

مطالعه موردی آتش‌سوزی جنگل‌ها در زاگرس با استفاده از شاخص‌های خطر فوسبرگ و آنگستروم و شبیه‌سازی ویژگی‌های گردش میان مقیاس با مدل **WRF**

فرهناز تقی‌وی^۱، سید حمزه خشجان^۲

^۱دانشیار گروه فیزیک فضا، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

^۲دانش آموخته هواشناسی، گروه فیزیک فضا، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

چکیده

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع یکی از خطرات مهم طبیعی است که بر امنیت عمومی، محیط‌زیست، مدیریت و بهره‌وری جنگل‌ها در بسیاری از کشورهای جهان تاثیر می‌گذارد. شرایط جوی به تنها و یا در ترکیب با پوشش گیاهی و کوهسازی، مهم‌ترین اجزای تعیین‌کننده آتش‌سوزی و گسترش آن هستند. بر همین اساس در این پژوهش با بررسی شاخص‌های خطرآتش‌سوزی وضعیت جوی فوسبرگ (FFWI) و آنگستروم (A) با استفاده از داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی ویژگی‌های گردش میان مقیاس با مدل WRF تاثیر متغیرهای هواشناسی و پدیده فون بر آتش‌سوزی جنگل‌ها در زاگرس جنوبی بررسی شد. نتایج نشان داد که سری زمانی شاخص‌های خطرآتش‌سوزی وضعیت جوی فوسبرگ (FFWI) و آنگستروم (A) نشانگر خطر بالای آتش‌سوزی در سمت بادسو نسبت به سمت بادپنهان منطقه مورده مطالعه است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شرایط گرم و خشک فصلی منطقه که از اواخر اردیبهشت ماه آغاز می‌شود سبب خشک شدن مراتع و مزارع در منطقه شده است و شرایط را برای آتش سوزی فراهم نموده است. کلید واژه: آتش‌سوزی جنگل‌ها، شاخص خطر آتش‌سوزی، متغیرهای هواشناسی، بادفون، رشته‌کوه زاگرس.

Case study of forest fires in Zagros using Fosberg and Angstrom hazard indicators and simulation of mid-scale circulation characteristics with WRF model

Farahnaz Taghavi¹, Seyed Hamzeh Khashjan²

¹ Associate Professor, Institute of Geophysics, University of Tehran

² MSc. Student, Institute of Geophysics, University of Tehran

Abstract

In this study, the effect of meteorological variables and occurrence Foehn phenomena on forest fires are investigated using a combination of time series observations analysis and simulation data in Zagros Mountains. The high-resolution WRF numerical model with two nested domains 5, 15 km spatial resolution used to clarify the effect of meteorological variables on forest fires. The results indicate, the value of Angstrom Index or the risk of fire in the windward side stations is more than leeward side stations and the value of Fosberg's Fire Weather Index is variable depends on the wind velocity. Also, results showed that the seasonal and dry conditions of the region starting from late May month cause drying of fields and pastures in the area and provided the conditions for fire. The conditions prevailing in the region indicate the absence of the Foehn phenomena in the region.

Keyword: Forest Fire, Fire Weather Index, Weather Variables, Foehn Wind, Zagros Mountain Range

مقدمه

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع یکی از خطرات مهم طبیعی است که بر امنیت عمومی، محیط‌زیست، مدیریت و بهره‌وری جنگل‌ها در بسیاری از کشورهای جهان تاثیر می‌گذارد (شانک و همکاران، ۲۰۱۳). گسترش این آتش‌سوزی‌ها که ممکن است ناشی از عوامل انسانی یا غیرانسانی باشد به عواملی هم چون وسعت و نوع پوشش گیاهی، کوهسازی و شرایط جوی وابسته است (گورسکی و فارنورث، ۲۰۰۰). تعامل تابش خورشید با ناهمواری در تعیین توزیع مکانی دما، رطوبت نسبی و نوع پوشش گیاهی بسیار مهم است (شارپلیس، ۲۰۰۹). در زیر نور آفتاب خورشید در عرض‌های میانی نیمکره‌ی شمالی،

دامنه‌های رو به جنوب به طور متوسط سه درجه سلسیوس گرم‌تر از دامنه‌های رو به شمال است. دامنه‌های رو به جنوب نیز رطوبت نسبی و رطوبت خاک پایین و پوشش گیاهی کمتری دارد. تفاوت دمای هر بخش از سطح زمین در مناطق کوهستانی در طول شباهنگی باعث ایجاد چرخه‌ای از هوای صعودی و نزولی می‌شود. این بادها، بادهای فراشیب و فروشیب معروف است (وایتمن، ۲۰۰۰). متغیرهای هواشناسی به تنها یک و یا همراه با پوشش گیاهی و ویژگی‌های ناهمواری سطح زمین برای تعریف شاخص‌های خطر آتش‌سوزی استفاده می‌شود (شارپلز، ۲۰۰۹). شاخص‌های خطر آتش‌سوزی جنگل‌های زیادی وجود دارد که می‌توان از شاخص آنگستروم (A, Angstrom Index)، شاخص خطر آب و هوایی (FWI, Fire Weather Index)، کد رطوبت بوته‌های خشک جنگل (DMC, Duff Moisture Code)، کد رطوبتی پوشش گیاهی مناسب آتش‌سوزی (FFMC, Fine Fuel Moisture Code) نام برد (شانک و همکاران، ۲۰۱۳). هدف از انجام این پژوهش مطالعه موردی آتش‌سوزی جنگل‌های زاگرس با استفاده از شاخص‌های خطر آتش‌سوزی فوسبرگ و شاخص آنگستروم است و استفاده از برونداد مدل عددی پیش‌بینی وضعیت جوی WRF برای آگاهی از اثر متغیرهای هواشناسی احتمالی بر وقوع و گسترش آتش‌سوزی جنگل‌های زاگرس در استان کهگیلویه و بویراحمد است.

روش تحقیق

شاخص آنگستروم و شاخص خطر آتش‌سوزی وضعیت جوی فوسبرگ به عنوان شاخص‌های خطر آتش‌سوزی لحظه‌ای استفاده می‌شوند. کندر و همکاران (۱۹۸۳)، با استفاده از معادله‌ی (۱) از شاخص آنگستروم به عنوان یک مقیاس برای پتانسیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراعط استفاده کردند. در معادله‌ی (۱)، RH رطوبت نسبی و T دمای هوا به درجه‌ی سلسیوس است.

$$A = \frac{RH}{20} + \frac{27 - T}{10} \quad (1)$$

شاخص آنگستروم با پتانسیل آتش‌سوزی رابطه‌ی عکس دارد، اسکورنینا و همکاران (۲۰۰۳)، در مطالعه‌ای خطر آتش‌سوزی جنگل‌ها را با شاخص آنگستروم بدین صورت بیان نمود: اگر $A > 4$ احتمال وقوع آتش‌سوزی بعید است و $2 < A < 3$ احتمال وقوع آتش‌سوزی پایین است و $1/2 < A < 2$ احتمال وقوع آتش‌سوزی وجود دارد و $0 < A < 1/2$ احتمال وقوع آتش‌سوزی بالا است و $A < 0$ احتمال وقوع آتش‌سوزی بسیار زیاد است.

شاخص خطر آتش‌سوزی وضعیت جوی فوسبرگ با خطر آتش‌سوزی رابطه‌ی مستقیم دارد (معادله‌ی ۲). این شاخص به شرایط جوی از جمله رطوبت نسبی (m) و سرعت میانگین باد محیطی (U) وابسته است (گودریک، ۲۰۰۲).

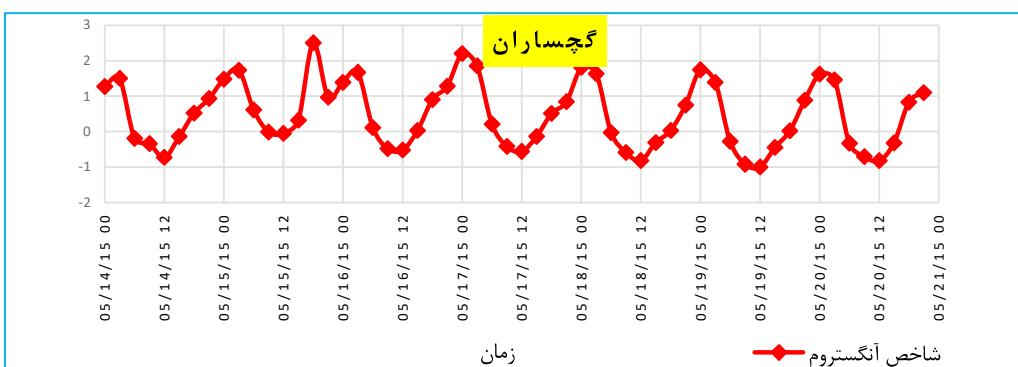
$$FFWI = [1 - 2\left(\frac{m}{30}\right) + 1.5\left(\frac{m}{30}\right)^2 - 0.5\left(\frac{m}{30}\right)^3] \sqrt{1 + U^2} \quad (2)$$

برای انجام این تحقیق ابتدا توزیع مکانی آتش‌سوزی جنگل‌ها از اداره کل منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد گرفته شد براساس این آمار ۷۹ مورد آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراعط در سال ۱۳۹۴ در استان کهگیلویه و بویراحمد رخ داده است. ایستگاه‌ها طوری انتخاب می‌شود که بیانگر وضعیت جوی در دو سمت رشته‌کوه زاگرس باشد. ایستگاه‌های غرب رشته‌کوه زاگرس از جمله یاسوج، دهدشت، گچساران، بهبهان، سی‌سخت، اهواز به عنوان ایستگاه‌های بادسو و ایستگاه‌های آباده، اقلید، شهرضا، اصفهان که در سمت شرق رشته‌کوه زاگرس قرار دارد به عنوان ایستگاه‌های بادپناه انتخاب شد. ابتدا با استفاده از داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های هواشناسی، سری زمانی شاخص‌های خطر آتش‌سوزی از جمله شاخص آنگستروم و شاخص وضعیت جوی فوسبرگ بررسی می‌شود برای آگاهی بیشتر از اثر متغیرهای هواشناسی بر وقوع و گسترش آتش‌سوزی جنگل‌های رشته‌کوه زاگرس در استان کهگیلویه و بویراحمد شبیه سازی با مدل WRF از ۱۶ تا ۱۹ ماه می سال ۲۰۱۵ اجرا شده است. مدل WRF یک مدل عددی پیش‌بینی وضع هوا و یک مجموعه برای

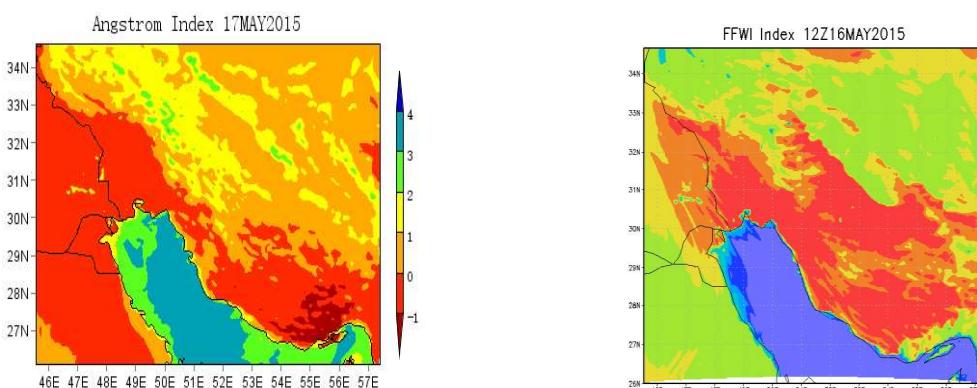
شبیه سازی جو زمین است که با هدف مطالعات جوی طراحی شده و نیز ابزاری برای برنامه های کاربردی عملیاتی است.

نتایج

با بررسی سری زمانی شاخص آنگستروم در ایستگاه های رو به باد مشاهده می شود این شاخص در طول دوره برسی کمتر از ۲.۵ است روند تغییرات در روز کاهش و در شب افزایش می باید، به طوری که کمینه در ساعت ۱۲ (UTC) و بیشینه در ساعت ۰۰ (UTC) اتفاق می افتد و در طول دوره روند کاهشی داشته است بنابراین خطر آتش سوزی در ایستگاه های بادسو بسیار زیاد است و در طول دوره یک روند افزایشی دارد. شاخص خطر آتش سوزی وضعیت جوی فوسبرگ طبق رابطه $y = 2x + 0.5$ با احتمال وقوع و گسترش آتش سوزی رابطه $y = 0.5x + 0.5$ مستقیم دارد. اگر شاخص خطر افزایش باید، احتمال وقوع آتش سوزی زیاد می شود و اگر شاخص کاهش باید احتمال وقوع و گسترش آتش سوزی کم می شود. همان گونه که در شکل (۲) مشاهده می شود مقدار این شاخص در روزهای ۱۶ و ۱۸ ماه می بالاتر از ۳ که نشانگر احتمال بسیار زیاد وقوع آتش سوزی است و در روز ۱۷ ماه می بیشتر از ۲ محاسبه شد که نشانگر احتمال زیاد وقوع آتش سوزی است.



شکل (۱) سری زمانی تغییرات شاخص آنگستروم در ایستگاه گچساران (بادسو) با استفاده از داده های مشاهداتی ایستگاه های هواسناسی، از روز چهاردهم تا بیستم می ۲۰۱۵



شکل (۲) شاخص خطر آتش سوزی وضعیت جوی فوسبرگ و شاخص آنگستروم برونداد مدل WRF از روز ۱۶ می و ۱۷ می ۲۰۱۵ با گام زمانی ۲۴ ساعته (خروجی مدل WRF)

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش با بررسی شاخص‌های آنگستروم و خطر آتش‌سوزی وضعیت جوی فوسبرگ نشانگر احتمال زیاد وقوع آتش‌سوزی است و با توجه به ویژگی‌های رخداد پدیده فون از جمله سرد و مرطوب بودن سمت بادسو و گرم و خشک شدن سمت بادپناه مشخص شد که در زمان آتش‌سوزی‌های منطقه‌ی مورد مطالعه هیچ کدام از شرایط رخداد پدیده‌ی فون مشاهده نشده است. اما شواهدی از وجود یک خط خشک مشهود است. زیرا بررسی این شاخص‌ها شرایط گرم و خشک را در هر دو سمت رشته کوه نشان می‌داد و در ایستگاه‌ها بادسو به مرتب شدیدتر از ایستگاه‌های بادپناه بود. علاوه بر این شرایط گرم و خشک فصلی منطقه سبب خشک شدن مراتع و مزارع در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌شود و شرایط را برای آتش‌سوزی جنگل‌ها در منطقه فراهم می‌کند. اگرچه این شاخص روند تغییرات احتمال وقوع آتش‌سوزی را نمایش می‌دهد و برای هر منطقه متفاوت است. از آنجاییکه این شاخص برخلاف شاخص آنگستروم به سرعت باد وابسته است مقدار شاخص در روز ۱۷ ماه می کمی متفاوت است و خطر آتش‌سوزی کمتری را نشان می‌دهد

منابع

- Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., & Williams, D. (1983). Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. Volume 2. Forest fire management and organization. John Wiley & Sons, Inc.
- Gorski, C. J., Farnsworth, A. (2000). Fire weather and smoke management. In: Mountain Meteorology⁴ Fundamentals and Applications. Whiteman, C.D., eds., Oxford University Press, Inc. New York, 237-272.
- Schunk, C., Wastl, C., Leuchner, M., Schuster, C., Menzel, A. (2013). Forest fire danger rating in Complex topography-result from a case study in the Bavarian Alps in autumn 2011. *J Nat Hazards and Earth Syst Sci*, 2013,13,2157-2167, (DOI) 10.5194/nhess-13-2157-2013.
- Sharples, J. J. (2009). An overview of mountain meteorological effects relevant to fire behavior and bushfire risk. *J International of Wild landFire* 18: 737–754
- Skvarenina, J., Mindas, J., Holecy, J., Tucek, J. (2003). Analysis of the natural and meteorological conditions during two largest forest fire events in the Slovak Paradise National Park. In Proceedings of the International Scientific Workshop on Forest Fires in the Wildland–Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge, pp. 15-16
- Whiteman, C. D. (2000). Mountain Meteorology; Fundamentals and Applications. Oxford University Press, Inc. New York.