

بررسی اقلیمی پارامتر تابش با استفاده از مدل GLDAS در ایران

سهیلا جوانمرد¹، لیلی خزانهداری²، مائده فتحی³

¹ عضو هیات علمی و دانشیار گروه پژوهشی تعدیل وضع هوا و انرژی‌های تجدیدپذیر، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران
sohailajavanmard2018@gmail.com

² کارشناس ارشد هواشناسی، کارشناس پژوهشی گروه اقلیم‌شناسی بلایای جوی-اقلیمی، پژوهشگاه اقلیم‌شناسی، مشهد
l.khazanedari@gmail.com

³ دکتری هواشناسی، مرکز پیش‌بینی سازمان هواشناسی کشور، تهران
maede.fathi@yahoo.com

چکیده

طی سال‌های اخیر تغییر اقلیم منجر به تغییرات مهمی در سامانه‌های طبیعی و انسانی، منابع تولید و فعالیت‌های اقتصادی شده است. یکی از راه‌های جلوگیری از بحران‌های ناشی از تغییر اقلیم، بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر است که در این میان انرژی خورشیدی و انرژی سطح زمین سهم بسیاری دارند. لذا در این تحقیق با استفاده از داده‌های مدل GLDAS با تفکیک افقی 0/25 درجه، میانگین تابش طول موج‌های کوتاه و بلند ورودی، کوتاه و بلند خالص در مقیاس ماهانه و سالانه برای دوره 1981-2010 میلادی بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهند که میانگین تابش طول موج کوتاه ورودی از سواحل دریای عمان به شمال کاهش، میانگین تابش طول موج بلند ورودی از سواحل شمالی و جنوبی به سمت فلات داخلی کاهش و میانگین تابش طول موج کوتاه خالص از جنوب به شمال نیز کاهش می‌یابد و در حوضه‌های مند، بختگان، حله، زهره، سیاه‌کوه، گاوخونی و نواحی جنوبی کویر مرکزی مقدار آن بیشینه است. همچنین میانگین تابش طول موج بلند خالص در شمال و شمال‌غرب افزایش و در جنوب‌شرق، در حوضه‌های مشکیل، جازموریان، بلوچستان و بندرعباس کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: مدل GLDAS، تابش خورشیدی، میانگین تابش طول موج کوتاه ورودی، میانگین تابش طول موج بلند ورودی، میانگین تابش طول موج کوتاه خالص، میانگین تابش طول موج بلند خالص.

Study of radiation parameter using GLDAS model over Iran

S. Javanmard¹, L. Khazanedari², M. Fathi³

¹Associated Professor, Atmospheric Science and Meteorological Research Institute, Tehran, Iran

²Master of Meteorology, Climatological Institute Mashhad, Iran

³P.H.D. of Meteorology, Forecasting Center, Meteorological Organization, Tehran, Iran

Abstract

Recently, climate change has led to significant changes in natural and human systems, production resources and economic activities. One of the best solution to prevent climate change crises is to use renewable energies, including solar and surface energy. Hence, in this study, it has annually and monthly analyzed mean incoming short and long-wavelength, net short and long-wavelength radiation for the period 1981–2010 using GLDAS model output data with 0.25 degree horizontal resolution. The results show that the mean short wavelength radiation is decreased from the Oman Sea coast toward the north. Moreover, the mean long wavelength radiation from the north and south coasts to the internal plateau is declined. Besides that, the mean net short wavelength radiation has reduced from south to north. Whereas it has maximum amount in the Mand, Bakhtegan, Helleh, Zohre, Siahkoh, Gavkhuni and southern areas of the Kavir-Markazi watersheds. The average net long wavelength radiation is increased in north and northwest and decreased in south east, in Meshkil, Jazmourian, Baluchistan and Bandar-Abbas watersheds too.

Keywords: GLDAS Model, Solar Radiation, Mean Short-wavelength Radiation, Mean Long-wavelength Radiation, Net Short-Wavelength Radiation, Net Long-Wavelength Radiation.

1- مقدمه

دمای جهان در قرن گذشته حدود 0/74 درجه سلسیوس افزایش یافته است (IPCC، 2007). تغییر اقلیم منجر به تغییرات مهمی در سامانه‌های طبیعی و انسانی شده است. مقدار کل انرژی خورشید که به سطح زمین می‌رسد، ضمن عبور از جو دستخوش تغییرات اندکی می‌شود و براساس عواملی نظیر زاویه تابش، مدت تابش، جرم جو، غلظت ترکیبات جو و نیز پوشش سطح زمین، با تغییراتی همراه است. بطور کلی تابش خورشید پس از عبور از جو تضعیف شده و بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد (تابش مستقیم خورشید)، بخشی از این انرژی تضعیف شده توسط اجزای جو پراکنده می‌شود، بخشی از آن به زمین برمی‌گردد (تابش آسمان) و بخش دیگر مجدداً در جو پراکنده می‌شود. تابش خالص از توازن تابشی بین تابش خالص موج کوتاه و تابش خالص موج بلند در سطح زمین بدست می‌آید (آریا، 2009). تابش زمینی توسط اجزای جو که در ترازهای مختلف دارای دما و فشار متفاوتی هستند، جذب می‌شود. این اجزاء طبق قانون استفان-بولتزمن، متناسب با توان چهارم دمایشان تابش می‌کنند. بخش زمین‌سوی این تابش طول موج بلند ورودی (پایین‌سوی جو) نامیده می‌شود. تابش طول موج کوتاه خالص از تفاوت تابش طول موج کوتاه ورودی و تابش طول موج کوتاه خروجی از سطح زمین بدست می‌آید که در واقع طول موج کوتاه جذب شده توسط سطح زمین در واحد سطح است. تابش طول موج بلند خالص از تفاوت تابش طول موج بلند خروجی از سطح زمین و تابش طول موج بلند رسیده به سطح زمین بدست می‌آید. در این تحقیق با استفاده از داده‌های مدل GLDAS¹ میانگین تابش طول موج کوتاه و بلند ورودی، میانگین تابش طول موج کوتاه و بلند خالص طی دوره آماری 30 ساله (1981-2010) در مقیاس ماهانه و سالانه محاسبه و پراکنش آنها در سطح کشور مشخص گردید.

2- داده‌ها و روش کار

مدل GLDAS را می‌توان نسخه پیشرفته‌تر NCEP دانست. برای برآورد تابش در مدل NCEP از روش داده‌گذاری جهانی (GDAS)² استفاده می‌شود که روش عملیاتی داده‌گذاری اتمسفری NCEP است (دربر و همکاران، 1991). از طرف دیگر، محصول GLDAS با بکارگیری سیستم‌های پیشرفته مشاهداتی و سیستم‌های داده‌گذاری اتمسفری پارامترهای خود را برآورد می‌کند (رودل و همکاران، 2004). مزیت انرژی‌های برآورد شده توسط این مدل در استفاده آن از پوشش ابر بدست آمده توسط داده‌های ماهواره‌ای محصول 3 ساعته مربوط به مدل‌سازی هواشناسی کشاورزی (AGRMET)³ آژانس آب و هوایی نیروی هوایی (AFWA)⁴ است. در مقابل آن سیستم‌های داده‌گذاری اتمسفری مانند GDAS در محاسبات تابش تنها از پوشش‌های ابری برپایه مدل استفاده می‌کنند. از اینرو داده‌های GLDAS نسبت به سایر مدل‌ها از دقت بالاتری برخوردار هستند (نوری و همکاران، 1398).

برای بررسی مقادیر پارامتر تابش مستقیم و پراکنده در آسمان صاف ابتدا وضعیت تابش کل رسیده به سطوح افقی (E_{TH}) محاسبه شد (شکل). با توجه به این شکل تابش کل رسیده به سطوح افقی از رابطه (1) محاسبه می‌شود.

$$E_{TH} = E_{DH} + E_{dH} \quad (1)$$

که در آن E_{DH} تابش مستقیم خورشید⁵ و E_{dH} تابش پراکنده خورشید⁶ است. می‌توان رابطه (1) را بصورت زیر (رابطه (2)) نوشت.

$$E_{TH} = k_a \times (k_D \times I_{DH} + k_d \times I_{dH}) \quad (2)$$

که در آن k_a ضریب تصحیح ارتفاع از سطح دریا، k_D ضریب تابش مستقیم، k_d ضریب تابش پراکنده، I_{DH} تابش پایه مستقیم بر صفحه افقی و I_{dH} تابش پایه پراکنده بر صفحه افقی است. ضریب k_a نیز از رابطه (3) محاسبه می‌شود.

1. Global Land Data Assimilation System
2. Global Data Assimilation System
3. Agricultural Meteorology Modeling System
4. Air Force Weather Agency
5. Solar Direct Irradiance
6. Solar Diffuse Irradiance

$$k_a = 1.02 + 10^{-5} \times H \times \left(2 + \frac{5}{\sin \alpha}\right) \quad (3)$$

که در آن H ارتفاع منطقه از سطح دریا (متر) است و α زاویه ارتفاع خورشید است. ضرایب k_D و k_a به ترتیب برای اقلیم مرطوب 0/5 و 1/1 و برای اقلیم خشک 1/1 و 0/9 می‌باشد.

سپس تابش کل رسیده به سطوح عمودی (E_{TV}) محاسبه گردید (شکل با توجه به این شکل تابش کل رسیده به سطوح عمودی از رابطه (4) محاسبه می‌شود).

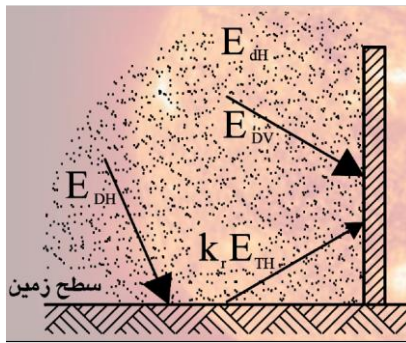
$$E_{TV} = E_{DV} + 0.5E_{dH} + 0.5k_r E_{TH} \quad (4)$$

که در آن E_0 تابش خورشید در خارج از جو زمین^۱، E_{DH} تابش افقی مستقیم خورشید^۲، E_{dH} تابش پراکنده خورشید^۳، E_{TH} تابش کل در سطح افقی زمین^۴ و E_{DV} تابش عمودی مستقیم خورشید^۵ است. می‌توان رابطه (4) را بصورت زیر (رابطه (5)) نوشت.

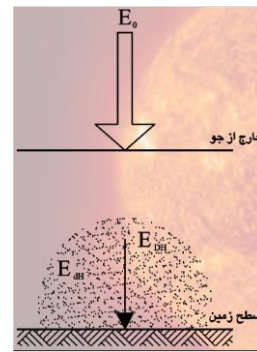
$$E_{TV} = k_a \times (k_D \times I_{DV} + 0.5 \times k_a \times I_{dH} + 0.5 \times k_r \times I_{TH}) \quad (5)$$

که در آن I_{DV} تابش پایه مستقیم بر صفحه قائم، I_{dH} تابش پایه پراکنده بر صفحه افقی و I_{TH} تابش پایه روی صفحه افقی است. با جایگذاری مورد اخیر، رابطه (5) بصورت زیر (رابطه (6)) اصلاح می‌شود.

$$E_{TV} = k_a \times [k_D \times I_{DV} + 0.5 \times k_a \times I_{dH} + 0.5 \times k_r \times (k_D \times I_{DH} + k_a \times I_{dH})] \quad (6)$$



شکل 2. تابش کل رسیده به سطوح عمودی



شکل 1. تابش کل رسیده به سطوح افقی

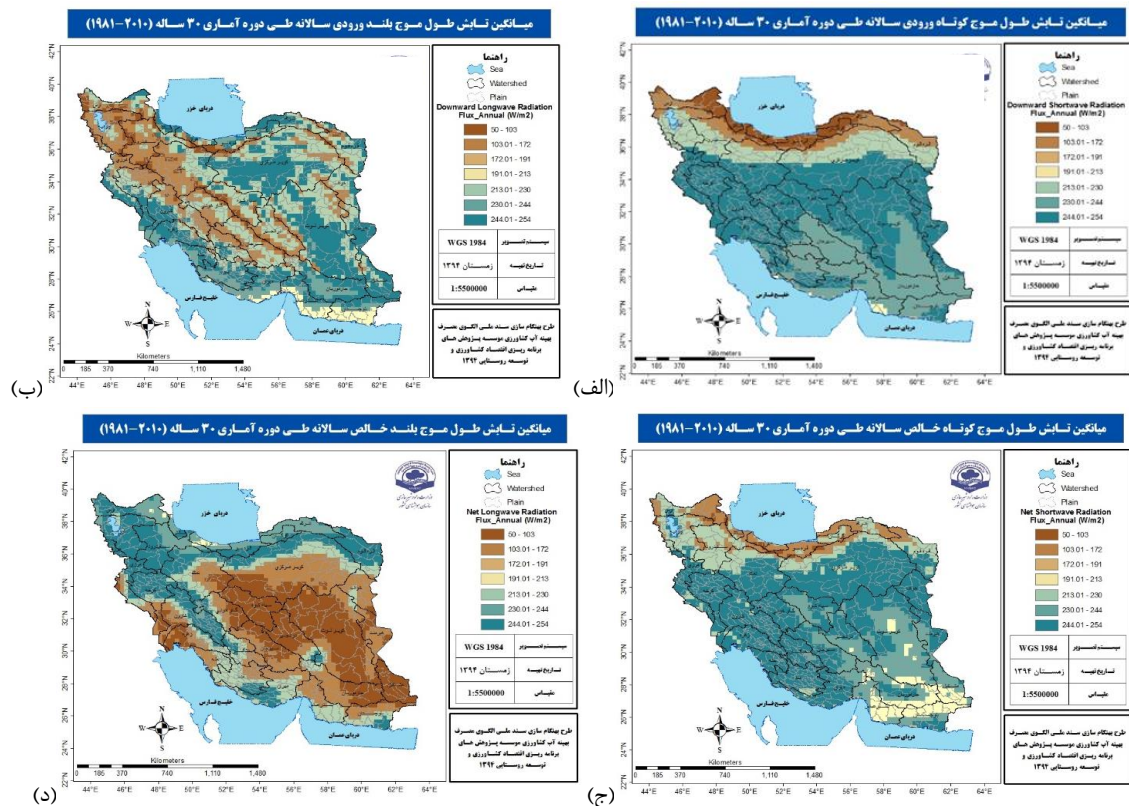
با توجه به اینکه برای محاسبه تابش مستقیم و تابش پراکنده، داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی موجود نیست، لذا در این تحقیق با استفاده از داده‌های مدل GLDAS با تفکیک افقی 0/25 درجه، طی دوره آماری 30 ساله (2010-1981)، میانگین تابش طول موج کوتاه و بلند ورودی، میانگین تابش طول موج کوتاه و بلند خالص در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه محاسبه و ارزیابی شده است. اما به علت محدودیت چکیده مبسوط فقط نتایج میانگین سالانه آورده شده است.

3- نتیجه‌گیری

بررسی سالانه میانگین تابش طول موج کوتاه ورودی طی دوره 30 ساله (2010-1981) نشان داد که تابش طول موج کوتاه ورودی از سواحل دریای عمان به سمت شمال کاهش یافته است. سپیدایی محلی نیز در سواحل دریای عمان بیش از 30 درصد است (شکل 3-الف). همچنین میانگین تابش طول موج بلند ورودی سالانه در این دوره معرف کاهش مقدار این تابش از نواحی ساحلی شمال و جنوب به سوی فلات داخلی است (شکل 3-ب). بطور کلی مقدار این کمیت به دلیل ضخامت اندک جو بر روی ارتفاعات کاهش یافته و در مناطق کم‌ارتفاع و پست به سبب ضخامت بیشتر جو و افزایش بخار آب و آئروسول‌ها با افزایش همراه است. مقدار تابش ورودی در نواحی زاگرس و آذربایجان دارای کمترین مقدار است. در سواحل دریای خزر نیز به سبب ارتفاع کمتر، ابرناکی بیشتر و افزایش بخار آب جو بر مقدار تابش افزوده شده است. شکل

1. Solar Irradiance above the Atmosphere
2. Solar Direct Irradiance
3. Solar Diffuse Irradiance
4. Solar Total Irradiance
5. Solar Direct Irradiance

3. (میانگین تابش طول موج کوتاه خالص سالانه را در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که مقدار تابش خالص از جنوب به سمت شمال کاهش یافته، اما در سواحل جنوبی به سبب افزایش تابش‌های ورودی، مقدار تابش خالص نیز بیشینه است و در حوضه‌های مند، بختگان، حله، زهره، سیاه‌کوه، گاوخونی و نواحی جنوبی کویر مرکزی نیز مقدار این تابش خالص بیشینه است. در حوضه کویر لوت به دلیل افزایش سپیدایی از مقدار این تابش کاسته شده و هرچه به سمت شمال پیش می‌رویم، مقدار آن کاهش می‌یابد، بطوری‌که کمترین مقدار آن در نواحی شمال و شمال‌غرب ایران است. میانگین تابش طول موج بلند خالص طی این دوره (شکل 3-د) حاکی از بیشینه این مقدار در نواحی شمال و شمال‌غرب و کمترین آن در جنوب‌شرق ایران، در حوضه‌های مشکیل، جازموریان، بلوچستان و بندرعباس است.



شکل 3. (الف) میانگین تابش طول موج کوتاه ورودی، (ب) میانگین تابش طول موج بلند ورودی، (ج) میانگین تابش طول موج کوتاه خالص، (د) میانگین تابش طول موج بلند خالص طی دوره آماری 30 ساله (1981-2010) - (پژوهشکده هواشناسی، 1396)

منابع

- پژوهشکده هواشناسی، 1396. گزارش نهایی طرح «طراحی و توسعه مدل پایگاه تامین اطلاعات هواشناسی مورد نیاز سند ملی الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی کشور»: زیربخش فصل سوم، تحلیل داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز سند ملی الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی کشور.
- نوری، ج.، مختاری، ع.، وظیفه‌دوست، م.، 1398. ارزیابی پارامتر تابش خورشیدی ورودی به زمین حاصل از مدل‌های تجربی و ماهواره‌ای: مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره 50، شماره 2، خرداد و تیر 1398.
- Aria, A. K. and Malik, H. K., 2009. Numerical studies on wake field excited by Gaussian-like microwave pulse in a plasma filled waveguide. Optics Communications, Volume 282, Issue 3, 1 February 2009, Pages 423-426.
- Derber, J. C. and Parrish, D., 1991. The National Meteorological Center's Spectral Statistical-Interpolation Analysis System. American Meteorological Society, 1747-1763.
- IPCC AR4 SYR, 2007. Core writing Team, Pachauri, R K; and Reisinger, A, ed., Climate change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, ISBN 92-9169-122-4.
- Rodell, M., Houser, P. and Mitchell, K., 2004. The Global Land Data Assimilation System. American Meteorological Society, 381-394.