نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۴، پاییز ۹۳

محاسبه، ارزیابی و تحلیل توزیع مکانی شاخص پرتو فرابنفش در گستره ایران

دریافت مقاله:۹۲/۴/۲۲ پذیرش نهایی: ۹۳/۵/۸
صفحات:۲۱۳-۱۹۵

علیرضا موقری: دانشجوی دکترای آب و هواشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران[۱]
Email: a.movaghari@pgs.usb.ac.ir
محمود خسروی: دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
Email: Khosravi@Gep.usb.ac.ir

چکیده

پرتو فرابنفش در محدوده طول موج کوتاه خورشید دارای انرژی زیادی است که می تواند باعث بیماری‌های پوستی، چشمی، تخریب ژنتیک DNA، اختلال در سیستم ایمنی بدن و پیری زودرس در انسان شود. در این پژوهش به منظور محاسبه میزان پرتو فرابنفش، ۹۴ نقطه نماینده با بهترین پراکنش در گستره ایران انتخاب گردید. سپس میانگین شاخص پرتو فرابنفش، در دوره آماری ۲۰۱۱-۲۰۰۰ برای تمامی ماه‌ها محاسبه شد. آنگاه به وسیله روش درونیابی IDW به تحلیل فضایی توزیع مکانی شاخص فرابنفش در مقیاس ماهانه و فصلی اقدام گردید و مشخص شد در دوره گرم سال، ارتفاعات بیشتر و عرض‌های پایین‌تر به ویژه در استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان و فارس دارای میزان پرتو فرابنفش بیشتر بوده و از این رو خطر آسیب چشم و ابتلا به بیماری‌های پوستی بالاتر می‌رود. در مقابل استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی پرتو کمتری دریافت می‌کنند. برای تهیه نقشه میانگین سالانه شاخص فرابنفش به ارزیابی روش-های زمین آمار جهت تعیین بهترین روش میانیابی پرداخته شد. نتایج نشان داد که مدل کروی چهار وجهی با تکنیک کریجینگ معمولی، مناسبترین مدل جهت برازش میانگین سالانه فراسنج پرتو فرابنفش در گستره ایران می‌باشد. نقشه نهایی نشان داد که در مقیاس سالانه، ۴ درصد از مساحت کشور از شاخص پرتو فرابنفش متوسط

---

[۱]. **نویسنده مسئول:** زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، گروه جغرافیای طبیعی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

برخوردار است که استانهای حاشیه دریای خزر را در برمی‌گیرد. ۵۴ درصد از سطح کشور که نیمه شمالی کشور را شامل می‌شود، شاخص زیاد پرتو فرابنفش دریافت می-کند و ۴۲ درصد از مساحت کشور که عموما استان‌های جنوبی کشور را در برمی-گیرد، از میزان شاخص خیلی زیاد برخوردار است.

واژگان کلیدی: ایران، شاخص پرتو فرابنفش، توزیع مکانی، کریجینگ، مدل کروی چهار وجهی

مقدمه

یکی از تابش‌های خطرناک خورشیدی، پرتو فرابنفش است. این اشعه در محدوده بینایی انسان نیست و نمی‌توان آن را دید، به همین خاطر به آن نور تاریک نیز می‌گویند (Lesser et al., 2004). اشعه فرابنفش، انرژی الکترومغناطیسی است که در محدوده طول موج کوتاه بوده و در طیف الکترومغناطیسی، بین اشعه ایکس و نور مرئی قرار دارد. وجود این اشعه در نور خورشید باعث آفتاب سوختگی پوست بدن می‌شود. پرتوهای ماوراء بنفش در طیف نور خورشید دارای انرژی زیاد است که می‌تواند باعث بیماری‌های پوستی، چشمی، تخریب ژنتیکی DNA، اختلال در سیستم ایمنی بدن، پیری زودرس در انسان شود (Kielbassa et al., 1997). این اشعه خود به سه دسته تقسیم می‌شود:UV-A, UV-B, UV-C . جو زمین شدت ورود اشعه را می‌گیرد. علاوه بر جو زمین عواملی چون گردوغبار، آلودگی هوا و ابرها نیز از شدت ورود اشعه می‌کاهند. به همین خاطر کوهنوردان در ارتفاعات کوه‌ها بیشتر در معرض تابش این اشعه هستند (McKenzie et al., 2007). به طور کلی با هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، شدت این اشعه ۱۰ تا ۱۲ در صد بیشتر می‌شود. طول موج این سه نوع اشعه حدود ۲۰۰ تا ۲۹۰ نانومتر برای UV-C، ۲۹۰ تا ۳۲۰ نانومتر برای UV-B و ۳۲۰ تا ۴۰۰ برای UV-A می‌باشد (Badarinath et al., 2008). هر نانو یک بیلیونیوم متر است; هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد یا به عبارتی عدد کوچک‌تر باشد، قدرت اشعه بیشتر است. طیف نور قابل رویت برای ما انسان‌ها از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. با این حساب UV-C از همه قوی‌تر و سپس UV-B و آخر هم UV-A است. لایه ازن زمین ، شدت نورهای وارد شده به جو با طول موج ۲۰۰ تا ۳۴۰ نانومتر را کاهش می‌دهد. در واقع مقدار UV-A وارد شده به زمین، بیش از دو نوع دیگر می-باشد. مقدار UV-B وارد شده هم کمتر از UV-A و وابسته به عوامل مختلف است و UV-C هم اصلا به زمین نمی‌رسد و توسط لایه ازن جذب می‌شود. هنگامیکه هوا ابری ولی روشن

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

است، به نحوی که برای چشمان آزار دهنده است حدود ۵۰ درصد UV-B به زمین می‌رسد. اگر هوا به قدری ابری شود که نتوان جای خورشید را در آسمان یافت، کمتر از ۲۰ درصد UV-B به زمین می‌رسد. اما اگر هوا بسیار ابری و متراکم با ابرهای سیاه باشد به نحوی که هوا تاریک شده یا اگر هوا ابری همراه با بارندگی شود، آنگاه مقدار اشعه UV-B بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی است. در گذشته مسئله UV-B به لطف لایه ازن خیلی جدی نبود اما با نازک شدن لایه ازن در سال‌های اخیر افرادی که به سرطان‌های پوستی دچار می‌شوند به شدت در حال افزایش است. البته شدت UV-B از لایه ازن که به تجمع مولکول‌های ازن در جو زمین بستگی دارد در ساعت‌های مختلف روز، فصل‌ها، موقعیت مکانی و ارتفاع متفاوت است. مثلاً در فصل تابستان نیمکره جنوبی، چون این قسمت بیشتر به خورشید نزدیک است اشعه UV-B بیشتری دریافت می‌کند و نیوزلند و استرالیا ۱۰ درصد بیشتر از انگلستان UV-B دریافت می‌کنند. همچنین عموماً شدت ورود اشعه ماورا بنفش بین ۱۰ صبح تا ۴ عصر بیشتر از اوقات دیگر است (WHO, 2002). میزان پرتو فرابنفش خورشیدی در روی زمین به چندین عامل بستگی دارد که از آن جمله می‌توان ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، میزان انعکاس زمین، پوشش آسمان و ماه و یا فصل سال را نام برد.

پیشینه پژوهش

از آنجا که این تحقیق از دو بخش تعیین شاخص پرتو فرابنفش و سپس ارزیابی بهترین روش زمین آماری جهت توزیع مکانی آن در سطح ایران تشکیل شده است، به طور جداگانه به تحقیقات انجام گرفته در این زمینه‌ها اشاره می‌شود. تا به امروز تحقیقات بسیاری در زمینه سنجش و ارزیابی تأثیرات اشعه فرابنفش بر روی گیاهان و سلامت انسان توسط محققین رشته های زیست شناسی، علوم گیاهی و علوم پزشکی به صورت مطالعه موردی و آزمایشگاهی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به کارهای (Caldwell et al., 1986), (Kielbassa et al., 1997), (Blum and Volkenandt, 2002), (WHO, 2006) & (Lesser et al., 2006) بطور مشخص اشاره نمود. از مطالعات مشابه انجام شده در ایران نیز می‌توان به کارهای نصیبی و همکاران (۱۳۸۲)، انتشاری و همکاران (۱۳۸۵)، نصیبی و کلانتری (۱۳۸۵)، بهروز و همکاران (۱۳۸۸) و محجوب و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کرد. در تمامی این تحقیقات به تأثیر پرتو فرابنفش بر پارامترهای گیاهی مانند طول قسمت هوایی و طول ریشه و ساقه و همین طور تأثیرات مخرب این اشعه بر روی پوست و چشم و بطور کلی سلامت انسان پرداخته شده است. اما هدف این پژوهش محاسبه و ارزیابی بهترین روش زمین آمار جهت تحلیل توزیع مکانی

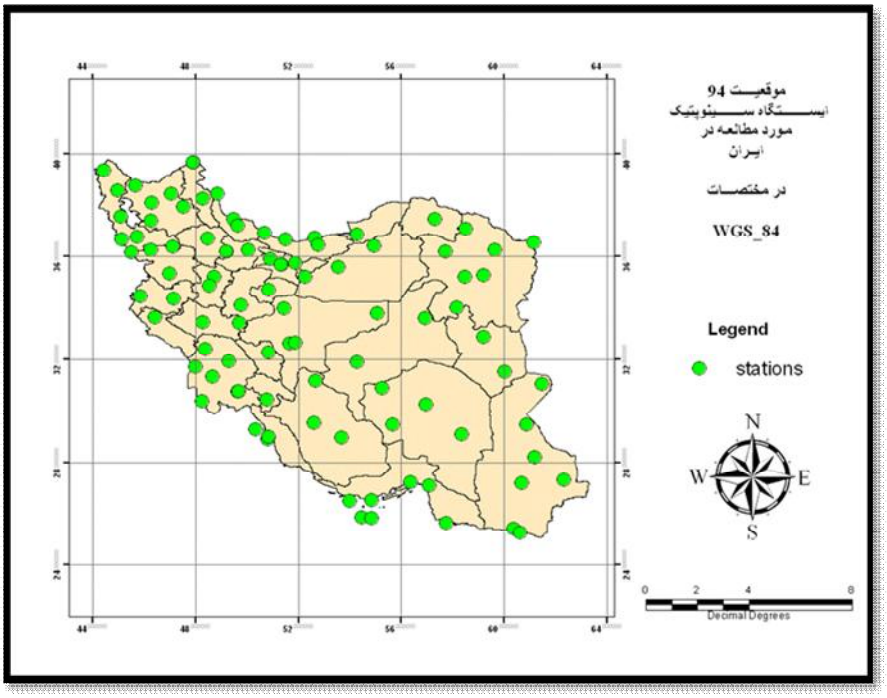
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

شاخص پرتو فرابنفش (UVI) در گستره کشور ایران می‌باشد. در بسیاری از کشورهای دنیا، نقشه‌های میزان شاخص پرتو فرابنفش (UVI) به صورت روزانه تهیه و در اختیار عموم قرار می‌گیرد. ولی از آنجا که این کار در ایران صورت نپذیرفته و همچنین تاکنون پژوهشی در زمینه تعیین شاخص اشعه فرابنفش و پهنه‌بندی آن در سطح کشور صورت نگرفته است، لازم دانسته شد تا با محاسبه این شاخص به صورت ماهانه و میانگین فصلی و پهنه‌بندی آن در کل کشور به شناخت مناطق و ماه‌های پر خطر اقدام گردد تا با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه به کاهش صدمات ناشی از این پرتو مضر بر روی بافت‌های انسانی و گیاهی پرداخته شود. در زمینه درون‌یابی با استفاده از روش‌های زمین آماری تحقیقات بسیاری در داخل و خارج کشور صورت پذیرفته که اکثر آن‌ها به پهنه‌بندی بارش پرداخته‌اند. Goovaerts (2000) کریجینگ ساده را بهترین روش جهت میانیابی بارش در کشور پرتغال معرفی کرد. Tsakiris & Vangelis (2004) برای پایش خشکسالی از روش عکس مجذور فاصله برای تهیه نقشه بارندگی ماهانه و سالانه استفاده کردند. مسعودیان (۱۳۸۲) روش کریجینگ را برای تهیه نقشه هم دمای ماهانه ایران مناسب ارزیابی کرد. عساکره (۱۳۸۷) به کاربرد روش کریجینگ در درون‌یابی بارش برای تهیه نقشه هم‌بارش کشور پرداخت و کریجینگ خطی را به عنوان روش بهینه انتخاب کرد. ثقفیان و همکاران (۱۳۹۰) مدل گوسی کریجینگ و کوکریجینگ را بهترین الگو برای درون‌یابی میانگین بارش سالانه در استان فارس تشخیص دادند. از کارهای مشابه می‌توان به تحقیقات مظفری و همکاران (۱۳۹۱)، قهرودی تالی (۱۳۸۱)، مهدی‌زاده و مهدیان (۱۳۸۱)، سلطانی و مدرس (۱۳۸۵) و مدنی (۱۳۸۰) اشاره کرد. در این پژوهش کوشش خواهد شد تا میانگین شاخص پرتو فرابنفش، در دوره آماری ۲۰۱۱-۲۰۰۰ برای تمامی ماه‌ها در گستره ایران محاسبه شود. آنگاه به وسیله روش درونیابی IDW به تحلیل فضایی توزیع مکانی شاخص فرابنفش در مقیاس ماهانه و فصلی اقدام گردد. سپس به ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تعیین بهترین روش میانیابی برای تهیه نقشه میانگین سالانه شاخص فرابنفش پرداخته شود.

محدوده مطالعاتی

به منظور پهنه بندی پرتو فرابنفش در قلمرو ایران، میزان این شاخص برای ۹۴ نقطه از کشور برای یک دوره آماری ۱۲ ساله (۲۰۱۱-۲۰۰۰) محاسبه گردید. در شکل (۳-۱) پراکنش این نقاط در سطح ایران برای موقعیت ′۰۰ °۴۴ تا ′۰۰ °۶۴ عرض شمالی و ′۰۰ °۲۴ تا ′۰۰ °۴۰ طول شرقی در مختصات جغرافیایی WGS_84 نشان داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]



شکل (۱) پراکنش و موقعیت نقاط مورد مطالعه در گستره ایران

مواد و روش‌ها

محاسبه شاخص پرتو فرابنفش

در این پژوهش در گام نخست به ایجاد پایگاه داده‌ای متشکل از پارامترهای طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع برای ۹۴ نقطه در قلمرو ایران اقدام گردید (جدول ۱). نقاط مذکور به گونه‌ای انتخاب شدند که بهترین پراکنش را در پهنه ایران دارا باشند (شکل ۱). آنگاه به وسیله نرم افزار Uv Atlas 2 که ابزاری قدرتمند برای محاسبه پارامترهای مختلف پرتو فرابنفش با استفاده از داده‌های فضایی می‌باشد، میانگین ماهانه، فصلی و سالانه شاخص این پرتو در دوره آماری ۲۰۱۱-۲۰۰۰ در ساعت۱۲:۰۰ به وقت محلی که زمان اوج تابش پرتو فرابنفش می‌باشد برای تمامی ایستگاه‌ها محاسبه گردید. سپس لایه کشور ایران در مختصات WGS_84 در محیط نرم افزار Arc GIS تهیه گردیده و نقاط مورد نظر در آن فراخوانده شدند. در ادامه با استفاده از مدل درونیابی IDW به ترسیم و تحلیل فضایی توزیع مکانی میانگین ماهانه و فصلی شاخص فرا بنفش در گستره ایران اقدام گردید.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

ارزیابی روش‌های زمین‌آماری جهت تهیه نقشه میانگین سالانه

تخمین زمین‌آماری فرآیندی است که طی آن، مقدار یک کمیت مجهول، در نقاطی با مختصاب معلوم، با استفاده از مقدار معلوم همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات مشخص به دست می‌آید (مظفری و همکاران، ۱۳۹۱). از آنجاکه روش‌های درونیابی زمین آماری از دقت و اعتبار بالاتری برخوردار هستند و در این میان روش کریجینگ که بر پایه میانگین متحرک وزن‌دار استوار است، به عقیده بسیاری از پژوهشگران بهترین برآورد کننده خطی نااریب می-باشد (حسنی‌پاک، ۱۳۸۰)، برای پهنه‌بندی میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش از مدل میانیابی کریجینگ استفاده شد. معادله روش کریجینگ به صورت زیر بیان می‌شود:

$$z^{*} = \sum_{i-1}^{n} w_i z(x_i)$$ رابطه ۱

که در آن *Z مقدار متغیر مکانی برآورد شده، Z (xi) مقدار متغیر مکانی اندازه‌گیری شده در نقطه Xi، Wi وزن آماری که به نمونه Xi نسبت داده می‌شود و بیانگر اهمیت نقطه i ام در برآورد است. برای تحلیل توزیع مکانی داده‌ها در محیط نرم افزار GIS در ابتدا نیم‌تغییرنما[1] محاسبه گردید. اولین و مهمترین قدم برای انجام میانیابی دقیق، برازش مدلی مناسب بر روی نیم‌تغییرنما می‌باشد. واریانس مقدار عناصر بین نقاطی به فاصله h از یکدیگر می‌تواند همبستگی متقابل مقدار دو نقطه به فاصله h را بیان کند. در صورت وجود ساختار فضایی، طبیعی است که وابستگی مقادیر نقاط دور از هم می‌باشند. بنابراین چنین واریانسی می‌تواند معیاری برای نمایش تاثیرگذاری و یا تاثیرپذیری مقدار یک نمونه روی مقادیر محیط مجاور خود باشد. این واریانس وابسته به فاصله را تغییرنما می‌نامند و با نماد $2\gamma(h)$ نشان می‌دهند. با تقسیم تغییرنما بر عدد ۲، نیم تغییرنما به دست می‌آید. برای محاسبه مقدار تغییرنما از رابطه زیر استفاده می‌شود (مدنی، ۱۳۸۰):

$$2y(h) = \frac{1}{n(h)} \sum_{i-1}^{n(h)} \left[z(x+h) - z(x)^2 \right]$$ رابطه ۲

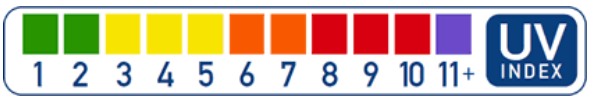
که در این رابطه: h فاصله در جهت مشخص بین موقعیت x و x+ h ، N(h) تعداد جفت نمونه‌ها به فاصله h از یکدیگر، $\gamma(h)$ مقدارتغییرنما برای فاصله h، Z(x) مقدارنمونه در نقطه x، Z(x+ h) مقدار نمونه در نقطه x +h می‌باشد. از آنجا که نیم تغییرنما بر اساس تعدادی نقاط

[1] -semivariogram

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

نمونه حاصل می‌شود، باید آن را با یک تابع نظری تخمین زد بطوریکه در هر فاصله نیم تغییرنما به وسیله این تابع برآورد گردد. این تابع به مدل نیم تغییرنما معروف است (عساکره، ۱۳۸۷).

در این پژوهش از دو روش کریجینگ ساده[۱] و کریجینگ معمولی[۲] برای ارزیابی بهترین روش میانیابی استفاده شد که با برازش مدل‌های کروی[۳]، نمایی[۴]، گوسین[۵]، دایره‌ای[۶]، درجه دو منطقی[۷]، کروی چهار وجهی[۸] و کروی پنج وجهی[۹] بر این دو روش صورت گرفت. با توجه به اینکه یکی از شروط اساسی در استفاده از روش کریجینگ، نرمال بودن داده‌ها است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۱)، ابتدا داده‌های شاخص پرتو فرابنفش از طریق عملگر BOX-COX با پارامتر ۰/۱ نرمال گردید، سپس نقشه آن ترسیم شد. در ادامه با برازش تمامی مدل‌های مذکور بر روی داده‌های پرتو فرابنفش، دقت و کارآیی هر یک از مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت تا مدل کارآمدتر برای پیش‌بینی توزیع مکانی میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش به دست آید. با توجه به اینکه یکی از روش‌های ارزیابی اعتبارسنجی روش‌های میانیابی، ارزیابی ریشه دوم مربع خطا (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (RMSS) و ضریب همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده (R^2) می‌باشد، در این پژوهش نیز از همین روش استفاده شد تا مدل بهینه تعیین گردد. در پایان به تحلیل نقشه‌های تولید شده پرداخته شد و مناطق مختلف با توجه به شدت پرتو دریافتی بر اساس مقیاس شاخص UV مورد سنجش قرار گرفت. مقیاس شاخص پرتو فرابنفش که توسط سازمان بهداشت جهانی بکار گرفته می‌شود بدین صورت تحلیل می‌گردد: کمتر و مساوی ۲ نشانه شدت کم، ۳ تا ۵ شدت متوسط، ۶ تا ۷ شدت زیاد، ۸ تا ۱۰ شدت خیلی زیاد و بیشتر از ۱۱ وضعیت بحرانی (شکل ۲).



شکل (۲) مقیاس شاخص پرتو فرابنفش (WHO, 2002)

[1] - simple kriging
2 - ordinary kriging
3 - Circular
4 - Exponential
5 - Gaussian
6 - Circular
7 - Rational quadratic
8 - Tetra spherical
9 - Pent spherical

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

جدول (۱) نمونه ای از پایگاه داده ایجاد شده

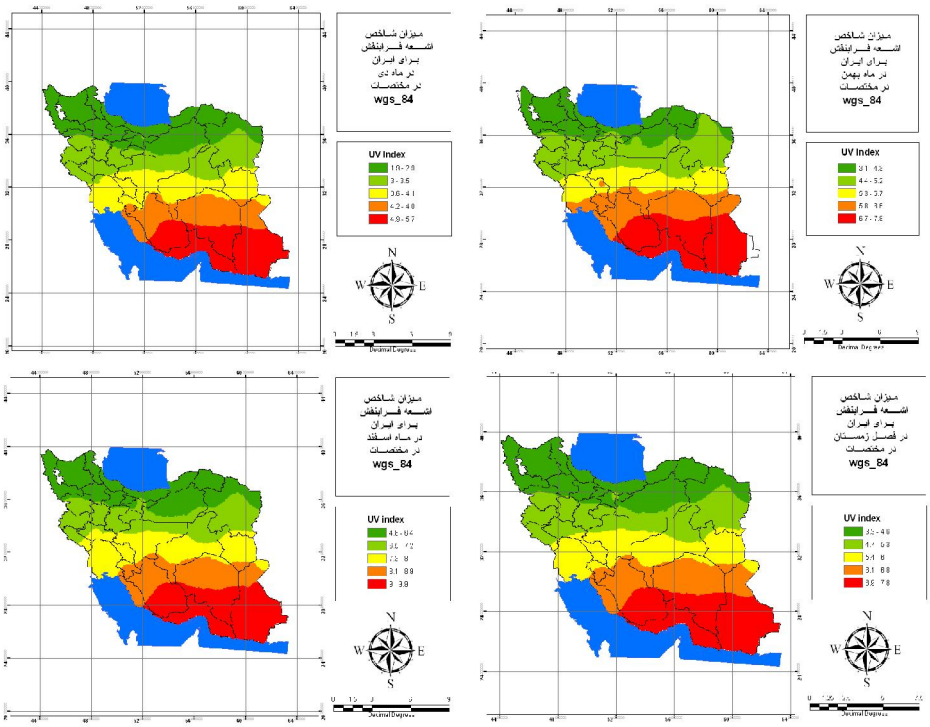
ایستگاه	ارتفاع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	UVI
آستارا	-۱۸/۰۰	۴۸/۸۷	۳۸/۴۲	۳/۲
اردبیل	۱۳۳۲/۰۰	۴۸/۲۸	۳۸/۲۵	۳/۱
اهر	۱۳۹۰/۵۰	۴۷/۰۷	۳۸/۴۳	۳/۲
پارس‌آباد مغان	۳۱/۹۰	۴۷/۹۲	۳۹/۶۵	۳/۱
تبریز	۱۳۶۱/۰۰	۴۶/۲۸	۳۸/۰۸	۳/۵
جلفا	۷۳۶/۲۰	۴۵/۶۷	۳۸/۷۵	۳/۷
خوی	۱۱۰۳/۰۰	۴۴/۹۷	۳۸/۵۵	۳/۶
ماکو	۱۴۱۱/۳۰	۴۴/۴۳	۳۹/۳۳	۳/۴

بحث و نتایج

تحلیل شاخص فرابنفش در فصل زمستان

همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در ماه دی نیمه شمالی کشور از میزان پرتو پایین (کمتر از ۲) و سایر نواحی از پرتو متوسط (۳ تا ۵) برخوردار بوده و تنها نیمه جنوبی استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، فارس و تمام استان هرمزگان پرتو شدیدتری دریافت می‌کنند. در ماه بهمن میزان شاخص فرابنفش در تمام ایران افزایش یافته و میزان پرتو کم در ماه گذشته جای خود را به میزان متوسط داده و استان‌های جنوبی پرتو زیاد (۶ تا ۸) را تجربه می-کنند. در ماه اسفند به غیر از نیمه جنوبی استان‌های حاشیه خلیج فارس که از شدت پرتو خیلی زیاد (۹ تا ۱۰) برخوردارند، سایر نواحی کشور پرتو زیاد فرابنفش را تجربه کرده که حاکی از افزایش چشمگیر خطر نسبت به ماه گذشته می‌باشد. نقشه میانگین فصل زمستان پرتو فرابنفش، ایران را به دو نیمه مساوی تقسیم کرده که نیمه شمالی میزان پرتو متوسط و نیمه جنوبی پرتو زیاد را دریافت می‌دارد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

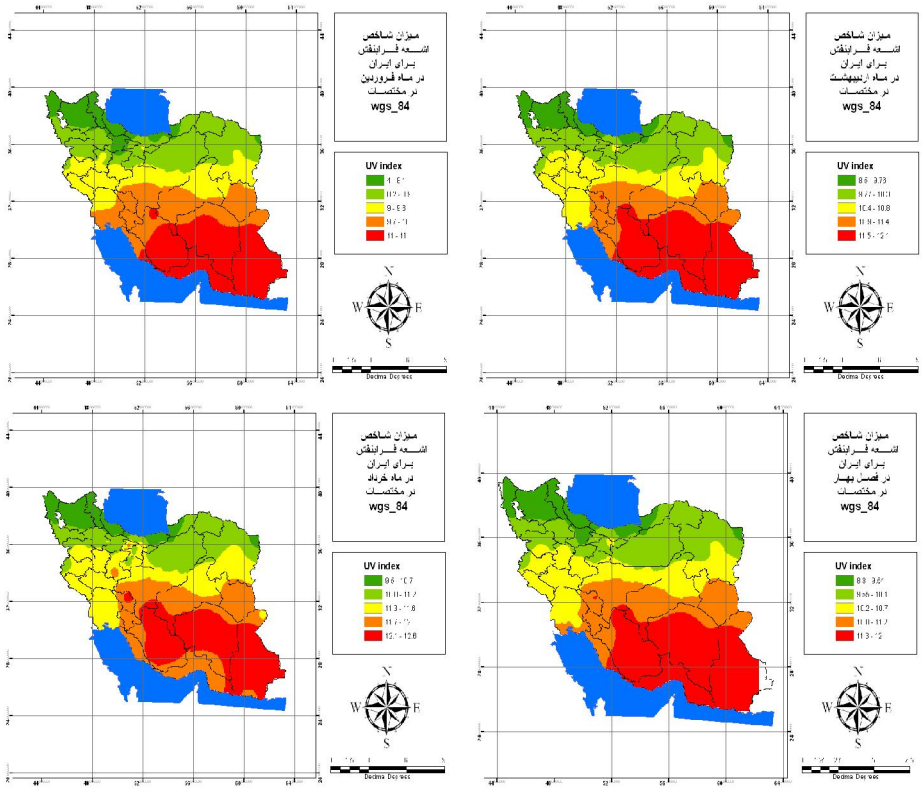


شکل (۳) پراکندگی ماهانه و میانگین فصل زمستان میزان شاخص پرتو فرابنفش

تحلیل شاخص فرابنفش در فصل بهار

در ماه فروردین به جز سواحل جنوبی خزر و شمالغرب کشور که از شاخص متوسط پرتو فرابنفش برخوردارند، سایر نواحی کشور میزان پرتو زیادی دریافت می‌دارند که این میزان در استان‌های جنوب و جنوب شرقی کشور به حد بحرانی می‌رسد. در ماه اردیبهشت نیمه شمالی کشور از میزان پرتو خیلی زیاد (۸ تا ۱۰) و نیمه جنوبی از شاخص بحرانی فرابنفش برخوردار است. در ماه خرداد غیر از باریکه ساحلی دریای خزر که شاخص خیلی زیاد را تجربه می‌کند سایر نواحی کشور در شرایط بحرانی دریافت پرتو فرابنفش قرار گرفته است. نقشه میانگین پرتو فرابنش برای فصل بهار نیمه شمالی کشور را با شاخص خیلی زیاد و نیمه جنوبی را با شاخص بحرانی نشان می‌دهد (شکل ۴).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

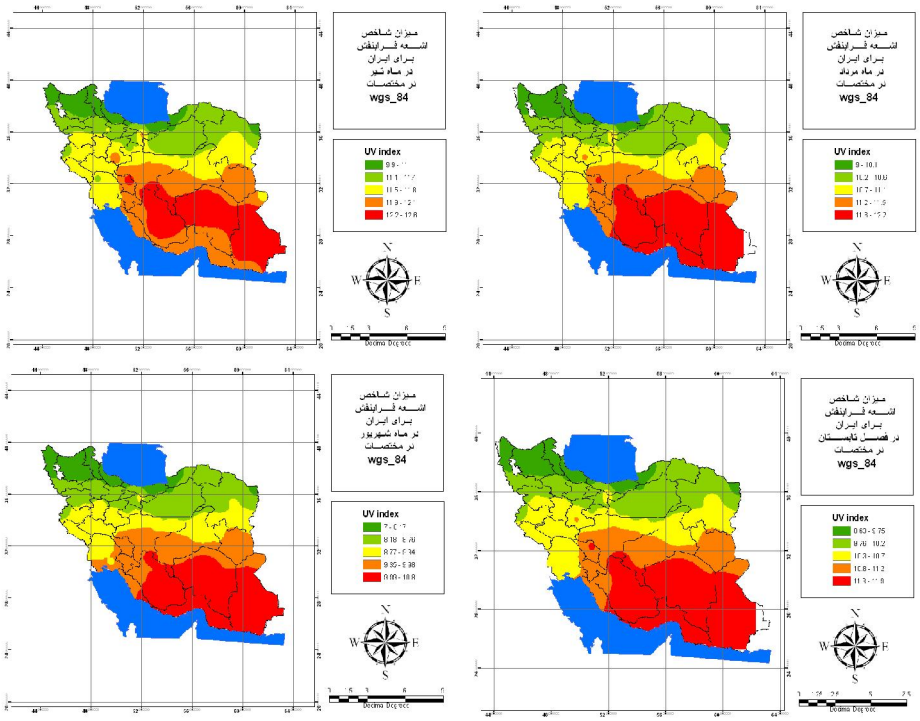


شکل (۴) پراکندگی ماهانه و میانگین فصل بهار میزان شاخص پرتو فرابنفش

تحلیل شاخص فرابنفش در فصل تابستان

در ماه تیر به جز استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، اردبیل، آذربایجان شرقی و نیمه شمالی آذربایجان غربی که از شاخص خیلی زیاد (۸ تا ۱۰) برخوردار است، سایر نواحی کشور شاخص بحرانی را نشان می‌دهد. در ماه مرداد یک سوم شمالی کشور از شاخص خیلی زیاد و سایر نقاط کشور شاخص بحرانی را تجربه می‌کنند. در ماه شهریور استان‌های کرانه دریای خزر شاخص زیاد و سایر استان‌های ایران از شاخص خیلی زیاد برخوردارند. در نقشه میانگین پرتو فرابنش برای فصل تابستان غیر از سواحل دریای خزر و شمالغرب که از شاخص خیلی زیاد برخوردار است حاکی از قرار گرفتن سایر نقاط کشور در محدوده بحرانی (۱۱+) پرتو فرابنفش است که نشان‌دهنده خطر بالای قرار گرفتن در معرض نور خورشید در این ماه است (شکل ۵). باداراینات و همکاران (۲۰۰۸) نیز فصل تابستان را اوج شاخص تابش فرابنفش معرفی کرده‌اند.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

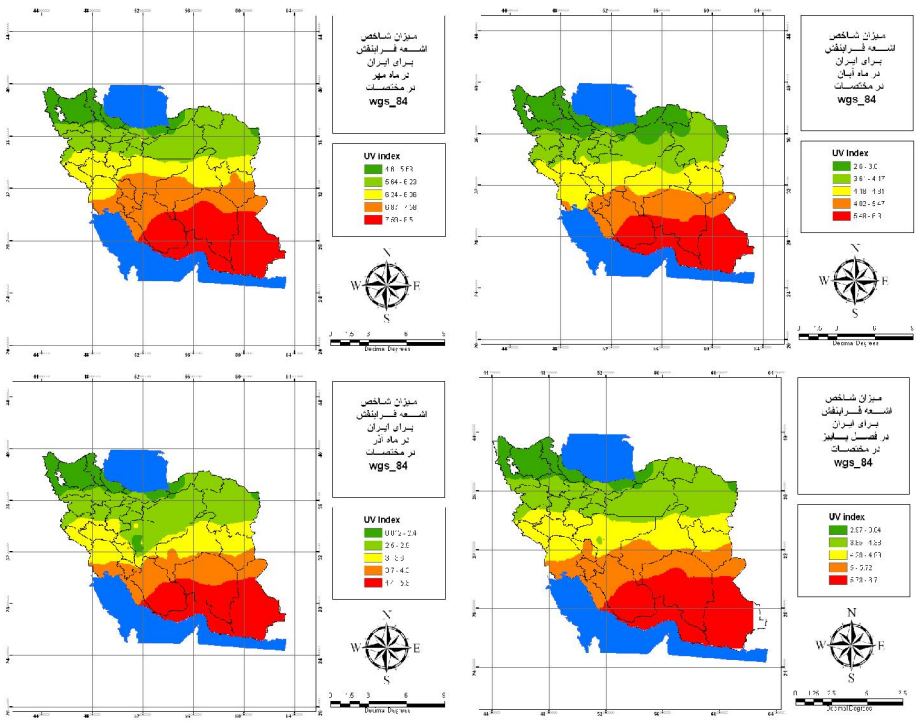


شکل (۵) پراکندگی ماهانه و میانگین فصل تابستان میزان شاخص پرتو فرابنفش

تحلیل شاخص فرابنفش در فصل پاییز

در ماه مهر استان‌های گیلان، مازندران، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی از شدت تابش متوسط، استان‌های جنوبی و جنوب شرقی از شدت تابش خیلی زیاد و سایر نواحی کشور شاخص زیاد را نمایش می‌دهند. در ماه آبان تمام کشور از میزان شاخص متوسط برخوردار بوده و تنها بخش کوچکی از جنوب شرق کشور میزان شاخص زیاد را تجربه می‌کند. در ماه آذر نیمه شمالی کشور شاخص کم و نیمه جنوبی آن شاخص متوسط را نشان می‌دهد که حاکی از شرایط خوب می‌باشد. نقشه میانگین شاخص پرتو فرابنفش برای فصل پاییز تمام کشور را به غیر از منتهی الیه شرقی ایران که شاخص زیاد را تجربه می‌کند با میزان شاخص متوسط نمایش داده است که حاکی از سالم بودن این فصل از سال از جهت دریافت پرتو فرابنفش می‌باشد (شکل ۶).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]



شکل (۶) پراکندگی ماهانه و میانگین فصل پاییز میزان شاخص پرتو فرابنفش

میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش

برای تهیه نقشه میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش در ایران، به ارزیابی روش‌های زمین آماری پرداخته شد تا مناسب‌ترین مدل جهت پیش‌بینی مقادیر این پارامتر شناسایی شود. برای سنجش بهترین روش میانیابی، به برازش مدل‌های کروی، نمایی، گوسین، دایره‌ای، درجه دو منطقی، کروی چهار وجهی و کروی پنج وجهی بر روی داده‌های پرتو فرابنفش به وسیله دو تکنیک کریجینگ ساده و کریجینگ معمولی اقدام شد. سپس دقت و کارآیی هر یک از مدل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت تا مدل کارآمدتر برای پیش‌بینی توزیع مکانی میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش به دست آید. پس از ارزیابی ریشه دوم مربع خطاها (RMS) و مقدار استاندارد شده آن (RMSS) و ضریب همبستگی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده (R^2)، با توجه به اینکه هرچه مقدار RMS و RMSS کمتر و میزان R^2 بیشتر باشد، مدل برازش شده از اعتبار بالاتری برخوردار است، همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مدل کروی چهار

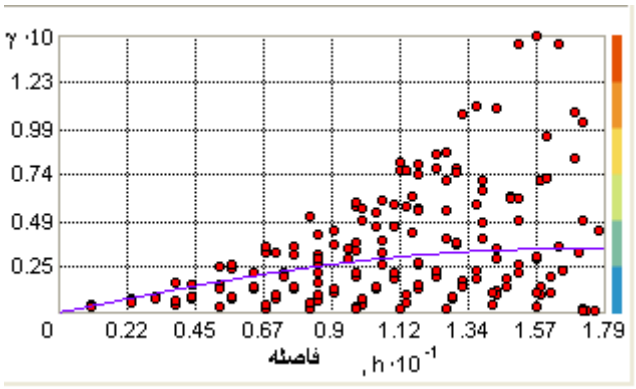
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

وجهی با تکنیک کریجینگ معمولی، مناسبترین مدل جهت برازش میانگین سالانه فراسنج پرتو فرابنفش در ایران شناسایی گردید. نقشه میانگین سالانه شاخص فرابنفش حاکی از آن است که به جز سواحل جنوبی دریای خزر در استان‌های گیلان، مازندران، گلستان و همچنین منتهی-الیه شمال غربی کشور که تقریبا از شاخص فرابنفش متوسط (۳ تا ۵) در مقیاس سالانه برخوردار است، تمام نیمه شمالی کشور شاخص سالانه زیاد را تجربه می‌کند. نیمه جنوبی کشور از شاخص خیلی زیاد (۸ تا ۱۰)برخوردار است که در استان‌های جنوبی و به خصوص استان سیستان و بلوچستان به بالاترین حد خود رسیده که حکایت از آسیب پذیری بالای ساکنان این نواحی در برابر این اشعه مضر دارد.

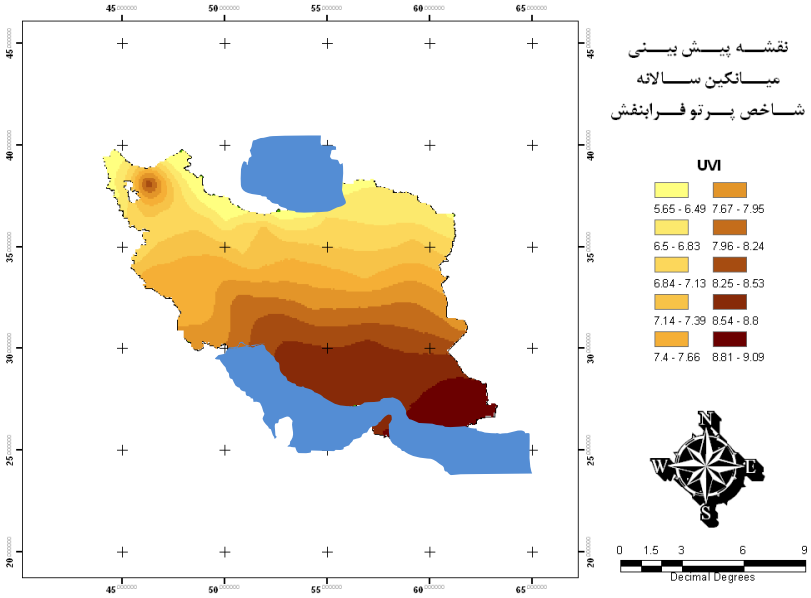
جدول (۲) نتایج اعتبارسنجی روش‌های مختلف و مدل‌های برازش یافته بر آنها

روش	مدل برازش یافته	خطاهای اعتبارسنجی متقابل				
		Mean	RMS	ASE	RMSS	R^2
کریجینگ معمولی	دایره‌ای	0.002	0.36	0.37	99.0	0.924
	کروی	0.002	0.361	0.373	1.01	0.927
	کروی چهار وجهی	0.003	0.362	0.382	0.993	0.927
	کروی پنج وجهی	0.003	0.363	0.390	0.973	0.917
	نمایی	0.008	0.371	0.473	0.802	0.918
	گوسین	0.002	0.362	0.415	0.965	0.881
	درجه دو منطقی	0.013	0.374	0.396	1.02	0.917
کریجینگ ساده	دایره‌ای	0.013	0.393	0.604	0.694	0.877
	کروی	0.011	0.394	0.587	0.712	0.868
	کروی چهار وجهی	0.011	0.395	0.575	0.725	0.872
	کروی پنج وجهی	0.011	0.396	0.566	0.734	0.875
	نمایی	0.006	0.409	0.635	0.632	0.848
	گوسین	0.004	0.405	0.590	0.748	0.851
	درجه دو منطقی	-0.001	0.404	0.455	0.978	0.909
Number of lags: 12		neighbors to include: 5				

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

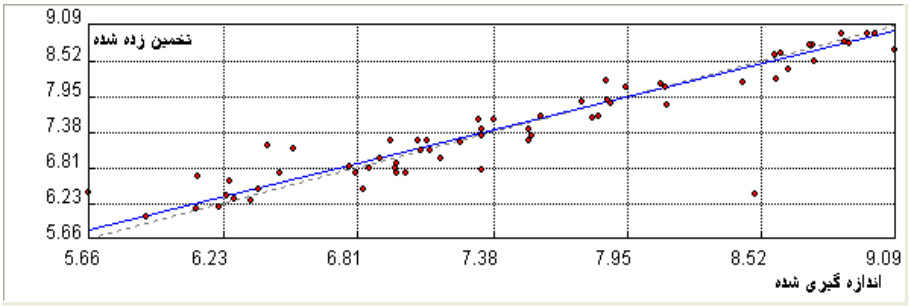


شکل (۷) نیم‌تغییرنمای میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش ایران با استفاده از روش کریجینگ معمولی با مدل برازش یافته کروی چهار وجهی



شکل (۸) نقشه برآورد میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش ایران با استفاده از روش کریجینگ معمولی با مدل برازش یافته کروی چهار وجهی در دوره آماری ۲۰۰۸-۱۹۷۶

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]



شکل (۹) رابطه بین مقادیر اندازی‌گیری شده و مقادیر تخمین زده شده پرتوفرابنفش با استفاده از روش کریجینگ معمولی با مدل برازش یافته کروی چهار وجهی

نتیجه‌گیری

با تحلیل و مقایسه نقشه‌های ماهانه و فصلی شاخص پرتو فرابنفش در گستره ایران، این نتیجه حاصل شد 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 استان-های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان و فارس سایر نقاط ایران از شاخص پرتو فرابنفش پایینی برخوردار بوده که تهدیدی برای انسان و گیاهان محسوب نمی‌شود. در فصل بهار نیمه شمالی کشور را شاخص پرتو فرابنفش زیاد و نیمه جنوبی کشور را شاخص خیلی زیاد فراگرفته است. میزان پرتو فرابنفش در استان‌های جنوبی بیشتر از سایر نواحی بوده که حاکی از خطر بالای آسیب در برابر این پرتو زیان‌بار می‌باشد. در فصل تابستان میزان پرتو فرابنفش همانند فصل بهار بوده با این تفاوت که از شهریور به تدریج از شدت پرتو کاسته می‌شود. در فصل پاییز به غیر از جنوب شرق کشور که از شاخص زیاد برخوردار است، سایر نقاط کشور شاخص کم تا متوسط را تجربه می‌کنند. نتایج کار بادارینات و همکاران (۲۰۰۸)، مکنزی و همکاران (۲۰۰۷) و بهروز و همکاران (۱۳۸۸) نیز حاکی از شدت بیشتر شاخص پرتو فرابنفش در عرض‌های پایین‌تر و همچنین دوره گرم سال می‌باشد. برای تهیه نقشه میانگین سالانه شاخص پرتو فرابنفش، به ارزیابی روش‌های زمین آماری اقدام شد تا مدل بهینه جهت پیش‌بینی مقادیر این پرتو شناسایی گردد. بدین منظور به برازش ۷ مدل بر روی داده‌های پرتو فرابنفش به وسیله دو تکنیک کریجینگ ساده و کریجینگ معمولی پرداخته شد که پس از ارزیابی دقت و کارآیی هر یک از مدل‌ها مشخص گردید که مدل کروی چهار وجهی با تکنیک کریجینگ معمولی، مناسبترین مدل جهت برازش میانگین سالانه فراسنج پرتو فرابنفش در ایران می‌باشد. مسعودیان (۱۳۸۲) و عساکره (۱۳۸۵) نیز مدل کریجینگ را بهترین مدل جهت تحلیل توزیع مکانی پارامترهای دما و بارش ذکر کرده‌اند. نتایج نشان داد که در مقیاس سالانه، ۴ درصد از

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مساحت کشور از شاخص پرتو فرابنفش متوسط برخوردار است که استان‌های حاشیه دریای خزر را در برمی‌گیرد. ۵۴ درصد از سطح کشور که نیمه شمالی را شامل می‌شود شاخص زیاد پرتو فرابنفش دریافت می‌کند. ۴۲ درصد از مساحت کشور که عموما استان‌های جنوبی کشور را در برمی‌گیرد، از میزان شاخص خیلی زیاد برخوردار است. در نهایت می‌توان گفت در دوره گرم سال (فصل بهار و تابستان)، ارتفاعات بالاتر و همچنین عرض‌های پایین‌تر میزان پرتو فرابنفش بیشتر بوده و از این رو خطر آسیب چشم و پوست بالاتر می‌رود. لذا پیشنهاد می‌شود که در مواقعی که شاخص پرتو فرابنفش در حالت بحرانی و خیلی زیاد قرار دارد حتی الامکان از تردد در معابر باز خودداری شده و در صورت الزام به این کار از لباس‌های پوشیده و کلاه لبه دار استفاده شود. همچنین استفاده از عینک‌های آفتابی استاندارد و کرم‌های ضد آفتاب که محافظ خوبی در برابر پرتو زیان‌بار فرابنفش هستند ضروری می‌باشد.

منابع و ماخذ

۱. انتشاری، شکوفه، منوچهری کلانتری، خسرو، ، قربانلی، مه‌لقا و مسعود ترک زاده (۱۳۸۴) **تاثیر باندهای مختلف اشعه ماوراء بنفش بر رنگیزه‌های موجود در برگ سویا**، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۱۸، شماره ۱، صص ۸۵-۷۷.

۲. بهروز، محمدعلی، سیف، فاطمه، فتاحی اصل، جعفر و لیلا بهروز (۱۳۸۸) **اندازه‌گیری میزان شدت پرتوهای فرابنفش کیهانی در شهر اهواز در ماه‌های مختلف سال**، مجله علمی پزشکی، دوره ۹، شماره ۱، صص ۵۱-۴۵

۳. ثقفیان، بهرام، رزمخواه، هما و باقر قرمز چشمه (۱۳۹۰) **بررسی تغییرات منطقه‌ای بارش سالانه با کاربرد روش‌های زمین‌آمار (مطالعه موردی: استان فارس)**، مجله مهندسی منابع آب، سال چهارم، تابستان، صص ۳۹-۲۹

۴. حسنی پاک، علی اصغر (۱۳۸۰) **زمین آمار (ژئواستاتیستیک)** ، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، تهران، ایران.

۵. سلطانی، سعید و رضا مدرس (۱۳۸۵) **تحلیل فراوانی و شدت خشکسالی هواشناسی استان اصفهان**، مجله منابع طبیعی ایران، ص ۱۵.

۶. عساکره، حسین (۱۳۸۷) **کاربرد روش کریجینگ در درونیابی بارش، مطالعه موردی: درونیابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین**، جغرافیاو توسعه، (۱۲): ۴۲-۲۵.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

۷. فرشچیان، محمود، سلطانیه، الهه، موسوی، لیلا، محجوب، حسین، زمانیان، عباس و هاله ناظریان (۱۳۹۱) **تاثیر Narrow Band-UVB بر روی فلور نرمال ضایعات پوستی پسوریاتیک و پوست سالم در بیماران مبتلا به پسوریازیس**. فصلنامه پوست و زیبایی، شماره ۱۰، ص ۸۳

۸. قهرودی‌تالی، منیژه (۱۳۸۱) **ارزیابی درونیابی به روش کریجینگ**، پژوهش‌های جغرافیایی، (۴۳): ۱۰۸-۹۵.

۹. محجوب، منیژه، عظیمی خراسانی، عباس، هرویان، جواد، مومنی مقدم، حامد و فاطمه محجوب (۱۳۹۱) **اثر رنگ های مختلف عینک‌های آفتابی بر عملکرد بینایی**. ماهنامه تحقیقات علوم پزشکی، شماره۵۴: ۲۲-۱۰

۱۰.مدنی، حسن (۱۳۸۰) **مبانی زمین آمار**، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران.

۱۱.مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۸۲) **تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران**، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد پانزدهم، شماره ۱ و ۲.

۱۲.مظفری، غلامعلی، میرموسوی، سیدحسین و یونس خسروی (۱۳۹۱) **ارزیابی روش‌های زمین‌آمار و رگرسیون خطی در تعیین توزیع مکانی بارش مورد: استان بوشهر**، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۷، صص ۶-۶۳.

۱۳.مهدیزاده، مهیار و محمد حسین مهدیان (۱۳۸۱) **ارزیابی چند روش زمین آماری برای برآورد دما و بارندگی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه**، آبیاری و آبادانی، ص ۱۶۰.

۱۴.نصیبی، فاطمه و خسرو منوچهری کلانتری (۱۳۸۵) **کاربرد باندهای مختلف اشعه ماوراء بنفش در بالا بردن میزان برخی از ترکیب‌های ثانویه در دو گونه بنگ دانه (Hyoscyamus)**. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد۲۲، شماره۲: ۱۴۵-۱۴۰.

۱۵.نصیبی، فاطمه، منوچهری کلانتری، خسرو و منیژه رشیدی راوری (۱۳۸۲) **بررسی تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک ایجاد شده در برخی پارامترهای رشد در اثر تابش باندهای UV-B, UV-A و UV-C اشعه ماوراء بنفش در گیاهک کلزا** . مجله پژوهش و سازندگی، شماره۶۰.

Badarinath, K. V. S., Kharol, S. K., Prasad, V. K., Sharma, A. R., Reddi, E. U. B., Kambezidis, H. D., & Kaskaoutis, D. G. (2008) ***Influence of natural and anthropogenic activities on UV Index variations–a study over tropical urban region using ground based***

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

observations and satellite data. Journal of Atmospheric Chemistry, 59(3), 219-236.

Badarinath, K.V.S., Kharol, S.K., Kaskaoutis, D.G., Kambezidis, H.D. (2007) ***Influence of atmospheric aerosols on solar spectral irradiance in an urban area***. J. Atmos. Sol. Te r. Phys. 69, 589 –599.

Blum, A., & Volkenandt, M. (2002) ***[Skin cancer***]. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946), 127(33), 1679-1681.

Cadet, J., Berger, M., Douki, T., Morin, B., Raoul, S., Ravanat, J. L., & Spinelli, S. (1997) ***Effects of UV and visible radiation on DNA-final base damage***.Biological chemistry, 378(11), 1275-1286.

Caldwell, M. M., Camp, L. B., Warner, C. W., & Flint, S. D. (1986) ***Action spectra and their key role in assessing biological consequences of solar UV-B radiation change. In Stratospheric ozone reduction, solar ultraviolet radiation and plant life*** (pp. 87-111). Springer Berlin Heidelberg.

Goovaerts, P (2000) ***Geostatistical Approach for Incorporating Elevation into Spatial Interpolation Rainfall***. Journal of Hydrology, Amsterdam. 228(1-2).

Kielbassa, C., Roza, L., & Epe, B. (1997) ***Wavelength dependence of oxidative DNA damage induced by UV and visible light.*** Carcinogenesis, 18(4), 811-816.

Lesser, M. P., Barry, T. M., Lamare, M. D., & Barker, M. F. (2006) ***Biological weighting functions for DNA damage in sea urchin embryos exposed to ultraviolet radiation***. Journal of experimental marine biology and ecology, 328(1), 10-21.

Lesser, M. P., Kruse, V. A., & Barry, T. M. (2003) ***Exposure to ultraviolet radiation causes apoptosis in developing sea urchin embryos***. Journal of experimental biology, 206(22), 4097-4103.

Lesser, M. P., Lamare, M. D., & Barker, M. F. (2004) ***Transmission of ultraviolet radiation through the Antarctic annual sea ice and its biological effects on sea urchin embryos***. Limnology and

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

oceanography, 49(6), 1957-1963.

McKenzie, R. L., Aucamp, P. J., Bais, A. F., Björn, L. O., & Ilyas, M. (2007) ***Changes in biologically-active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface***. Photochemical & Photobiological Sciences, 6(3), 218-231.

McKenzie, R.L., Paulin, K.J., Dobeker, G.E., Liley, J.B., Sturman, A.P. (1998) ***Cloud cover measured by satellite and from the ground: relationship to UV radiation at the surface***. Int J Remote Sens. 19, 2969–2985

McKinlay, A.F., Diffey, B.L. (1987) ***a reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin***. CIE J. 6,17–22

Tsakiris G, Vangelis H. (2004) ***Towards a drought watch system based on spatial SPI***. Water Resource. Manag. 18 (1), pp.1–12.

WHO, ***Global disease burden from solar ultraviolet radiation*** .World Health Organization Report 2006; ISBN 92-4-159440-3:15-43.

WHO: ***Global Solar UV Index: A Practical Guide***. World Health Organization, Geneva (2002).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]