵ بعد از ظهر بیشتر از آستانه هشدار UVI بوده است (UVI=۳). این نتایج نشان می‌دهد که در شهر زنجان برای فصل بهار و تابستان، حتی در طول دوره زمانی که به عنوان محدوده امن در نظر گرفته می‌شود (قبل از ساعت ۱۰ صبح و بعد از ساعت ۴ بعد از ظهر) میانگین UVI می‌تواند از آستانه هشدار آن فراتر رود.



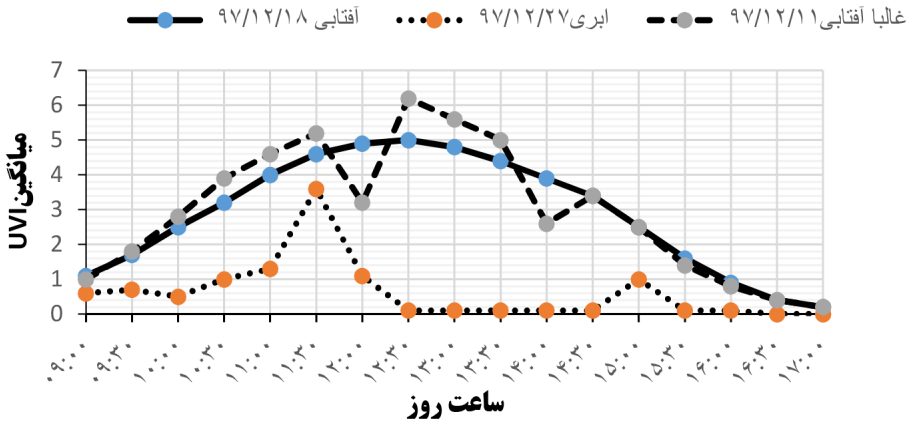
نمودار ۱- مقادیر UVI در ساعت‌های مختلف روز برای ماه‌های مختلف سال (مهر ۱۳۹۷-شهریور ۱۳۹۸)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]



نمودار ۲- مقادیر UVI در ساعت‌های مختلف روز برای فصول مختلف سال (مهر ۱۳۹۷-شهریور ۱۳۹۸)

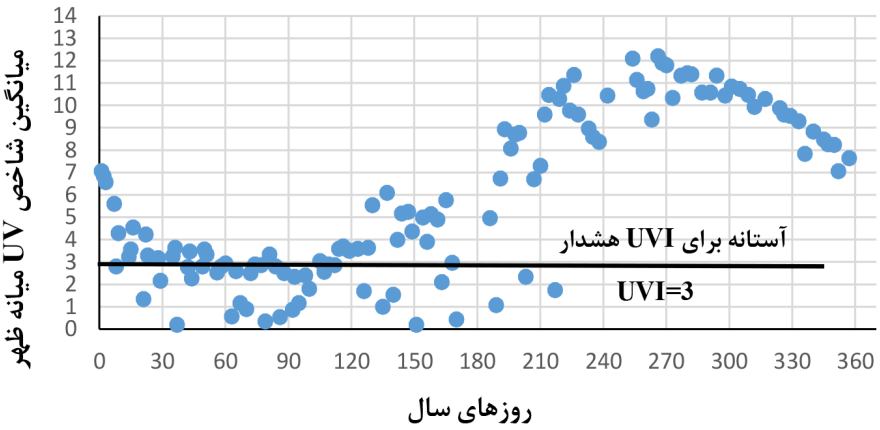
در نمودار ۳، نتایج اندازه‌گیری UVI در شرایط مختلف جوی (آفتابی، غالبا آفتابی و وجود ابرهای پراکنده، ابری) برای اسفند ماه ۱۳۹۷ در شهر زنجان آورده شده است. این نمودار نشان می‌دهد؛ که پوشش ابر متراکم معمولا تابش خورشیدی را کاهش می‌دهد، اما شرایط ابری پراکنده ممکن است باعث افزایش شدت UVI شود به گونه ای که در روز ۱۱ام اسفند ماه ۱۳۹۷، حضور ابرها در بعضی از ساعات موجب افزایش UVR در سطح زمین به دلیل بازتاب از لایه‌های جانبی ابرها شده است.



نمودار ۳- مقادیر UVI در شهر زنجان تحت شرایط مختلف جوی در اسفند ماه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

میانگین مقادیر UVI در هر روز اندازه‌گیری در بازه زمانی ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰، برمبنای پراکندگی توزیع سالانه UVI، در نمودار ۴ آورده شده است که مشخص می‌کند در شهر زنجان (بدون در نظرگرفتن روزهای ابری) میانگین مقدار حداکثر UVI در اطراف ظهر، از اواسط مهر ماه تا اواخر اسفند ماه در حد متوسط، فروردین و اوایل اردیبهشت و شهریور ماه در حد خیلی زیاد و از اواسط اردیبهشت تا اوایل مرداد ماه در حد شدید است. میانگین مقدار حداکثر UVI روزانه، از مهر ماه تا دی ماه رو به کاهش بوده و از دی ماه تا تیر ماه رو به افزایش و سپس رو به کاهش است. همچنین بیشترین میانگین مقدار پیک UVI در اطراف ظهر (ساعت ۱۲ الی ۱۳) ۰/۵۶± ۱۲/۲ که مربوط به تیر ماه با وضعیت هوای آفتابی است و کم‌ترین میانگین مقدار پیک UVI در اطراف ظهر (ساعت ۱۲ الی ۱۳) ۰/۰۶± ۰/۵۴ است که مربوط به دی ماه با وضعیت هوای نیمه ابری است. در بیشتر ماه‌های سال به جز اواخر آبان، آذر و دی، همچنین در روزهای ابری، میانگین مقدار حداکثر UVI در اطراف ظهر، بیشتر از آستانه هشدار UVI بوده است (UVI=۳).



نمودار ۴- توزیع سالانه UVI بر حسب روزهای سال ۹۷-۹۸ برای زنجان (از مهر ۱۳۹۷ تا پایان شهریور ۱۳۹۸)

بحث

UVI ابزار مناسبی است که می‌توان از طریق آن پیام‌رسانی‌های پایه‌ای را در مورد مواجهه ایمن و مناسب با نور خورشید فراهم کرد. آگاهی از مقدار این شاخص و تغییر روزانه آن برای نظارت بر مواجهه با UVR خورشید ضروری است. در بسیاری از کشورها مقادیر UVI معمولا توسط خدمات هواشناسی ارائه می‌شود و امروزه یافتن ابزارهای پیش بینی UVI حتی در برنامه‌های تلفن‌های هوشمند بسیار معمول است. به گونه‌ای که این شاخص از طریق رسانه‌ها روزانه، به صورت برخط (آنلاین) یا از طریق برنامه‌های تلفن همراه در دسترس است. با وجود این، در حال حاضر درک UVI در بسیاری از کشورها ضعیف است (۲۳). کشور ایران نیز از این قضیه مستثنی نیست.

به منظور جلوگیری از خطرات بهداشتی ناشی از مواجهه با UVR و برای به‌دست آوردن منافع سلامتی آن براساس UVI، ضروری است در دستورالعمل‌های حفاظت از نور خورشید تجدید نظر صورت گیرد از جمله این که از UVI واقعی به جای مقولاتی مانند دوره‌های هشدار UVI استفاده گردد. همچنین UVI با توجه به ساعات روز (و نه فقط حداکثر مقدار روزانه) گزارش شود. بنابراین، هدف مطالعه ما در نگاه اول، تعیین مقادیر UVI در ساعت‌های مختلف روز برای ماه‌های مختلف سال در شهر زنجان بود. تفاوت

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

مطالعه حاضر با مطالعات دیگر در این است که آنها اطلاعات UVI را از منابع مربوطه (پایگاه‌های اندازه‌گیری داده‌های جغرافیایی و ....) دریافت کرده و یا با استفاده از داده‌های مربوطه به طور غیرمستقیم UVI را محاسبه کرده‌اند، اما در این مطالعه، UVI به صورت مستقیم اندازه‌گیری شده است. اطلاعات UVI در شهر زنجان به صورت ساعتی در جایی ثبت نمی‌شود و همچنین محاسبه UVI در ایران معمولا به روش غیرمستقیم به طور عددی پیش‌بینی می‌شود. درحالی‌که مقادیر پیش بینی شده اعتبار کم‌تری دارند. به‌گونه‌ای که در مطالعه Salvadori و همکاران (۲۰۲۰) با مقایسه مقادیر UVI اندازه‌گیری شده با مقادیر پیش‌بینی شده (با استفاده از برنامه‌های تلفن‌های هوشمند) نشان داده شده؛ که برنامه‌های تلفن همراه از صحت ضعیف برخوردارند. به طوری که درصد انحراف بین مقادیر UVI اندازه‌گیری و پیش‌بینی بسیار بالا بوده و تنها یک برنامه قادر به پیش‌بینی بیش از ۷۰ درصد از داده‌های اندازه‌گیری با درصد انحراف متوسط کمتر از ۳۰ درصد بوده است (۱۹). همچنین در مطالعه Dillane و همکار (۲۰۲۰) بیان شده؛ که هرچند اطلاعات مربوط به خطر روزانه در مقابل UVR خورشیدی از طریق برنامه‌های تلفن همراه، مانند EPA UVI (Environmental Protection Agency)، در مقایسه با داده‌های خطر ناشی از ابزار دقیق (استفاده از رادیومترهای مناسب UV)، برای محافظت از کارگر به راحتی در دسترس است، اما صحت آنها برای کاربردهای محل کار مشخص نیست (۳۴). بنابراین اندازه‌گیری مستقیم UVI ممکن است ارزیابی واقع بینانه‌تری را ارائه دهد.

در مطالعات Hokmabadi و همکار (۲۰۱۴) در شهر بجنورد، Behrooz و همکاران (۲۰۱۰) در شهر اهواز و Rostampoar و همکاران (۲۰۱۳) در شهر همدان، تنها میزان UVA در نظر گرفته شده است (۳، ۳۵، ۳۶). درحالی‌که اثرات ناشی از آفتاب بر روی انسان به طور عمده از طریق مواجهه با UVB، UVA ایجاد می‌شود (۴). همچنین UVB نسبت به UVA به عنوان ریسک بیشتری برای شروع روند سرطان‌زایی در پوست به شمار می‌رود (۶). بنابراین با توجه به تعریف UVI؛ UVI مقیاسی است که از ضرب پرتو UV اریتمایی وزنی با یکای w/m^2 در ضریب ۱ بر mw/m^2 ۲۵ به‌دست می‌آید و پرتو UV اریتمای وزنی عمدتا UVB و شامل یک جز کوچک از پرتو UVA است، این شاخص می‌تواند هر دو پرتو UVA و UVB را شامل شود (۲۷).

نتایج مطالعه حاضر براساس کل روزهای اندازه‌گیری نشان داد که در شهر زنجان، بیش‌ترین میزان حداکثر UVI روزانه مربوط به تیر ماه با میانگین ۱۱/۸۷±۰/۶۴۹ و در ساعت یک و نیم بعد از ظهر و کم‌ترین میزان حداکثر UVI روزانه مربوط به دی ماه با میانگین ۲/۲۳±۰/۹۴۴ و در ساعت ۱۲ ظهر است. در مقایسه با سایر مطالعات انجام شده، بیشترین و کم‌ترین میانگین شدت پرتوهای فرابنفش نوع A در طول یک سال در شهر همدان، به ترتیب مربوط به ماه‌های شهریور و آذر، در شهر اهواز پس از میانگین‌گیری از اندازه‌گیری‌های UV تابشی مربوط به هر ماه، حداکثر و حداقل تابش پرتو فرابنفش نوع A به ترتیب در خرداد ماه و آذر ماه و در شهر بجنورد حداکثر شدت پرتو فرابنفش نوع A در ماه مرداد با میانگین ماهانه ۱۲ w/m^2 و حداقل تابش در اسفند ماه با میانگین ماهانه ۲ w/m^2 مشاهده شد (۳، ۳۵، ۳۶). نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر همخوانی ندارد که به احتمال زیاد به دلیل اختلاف طول و عرض جغرافیایی و زاویه تابش خورشید بر سطح زمین در مکان‌های مختلف است. Badarinath و همکاران (۲۰۰۸) فصل تابستان را اوج UVI معرفی کرده‌اند (۳۷). نتایج کار Mckenize و همکاران (۱۹۹۸) نیز حاکی از شدت بیشتر UVI در دوره‌های گرم سال است (۳۸). همچنین یافته‌های Bilbao و همکار (۲۰۲۰) در والادولید (اسپانیا مرکزی) در طول دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۹ نشان داد که حداکثر UVI در روزهای خاص تابستان قرار دارد که مقدار آن می‌تواند بیش از ۱۲ باشد (۳۹). نتایج این مطالعات با مطالعه حاضر همخوانی دارد، چرا که در مطالعه حاضر بیشترین حداکثر UVI روزانه، در اوایل تیر ماه بود.

در مطالعه حاضر، توزیع سالانه مقادیر UVI نشان داد که به طور کلی در شهر زنجان (بدون در نظرگرفتن روزهای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

ابری) میانگین مقدار حداکثر UVI در اطراف ظهر، از اواسط مهر ماه تا اواخر اسفند ماه در حد متوسط، فروردین و اوایل اردیبهشت و شهریور ماه در حد خیلی زیاد و از اواسط اردیبهشت تا اوایل مرداد ماه در حد شدید است. همچنین در بیشتر ماه‌های سال به جز اواخر آبان، آذر، دی و روزهای ابری، میانگین مقدار حداکثر UVI در اطراف ظهر بیشتر از آستانه هشدار UVI است.

در مقایسه با مطالعات دیگر، مطالعه Moghery (۲۰۱۴) با تحلیل و مقایسه نقشه‌های ماهانه و فصلی UVI تهیه شده با استفاده از ارزیابی روش‌های زمین آماری در گستره ایران نشان داد که در فصل زمستان از شمال به جنوب کشور، از شدت پرتو کم تا زیاد برخوردار است که در مجموع می‌توان اظهار داشت در این فصل به غیر از نیمه جنوبی، سایر نقاط ایران از UVI پایینی برخوردار بوده که تهدیدی برای انسان و گیاهان محسوب نمی‌شود. در فصل بهار، نیمه شمالی کشور را UVI زیاد و نیمه جنوبی کشور را شاخص خیلی زیاد فراگرفته است. در فصل تابستان میزان پرتو UV همانند فصل بهار بوده با این تفاوت که از شهریور به تدریج از شدت آن کاسته می‌شود، در فصل پاییز به غیر از جنوب شرق کشور که از UVI زیاد برخوردار است، سایر نقاط کشور، UVI کم تا متوسط را تجربه می‌کنند. طبق نقشه نهایی در مقیاس سالانه، استان‌های حاشیه دریای خزر از UVI متوسط، استان‌های نیمه شمالی از UVI زیاد و استان‌های جنوبی از UVI خیلی زیاد برخوردارند (۴۰). نتایج وضعیت UVI در مطالعه Moghery (۲۰۱۴) برای همه فصول سال به غیر از پاییز مغایر با مطالعه حاضر است، اما نتایج مربوط به مقیاس سالانه UVI با مطالعه حاضر مطابقت دارد. در واقع نتایج مربوط به شدت UVI در مطالعه حاضر نسبت به مطالعه ایشان، خطرناک‌تر برآورد شده است و به نظر می‌رسد دلیل آن؛ این است که در مطالعه آنها UVI با استفاده از نرم افزار UV Atlas2 بر پایه داده‌های فضایی برآورد شده، در حالی که در مطالعه حاضر UVI به طور مستقیم اندازه‌گیری شده است. در شرایط واقعی، عوامل هواشناسی که بر UVI تاثیرگذار هستند دائما در حال تغییراند و در اندازه‌گیری مستقیم این تغییرات خودبه خود بر روی عددی که دستگاه نشان می‌دهد تاثیرگذار است. همچنین بازتاب سطحی در برآوردهای UVI، معمولا با استفاده از روش‌های غیرمستقیم در نظر گرفته نمی‌شود یا اینکه اگر هم در نظرگرفته شود با شرایط واقعی متفاوت است، درحالی‌که دستگاه سنجش UVI دستی، ممکن است مقداری از شدت بازتاب‌های سطحی را دریافت کرده و لحاظ کند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین حداکثر UVI روزانه برای شهر زنجان در فصل زمستان در حد متوسط (۳/۲۴±۱/۰۵) است و WHO توصیه می‌کند که مردم زمانی که سطح UVR به شاخص UV ۳ و بالاتر برسد از محافظ‌های نور خورشید استفاده کنند (۲۳، ۲۵). درحالی‌که در مطالعه Moghery (۲۰۱۴) بیان شده که در فصل زمستان، به غیر از نیمه جنوبی سایر نقاط ایران، از وضعیت UVI پایینی برخوردار بوده که تهدیدی برای انسان و گیاهان محسوب نمی‌شود (۴۰).

مطالعه Nazari و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی UVI ها و ذرات معلق در استان زنجان از طریق ارائه حدود تقریبی UVI با استفاده از تکنیک همپوشانی(Overlay)، از نقشه ایران و نقشه WHO، WMO، برنامه محیط زیست ملل متحد (United Nations Environment Programme) و کمیسیون بین المللی حفاظت از تابش‌های غیریونیزه (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) که برای مناطق جهان استفاده می‌شود، نشان داد که مقدار UVI برای استان زنجان در حد متوسط (۴ تا ۵) است که با داده‌های سامانه جامع اطلاعات بهداشت محیط کشور مطابقت دارد (۴۱). این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت ندارد، چرا که در مطالعه حاضر، متوسط مقدار حداکثر UVI در مقیاس سالانه حد زیاد (۶/۵۳±۳/۵۸) را نشان داده است. می‌توان گفت دلیل این تفاوت با مطالعه حاضر این است که در مطالعه آنها UVI با استفاده از روش غیرمستقیم برآورد شده که با شرایط واقعی متفاوت است.

مطالعه Sabziparvar و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که در فصل تابستان در تمامی ایستگاه‌های مورد سنجش و در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

تمامی شرایط مورد بررسی (آسمان کاملا صاف، کاملا ابری و واقعی) میزان پرتو فرابنفش (UVB) در محدوده بسیار زیاد قرار دارد و کمینه مقادیر روزانه UVB نیز برای تمام شرایط مورد بررسی، در فصل زمستان رخ می دهد (۴۲). نتایج فوق با مطالعه حاضر مطابقت نداشت. در مطالعه حاضر، میانگین مقدار حداکثر UVI برای ماه‌های خرداد، تیر و مرداد در حد تابش شدید بود. در مطالعه آنان، از روش نسبیتی برای بازسازی داده‌های خام تابش UV ماهواره TOMS بهره برده و ضرایب تصحیح UVI برای ایستگاه اصفهان محاسبه و برای بازسازی اطلاعات ماهواره‌ای سایر نقاط کشور استفاده شده است (۴۲). به نظر می‌رسد دلیل عدم مطابقت نتایج این مطالعه با یافته مطالعه حاضر این است که؛ در مکان‌های جغرافیایی مختلف شرایط جوی متفاوت است و در شرایط واقعی، عوامل هواشناسی که بر UVI تاثیرگذار هستند دائما در حال تغییر هستند.

مطالعه Bech و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی شاخص UV در بارسلونای اسپانیا، طی دوره ۱۹۹۹-۲۰۱۲ نشان داد که اغلب، حداکثر مقدار UVI روزانه در ظهر اتفاق می‌افتد (۴۳). همچنین در مطالعه Bilbao و همکار (۲۰۲۰) در اسپانیای مرکزی در طول دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۹ نشان داده شده که اختلاف اندکی بین حداکثر مقادیر روزانه UVI و مقادیر ظهر خورشیدی آن وجود دارد (۳۹). این نتایج مطابق با یافته‌های مطالعه حاضر است.

از آنجا که پوشش ابر و وجود غبار به میزان قابل توجهی سبب جذب پرتوهای UV رسیده به سطح زمین می‌شود، در مطالعه حاضر، کم‌ترین مقدار شدت پرتو در طول سال در روزهای ابری مشاهده شده است به‌طوری‌که کم‌ترین میزان UVI اندازه‌گیری شده در روز ۸ اسفند ۱۳۹۷با مقدار ۰/۵ و بیشترین میزان شدت UVI در روز اول تیرماه ۱۳۹۸با مقدار ۱۲/۸ بود. همچنین مجموعه داده‌ها مطابق شرایط مختلف جوی نشان داد که پوشش ابر متراکم معمولا تابش خورشیدی را کاهش می‌دهد، اما شرایط ابری پراکنده ممکن است باعث افزایش شدت UVI شود به گونه‌ای که در روز ۱۱ام اسفند ماه ۱۳۹۷، حضور ابرها در بعضی ساعت‌ها موجب افزایش UVR در سطح زمین به دلیل بازتابی از لایه‌های جانبی ابرها شده است. این یافته با نتایج مطالعه de Paula Correa و همکار (۲۰۱۳) مطابقت دارد (۴). افزایش‌های شدت شاخص UV به دلیل حضور ابرها، متناوب هستند و تنها برای مدت کوتاهی رخ می‌دهند، اما می‌توانند بسیار مضر باشند به ویژه برای افرادی که پوست آنان روشن‌تر است. در این وضعیت، تفسیر اشتباه توصیه‌های حفاظت از خورشید می‌تواند منجر به بروز مواجهه بیش از حد افراد با نور خورشید شود، چرا که همه فکر می‌کنند حضور ابرها همیشه باعث کاهش شدت تابش خورشید می‌شود.

نتیجه‌گیری

در شهر زنجان، در بیشتر ماه‌های سال به جز اواخر آبان، آذر، دی و روزهای ابری، میانگین مقدار حداکثر UVI در اطراف ظهر (۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰)، بیش از آستانه هشدار UVI بود. حتی برای فصل بهار و تابستان، در طول دوره زمانی که به عنوان محدوده امن در نظر گرفته می‌شود (قبل از ساعت ۱۰ صبح و بعد از ساعت ۴ بعد از ظهر) میانگین UVI می‌تواند از آستانه هشدار آن فراتر رود. بنابراین، لازم است در شهر زنجان برنامه‌های حفاظت در برابر UVR نور خورشید تدوین شود که می‌تواند موجب بالا بردن آگاهی مردم از خطرات UVR نور خورشید، دست یابی به تغییراتی در شیوه زندگی، بازداری از گرایش به سمت بیشتر سرطان‌های پوست و تقویت اقتصاد ملی با کاهش بار مالی در نظام مراقبت‌های بهداشتی ناشی از سرطان پوست شود. بهترین روش حفاظت از UVR نور خورشید این است که، کار روزانه در سایه انجام شود. اگر در یک روز کاری سایه پیدا نشود، باید اقدامات بیشتری صورت گیرد از جمله: کاهش زمان مواجهه با آفتاب، استفاده از لباس‌های محافظ، کلاه استاندارد و حتی استفاده از عینک‌های آفتابی و استفاده از کرم‌های ضدآفتاب می‌تواند راهکارهای مناسبی باشد.

نتایج این مطالعه نه فقط برای شهر زنجان، بلکه برای سایر استان‌های با عرض جغرافیایی مشابه، می‌تواند مفید باشد و

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

اهمیت اولویت قرار دادن تعیین شدت تابش UV خورشیدی به صورت ساعتی و روزانه برای افزایش آگاهی مردم و کارگران شاغل در محیط باز و برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات محافظتی را نشان می‌دهد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR.ZUMS.REC.1397.177 است.

تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان "بررسی میزان تشعشعات یکساله پرتو فرابنفش نور خورشید با استفاده از UVI در شهر زنجان" در مقطع کارشناسی ارشد در سال (۹۸-۹۷) است که با حمایت‌های معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی زنجان، کارکنان کتابخانه قلم چی دانشگاه و سازمان هواشناسی استان زنجان اجراگردید.

References

1. Modenese A, Gobba F, Paolucci V, John SM, Sartorelli P, Wittlich M. 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; Madrid, Spain.
2. McKinley A, Diffey B. A reference action spectrum for ultra-violet induced erythema in human skin. In: Passchier WF, Bosnajakovic BFM, editors. Human exposure to ultra-violet radiation: Risks and regulations. Netherlands: Elsevier; 1987. p. 83-87.
3. Hokmabadi R, Shoja E. Measurement of cosmic ultraviolet ray intensity (type A) in Bojnurd. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2014;5(4):733-39.
4. de Paula Corrêa M, CM Pires L. Doses of erythemal ultraviolet radiation observed in B razil. International Journal of Dermatology. 2013;52(8):966-73.
5. Osmola-Mankowska A, Silny W, Danczak-Pazdrowska A, Olek-Hrab K, Mankowski B, Osmola K, et al. The sun–our friend or foe? Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 2012;19(4):805-809.
6. 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.
7. World Health Organization. Global Solar UV Index: A practical guide. Geneva: World Health Organization; 2002.
8. Religi A, Backes C, Chatelan A, Bulliard J-L, Vuilleumier L, Moccozet L, et al. Estimation of exposure durations for vitamin D production and sunburn risk in Switzerland. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. 2019;29(6):742-52.
9. Vecchia P, Hietanen M, Stuck BE, van Deventer E, Niu S. Protecting workers from ultraviolet radiation. Germany: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Citeseer;

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

2007.
10. Vuilleumier L, Harris T, Nenes A, Backes C, Vernez D. Developing a UV climatology for public health purposes using satellite data. Environment International. 2021;146:106177.
11. Halliday GM, Lyons JG. Inflammatory doses of UV may not be necessary for skin carcinogenesis. Photochemistry and Photobiology. 2008;84(2):272-83.
12. Boniol M, Koechlin A, Boniol M, Valentini F, Chignol M-C, Doré J-F, et al. Occupational UV exposure in French outdoor workers. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2015;57(3):315-20.
13. Siani AM, Casale GR, Sisto R, Colosimo A, Lang CA, Kimlin MG. Occupational exposures to solar ultraviolet radiation of vineyard workers in Tuscany (Italy). Photochemistry and Photobiology. 2011;87(4):925-34.
14. IARC. Radiation I, Volume 100D. A review of human carcinogens. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. France: IARC; 2012.
15. Najaf Abadi K. Occupational Toxicology. Tehran: Khosravi Publications; 2013 (in Persian).
16. John S, Garbe C, French L, Takala J, Yared W, Cardone A, et al. Improved protection of outdoor workers from solar ultraviolet radiation: Position statement. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. 2021;35(6):1278-84.
17. 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.
18. Afshari M, Bahrami M, Kangavari M. Factors preventing skin cancer in farmers from tuyserkan city based on protection motivation theory. Iran Occupational Health. 2016;13(1):80-90 (in Persian).
19. 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.
20. McKenzie R, Lauder N. Calculation of UVI for Smartphone Apps. New Zealand: Climate, Freshwater & Ocean Science; 2017.
21. McKenzie RL, Liley JB. UV radiation in global climate change. New York: Springer; 2010.
22. Canada Environment. UV Index definition. Canada: Canada Environment; 2008 [cite 25 Julay 2021]. Avalable from: http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/e/ozone/uv_index_definition.htm.
23. Lucas RM, Neale RE, Madronich S, McKenzie RL. Are current guidelines for sun protection optimal for health? Exploring the evidence. Photochemical & Photobiological Sciences. 2018;17(12):1956-63.
24. Wright CY, Brogniez C, Ncongwane KP, Sivakumar V, Coetzee G, Metzger JM, et al. Sunburn risk among children and outdoor workers in South Africa and Reunion Island coastal sites. Photochemistry and Photobiology. 2013;89(5):1226-33.
25. Dobbinson S, Niven P, Buller D, Allen M, Gies P, Warne C. Comparing handheld meters and electronic dosimeters for measuring ultraviolet levels under shade and in the Sun. Photochemis-

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

try and Photobiology. 2016;92(1):208-14.
26. Diffey B. A simple technique for estimating daily ambient erythemal ultraviolet from the ultraviolet index. Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine. 2009;25(4):227-29.
27. McKenzie R, Blumthaler M, Diaz S, Fioletov V, Herman J, Seckmeyer G, et al. Rationalizing nomenclature for UV doses and effects on humans. Vienna, Austria: Commission on Illumination; 2014.
28. Mohammadizadeh MR, Tavasoli MT. The correctness of the intensification of UV rays Tehran. Tehran: Iranian Students News Agency; 2011 (in Persian).
29. Ghasemzadeh F, Etminani K, Arab-Kheradmand A, Hosseini Moini SB. A retrospective study on non melanoma skin cancer in Cancer Institute, Imam Khomeini Medical Center, Tehran, Iran. Journal of Dermatology and Cosmetic. 2017;8(1):9-21 (in Persian).
30. Iran Meteorological Organization. Climate of Iranian provinces. Tehran: Iran Meteorological Organization; 2020 [cited 15 July 2021]. Available from: http://www.irimo.ir/far/services/climate.
31. Ahmadi A, Zamani M, Salehi R, Ahmadi S, Fathi M. Theology Zanjan. Tehran: Printing and Publishing Educational Books; 2015 (in Persian).
32. General Department of Communications and Information Technology of Zanjan Province. Introduction of Zanjan City. Zanjan: General Department of Communications and Information Technology of Zanjan Province; 2020 [cited 20 July 2021]. Available from: https://zanjan.ict.gov.ir/fa/zanjanprovince (in Persian).
33. Bahesab. Determine latitude and longitude and altitude from sea level. Tehran: Bahesab; 2019 [cited 20 July 2021]. Available from: https://www.bahesab.ir/map/geographic/ (in Persian).
34. Dillane D, Balanay JAG. Comparison between EPA UV index app and UV monitor to assess risk for solar ultraviolet radiation exposure in agricultural settings in Eastern North Carolina. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2020;18(1):16-27.
35. Behrooz M, Seif F, Asl J, Behrooz L. Variation of cosmic ultraviolet radiation measurements in Ahvaz at different months of year. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2010;9(1):45-51 (in Persian).
36. Rostampour N, Almasi T, Rostampour M, Bayat H, Karimi S. Assessment of solar ultraviolet a radiation in Hamadan City. Avicenna Journal of Clinical Medicine. 2013;19(4):69-74.
37. Badarinath K, Kharol SK, Prasad VK, Sharma AR, Reddi E, Kambezidis H, et al. Influence of natural and anthropogenic activities on UV Index variations–a study over tropical urban region using ground based observations and satellite data. Journal of Atmospheric Chemistry. 2008;59(3):219-36.
38. McKenzie R, Paulin K, Bodeker G, Liley J, Sturman A. Cloud cover measured by satellite and from the ground: Relationship to UV radiation at the surface. International Journal of Remote Sensing. 1998;19(15):2969-85.
39. Bilbao J, de Migue A. Erythemal Solar Irradiance, UVER, and UV Index from Ground-Based Data in Central Spain. Applied Sciences. 2020;10(18):6589.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

40. Moghery A, Khosravi M. Calculate, evaluate and analyze the spatial distribution of UV index in Iran. Journal of Applied researches in Geographical Sciences. 2014;14(34):195-213 (in Persian).

41. Nazari S, Asgari E, Aali DR. Survey and measurement of ultraviolet and suspended particles (PM10, PM2.5, PM1) indicators in Zanjan Province, Iran. Health System Research. 2016;12(1):96-103.

42. Sabziparvar AA, Seifzadeh Momensaraei AR. Evaluating the impact of clouds on total daily UVB irradiances in arid and semi-arid regions of Iran. Water and Soil. 2021;35(2):285-97 (in Persian).

43. Bech J, Sola Y, Ossó A, Lorente J. Analysis of 14 years of broadband ground-based solar UV index observations in Barcelona. International Journal of Climatology. 2015;35(1):45-56.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Evaluation of solar ultraviolet radiation in Zanjan city using the ultraviolet index

Maryam Abdi[1], Seyed Reza Azimi Pirsaraei[1,*], Mohammad Reza Mohammadizadeh[2]

1-Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran
2-Superconductivity and Supermaterials Research Laboratory, Department of Physics, University of Tehran, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 05 April 2021
Revised: 12 June 2021
Accepted: 15 June 2021
Published: 21 June 2021

Keywords: Zanjan, Outdoor area, Sunlight ultraviolet radiation, Ultraviolet index

***Corresponding Author:**
azimi@zums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Monitoring the amount of ultraviolet radiation from sunlight can provide a basis for assessing people's exposure, raise public awareness and warn people against this radiation. Measuring the sun's ultraviolet index over a working period is an accurate choice to achieve this goal.

Materials and Methods: In this study, the amount of solar UV index in one of the outdoor locations of Zanjan city was measured using Solarmeter model 5.6 UV index meter for one year period. Measurements were performed from 9 am to 5 pm every 30 minutes in direct sunlight in even days for one year period (2018-2019). Finally, the results were analyzed using Excel software.

Results: The highest value of the maximum daily UV index was related to July, with an average value of 11.87 ± 0.649; while, the lowest value of the maximum daily UV index obtained in January, with an average value of 2.23 ± 0.944. In most months of the year, except for late November, December, January and cloudy days, the average value of the maximum daily UV index around noon exceeds the UV index alert threshold set by the World Health Organization (WHO). Even for the safe time period during spring and summer, the average UV index can exceed the UV index warning threshold.

Conclusion: Determining the intensity of the sun's hourly UV radiation is important and necessary to increase the peoples' and workers' awareness working in the open environment, as well as to plan for protective measures in any place, especially in Zanjan.

Please cite this article as: Abdi M, Azimi Pirsaraei SR, Mohammadizadeh MR. Evaluation of solar ultraviolet radiation in Zanjan city using the ultraviolet index. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(1):67-82.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-11-04]