Archive of SID.ir

Water and Soil Management and Modeling

Online ISSN: 2783 - 2546

University of Mohaghegh Ardabili

Intuition on climate change in Zagros vegetative regions (Case Study: Oak tree decline sites in Ilam Province)

Sakineh Lotfi Nasab Asl[1], Azadeh Gohardoust[2]*, Fatemeh Dargahian[1]

[1] Assistant Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran
[2] Expert, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Abstract

Introduction

Climate change is one of the greatest challenges of our time to achieve sustainable development. The dangers of global warming and climate change can be recognized and planned for, so efforts should be made to identify the consequences and methods of adaptation to reduce their impact, as trees and plants are sensitive to climate change, heat and moisture stress, and forest ecosystems are affected by these changes. Climate change is one of the greatest challenges of our time to achieve sustainable development. The threats of global warming and climate change can be identified and planned for, so efforts should be made to determine the consequences and methods of adaptation and reduce their impacts because the sensitivity of trees and plants to climate change, heat, and moisture stress, forest ecosystems are affected by these changes. Forest degradation due to climate change is a global phenomenon affecting many tree species. One of the major challenges to Iran's natural resources is the degradation of oak forests. The increase in temperature in recent years has lengthened the growing season of Iranian oak, and due to the lack of rainfall, the intensity of water stress on this forest species has increased. Understanding the extent of climate change in the Zagros ecosystem based on standard indicators that show climate change can help managers and planners take action to adapt to conservation and restoration conditions.

Materials and Methods

In this study, based on the standard indicators established and updated by the World Meteorological Organization, the occurrence of climate change in six sites monitoring the decline of oak trees in Ilam Province, including Sarabeleh, Mala Siah, and Dalab Strait was detected in both north and south directions. The trend slope line, trend slope error, and trend significance of the indices in the statistical range P value=0.05 were calculated using ClimPACT software in the R program environment. The characteristics of heat, cold, combined, and precipitation indices such as day, number of occurrences, and continuity of the index in the nearest synoptic station to each site were identified, and daily data of minimum temperature, maximum temperature, and precipitation parameters were used between 1987 and 2019. The variations of each index were plotted and analyzed as graphs in the R software environment. Accordingly, the trend slope and significant indices affecting heat stress (hot and cold temperatures) and water stress were calculated with the software ClimPACT in the R program environment.

Results and Discussion

The results of the trend and significance of thermal indicators for climate change detection showed that of the 16 heat indices studied, in Ivan station, 11 indicators showed a significant trend of about 70 %. In Ilam, nine indicators showed a significant trend of about 56 %. The heat-based temperature indices, especially those based on maximum temperatures, showed a substantial change toward warming, while those based on minimum temperatures showed no significant trend. The study of heat waves showed that the northern and northwestern regions of the province were subjected to several periods of heat waves, which occurred with greater frequency and continuity in the northwest part of the province (Malah Siah and Dolab Strait sites) than in the northern part (Sarab sites) of the Province, confirming the emergence of high mountain regions as a result of climate change. Cold-based temperature indices of eight studied indices in Ivan-e-Sorchrove station, Seven indices were above 87 % and Ilam three was about 38 % the trend was significant cold-based temperature indices in Ivan West station show a significant change in the direction of a decrease of frost and cold and their persistence and warming, and in Ilam station, the decrease of cold and warming of air after 2008 indicates a decrease of cold and warming. The results of the trend and significance of the combined indices for climate change detection in Ivan West station were 100 % and in Ilam station, 50% showed a significant trend. The combined indices confirm climate change in terms of an increase in air temperature due to an increase in the growing season and an increase in the trend of change in maximum temperature. The study of the trend and significance of ten precipitation indices related to the frequency and intensity of heavy rainfall and the

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

length of dry and wet periods showed only one index in Ivan-e-West station, which was about 10 %. The station Ilam did not show significant changes in the precipitation index.

Conclusion

It can be concluded that the Zagros vegetative region in Ilam Province has experienced severe thermal changes from 1987-2019 and climate change in the north of Zagros vegetative region is a type of temperature increase that has been extended to the northwestern regions of this region since 2008. The results show that in deterioration sites, in addition to increasing temperature, some precipitation has increased. Therefore, it can be said that the occurrence of climate change phenomenon causes increasing temperature, occurrence of floods, the emergence of droughts, and the creation of dust phenomenon, especially from neighboring countries and intensifying in the country, all of these factors are the starting factors of the decline of Oak trees in Ilam province. What seems to be important is to take necessary measures to prevent and mitigate the effects of climate change. These two measures can be effective and useful in reducing the effects of flood severity and risk. Therefore, managers and planners of forest ecosystems should have adaptive strategies to climate change to maintain and revive their executive plans so that Zagros can survive as a forest ecosystem. Although the occurrence of climate change phenomenon is one of the most important factors of drought and deterioration of Zagros forests, conservation and restoration of oak forest ecosystems can help reduce greenhouse gas emissions and climate change.

Keywords: Climate change, Decay of Oak trees, Ilam Province, ClimPACT software, Thermal indices

Article Type: Research Article

Acknowledgment

This research was carried out from the national project of climate change detection and drought and dust monitoring in Zagros forest degradation sites approved by the country's forest and rangeland research institute with the support of the Meteorological Organization. In this way, the authors consider it necessary to express their sincere gratitude to the Institute and Meteorological Organization officials of the country.

Conflicts of interest

The authors of this article declare that there are no conflicts of interest regarding the writing and publication of the contents and results of this research.

Data availability statement

Data and results from this research will be available through correspondence with the corresponding author.

Authors' contribution

Sakineh Lotfi Nasab Asl: Performing software/statistical analysis, article review, and statistical analysis; **Azadeh Gohardost:** Writing, editing the article, and controlling the results; **Fateme Dargahian:** guidance, counseling, and conceptualization.

*Corresponding Author, E-mail: azade.gohardoust@gmail.com

Citation: Lotfi Nasab Asl, S., Gohardoust, A., & Dargahian, F. (2024). Intuition on climate change in Zagros vegetative regions (Case Study: Oak tree decline sites in Ilam Province). *Water and Soil Management and Modeling*, *4*(2), 149-168 . DOI: 10.22098/mmws.2023.12438.1242

Received: 28 February 2023, Received in revised form: 09 April 2023, Accepted: 11 April 2023, Published online: 11 April 2023

Water and Soil Management and Modeling, Year 2024, Vol. 4, No. 2, pp. 149-168

Publisher: University of Mohaghegh Ardabili

© Author(s)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۲۵٤٦

شهودی بر تغییر اقلیم در نواحی رویشی زاگرس (مطالعهٔ موردی: سایت‌های زوال درختان بلوط استان ایلام)

سکینه لطفی‌نسب اصل[۱]، آزاده گوهردوست[۲*]، فاطمه درگاهیان[۱]

[۱] استادیار، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[۲] کارشناس، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

از آن‌جایی‌که تغییرات اقلیمی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ رشد درختان و تخریب و زوال جنگل‌های زاگرس هستند، در این تحقیق براساس شاخص‌های استاندارد که توسط سازمان جهانی هواشناسی تعیین و به‌روز شده است، اقدام به آشکارسازی وقوع رخداد تغییر اقلیم در شش سایت پایش زوال درختان بلوط در استان ایلام شامل سرابله، ملەسیاه و تنگهٔ دالاب از دو جهت شمالی و جنوبی صورت گرفت. به این منظور نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به هر یک از سایت‌ها شناسایی و از داده‌های روزانهٔ پارامترهای دمای حداقل، دمای حداکثر و بارش در بازهٔ زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ استفاده شد. شاخص‌های مؤثر بر تنش گرما (شاخص‌های دمایی گرم و دمایی سرد) و تنش رطوبتی، با استفاده از نرم‌افزار ClimPACT در محیط برنامهٔ R محاسبه شدند. نتایج بررسی روند و معناداری شاخص‌های آشکارسازی تغییر اقلیم نشان داد از ۱۶ شاخص گرمایی مورد بررسی به‌ترتیب در ایستگاه ایوان و ایلام، ۱۱ شاخص (حدود۷۰ درصد) و نُه شاخص (حدود ۵۶ درصد) روند معناداری داشتند. مطالعهٔ موج‌های گرم نشان داد نواحی شمالی و شمال غرب استان با دوره‌های متعدد موج گرم مواجهه شده است این مطلب تاییدی برگرم شدن نواحی مرتفع‌تر کوهستانی در نتیجهٔ پدیدهٔ تغییر اقلیمی است. شاخص‌های دمایی مبتنی بر سرما از هشت شاخص مورد بررسی به‌ترتیب در ایستگاه ایوان و ایلام ۱۱ شاخص (حدود ۷۰ درصد) و نُه شاخص (حدود ۵۶ درصد) روند معناداری داشتند. در ایستگاه ایوان‌غرب تعداد هفت شاخص حدود ۸۷ درصد و ایستگاه ایلام سه شاخص حدود ۳۸ درصد روند معنادار بوده است. نتایج بررسی روند و معناداری شاخص‌های ترکیبی آشکارسازی تغییر اقلیم در ایستگاه ایوان غرب ۱۰۰ درصد و در ایستگاه ایلام ۵۰ درصد را نشان دادند. شاخص‌های مربوط به فراوانی و شدت بارش‌های سنگین و طول دوره‌های خشک و مرطوب تغییرات معناداری نداشته است. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت منطقهٔ رویشی زاگرس در استان ایلام تغییرات شدید دمایی از نوع گرمایشی را طی سال‌های مورد مطالعه تجربه کرده و نمود تغییر اقلیم در شمال ناحیهٔ رویشی زاگرس از نوع افزایش دما بوده که گسترهٔ آن از سال ۲۰۰۸ به بعد به نواحی شمال غرب این ناحیه نیز کشیده شده است.

واژه‌های کلیدی: استان ایلام، تغییر اقلیم، زوال درختان بلوط، شاخص‌های گرمایی، نرم‌افزار ClimPACT

نوع مقاله: پژوهشی

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: azade.gohardoust@gmail.com

استناد: لطفی‌نسب اصل، سکینه، گوهردوست، آزاده، و درگاهیان، فاطمه (۱۴۰۳). شهودی بر تغییر اقلیم در نواحی رویشی زاگرس (مطالعه موردی: سایت‌های زوال درختان بلوط استان ایلام). *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۴(۲)، ۱۴۹-۱۸۸.
DOI: 10.22098/mmws.2023.12438.1242

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۹، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲، تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲
مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، سال ۱۴۰۳، دوره ۴، شماره ۲، صفحه ۱۴۹ تا ۱۸۸
ناشر: دانشگاه محقق اردبیلی

© نویسندگان

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱- مقدمه

تغییر اقلیم یکی از معضلات کنونی جامعهٔ بشری است و تهدید و بلایی برای سیارهٔ زمین به‌شمار می‌آید (Ghiami Shomami et al., 2012). تغییر اقلیم تنها یک پیامد نیست، بلکه واکنش‌های متقابل پیچیده‌ای را شامل می‌شود که بین فرآیندهای اقلیمی، محیطی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و تکنولوژی انجام می‌شود. سازش با تغییر اقلیم بستگی زیادی به گنجایش یا ظرفیت سازگاری سیستم، منطقه یا جامعهٔ متأثر از تأثیرات و خطرات آن دارد. افزایش توان سازگاری بیان‌کنندهٔ به‌کار بردن روش‌های عملی و مفید در مقابل تغییرات و نوسانات اقلیمی از جمله متغیرها و آستانه‌هاست. بنابراین، سازگاری آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد و به توسعهٔ پایدار کمک می‌نماید. طی دو دههٔ گذشته با قطعیت یافتن پدیدهٔ گرمایش جهانی به‌دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم ناشی از آن، توجه محققین به مطالعهٔ پیامدهای این پدیده از ابعاد مختلف معطوف شده است (Dashtbozorgi et al., 2016). بدون شک دما مهم‌ترین عامل محیطی کنترل‌کنندهٔ بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان از جمله فتوسنتز و تنفس بوده و به‌علاوه نمو گیاهان که اصلی‌ترین مرحلهٔ آن گلدهی است نیز توسط دمای محیط تنظیم می‌شود (Redden et al., 2014). به این ترتیب افزایش دما الگوهای گلدهی این گیاهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد. گرمایش جهانی ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و تغییر کاربری اراضی، موجب تغییرات آشکاری در فراسنج‌های اقلیمی ایران شده است. افزایش دما، کاهش بارش و افزایش فراوانی رخداد پدیده‌های مخرب جوی–اقلیمی در کشور به‌ویژه در دو دههٔ اخیر از آن جمله هستند. طی پنج دههٔ اخیر (۱۳۹۵–۱۳۴۷) میانگین دمای کشور با شیبی برابر ۰/۴ درجهٔ سلسیوس بر دهه افزایش یافته است. در برخی ایستگاه‌های کشور، نرخ افزایشی دمای کمینه تا حدود چهار برابر بیش از نرخ افزایشی دمای بیشینه به ثبت رسیده است. تغییرات بارش در ایران کاهشی و با شیب ۱۱ میلی‌متر بر دهه را نشان می‌دهد. افزون بر این، تبخیر–تعرق پتانسیل (نیاز آبی بالقوه) با شیب ۴/۵ میلی‌متر در دهه روند افزایشی را نشان می‌دهد (Research Institute of Climatology–Mashhad, 2016).

تغییر در آستانه‌های هواشناسی و رخدادهای اقلیمی پیامدهای قابل ملاحظه‌ای به دنبال دارند و از جمله چالش‌های جدی جوامع برای مقابله با تغییرات اقلیمی هستند. تغییر اقلیم زمانی اتفاق می‌اُفتد که تغییر در برخی از آستانه‌های شرایط اقلیمی پایدار، در بیرون از وضعیت یک زنجیره از نوسانات ثابت رخ می‌دهد. بنابراین، پایداری در شرایط زندگی و توسعهٔ اقتصادی وابسته به توانایی‌های ما در مدیریت خطرات مرتبط با رخدادهای حدی است و بسیاری از مشکلات ما در برنامه‌ریزی‌های عملی نیاز به افزایش شناخت در رفتار مقادیر (ارزش‌های) آستانه‌ای دارد (Shiravand and Hashemi, 2015). تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با عوامل مؤثر بر زوال زاگرس انجام شده است. عوامل متعددی باعث زوال جنگل‌های زاگرس و درختان بلوط شده است. آن‌چه که مسلم است زوال بلوط‌های زاگرس به یک‌بـــاره به‌وجود نیامده بلکه فشارهای وارده بر این بوم‌سازگان مهم جنگلی طی سال‌های متمادی زمینه‌ساز بروز بحران شده است (Pourhashemi et al., 2017). عوامل اقلیمی آن دسته عواملی هستند که به‌تدریج می‌توانند روی بوم‌سازگان طبیعی تأثیر بگذارند (Badehian and Azimnezhad, 2016).

بررسی ارتباط بین عوامل اقلیمی مانند بارش، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد و تبخیر–تعرق مرجع با زوال جنگل‌ها نشان داد که یکی از مهمترین دلایل خشکیدگی می‌تواند تغییر عوامل اقلیمی و تبخیر–تعرق مرجع در طی زمانی کوتاه باشد (Attarod et al., 2016). بررسی عوامل اقلیمی تأثیرگذار مانند گرد و غبار، بارش و دما بر زوال درختان بلوط بر اساس دوایر سالانهٔ رویشی درختان در توده‌های جنگلی بلوط استان ایلام با استفاده از مطالعات گاه‌شماری نشان داد که تقریبا از سال ۱۳۸۰ به بعد، میزان رویش کاهش پیدا کرده و از طرفی دیگر افزایش گرد و غبار، افزایش دما و کاهش بارندگی سالانه، باعث شده تا با توجه به استعداد منطقه، گونه‌های بلوط ایرانی دچار استرس و تنش شوند (Ahmadi et al., 2018). با استفاده از روش اقلیم‌شناسی درختی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر توده‌های سالم و متأثر از زوال بلوط ایرانی توسط Naseri Karimvand et al. (2016) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مطالعهٔ آن‌ها نشان داد که هر دو سری زمانی از عوامل اقلیمی یکسانی تأثیر می‌پذیرند و درجهٔ حرارت در طول فصل رویش و پیش از آن روی هر دو، تأثیر مشابهی دارند و تا سال ۲۰۱۰ میلادی روند رشد درختان تقریبا مشابه بوده ولی از این سال به بعد در منحنی رویش درختان در حال زوال یک اُفت رویش مشخص مشاهده شده است. از طرف دیگر، از این سال به بعد علی‌رغم افزایش بارندگی در چند سال اخیر نسبت به سال‌های قبل، افزایش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

رویش در درختان در حال زوال مشاهده نشده و این به آن معناست که با توجه به تأثیر عوامل ایجاد کنندهٔ زوال و در نتیجه کاهش فعالیت لایهٔ زایندهٔ درخت، درختان احتمالاً توان رویش مجدد خود را از دست داده و حتی با بهبود شرایط اقلیمی امکان از سرگیری رویش در آن‌ها وجود نداشته است. در تحقیقی، Mahdavi et al. (2015) عوامل مختلف مرتبط با خشکیدگی بلوط در جنگل‌های بیورهٔ ملکشاهی–ایلام را مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان حاکی از میزان خشکیدگی درختان جنگلی بلوط تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی، خاک و تراکم پوشش جنگلی و ارائهٔ نقشهٔ پیش‌بینی خشکیدگی بلوط با استفاده از مدل آماری رگرسیون لجستیک در جنگل‌های بلوط بیورهٔ شهرستان ملکشاهی در استان ایلام است. در تحقیق دیگری، Amir Ahmadi et al. (2015) ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی و خصوصیات جنگل‌شناسی در جنگل حفاظتی دنا با خصوصیات فیزیوگرافی میزان شیب و جهت شیب، جنگل‌شناسی و شرایط توپوگرافی و خاکی بررسی نموده‌اند. به طوری‌که شرایط توپوگرافی و جنگل‌شناسی از جمله عوامل مهمی هستند که می‌توانند بر چگونگی پراکنش خشکیدگی درختان بلوط ایرانی به‌ویژه روی درختان کوچک و شاخه‌زاد تأثیرگذار باشند. در زاگرس میانی (بخش لرستان) نیز Shiravand et al. (2019) به ارزیابی و پیش‌بینی خشکیدگی جنگل‌های بلوط با رویکرد تغییر اقلیم با استفاده از شاخص‌های DVI، GEMI، IPVI، MSAVI، NDVI، EVI، OSAVI، Sarvi، SR و VHI برای ۱۱۰ نقطه از جنگل‌های بلوط لرستان انجام شد. نتایج تحلیل خوشه‌ای آن‌ها نشان داد که خشکیدگی جنگل‌های بلوط در چهار ناحیه (فاقد خشکیدگی، با خشکیدگی نرمال، با خشکیدگی زیاد و با خشکیدگی بسیار زیاد) قابل تقسیم است. بررسی نوسان‌های حاکم بر نواحی خشکیدگی نیز حکایت از وجود چرخه‌های کوتاه مدت اغلب دو تا چهار ساله نوسان‌ها بر شاخص‌های خشکیدگی بوده است.

بررسی تغییر درجهٔ شادابی و سلامت درختان توسط Hosseinzadeh et al. (2019) در جنگل‌های چوار استان ایلام نشان داد که بین تیمار ذخیرهٔ نزولات و تیمار شاهد در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنادار وجود دارد که تاییدی بر تأثیر مثبت ذخیرهٔ نزولات در تغییر درجهٔ سلامت درختان دچار خشکیدگی دارد. بنابراین، ذخیرهٔ نزولات جوی برای افزایش رطوبت خاک و بهبود سلامت و شادابی درختان دچار خشکیدگی، قابل توصیه است. که گامی اساسی در جهت سازگاری با تغییر اقلیم با هدف حفظ بوم‌سازگان زاگرس است. هم‌چنین، Dargahian et al. (2021) به بررسی روند تغییرات ویژگی‌های امواج گرمایی مرتبط با تغییر اقلیم شهرستان یزد پرداختند. در این تحقیق ویژگی‌های امواج گرمایی مانند تعداد رخداد امواج گرما، فراوانی روزهای همراه با امواج گرما، تداوم امواج گرم، بزرگی و شدت امواج گرما و میانگین موج گرم با استفاده از نرم‌افزار ClimPACT در محیط برنامه‌نویسی R محاسبه نموده‌اند. نتایج ایشان حاکی از تشدید، تداوم و شدت امواج گرما در شهرستان یزد دارد که می‌تواند از وقوع رخداد تغییر اقلیم به‌ویژه در دو دههٔ اخیر در این منطقه از کشور به‌عنوان نمایندهٔ مناطق خشک کشور باشد. هم‌چنین، با توجه به روند افزایش دما طی سال‌های آینده بر فراوانی و شدت و تداوم این امواج افزوده شده است. در نهایت، Rahimiani Iranshahi et al. (2022) روند تغییرات بارش و دما در مقیاس‌های زمانی مختلف در حوزهٔ آبخیز کرخه واقع در غرب کشور ایران را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق روند تغییرات سری‌های زمانی متغیرهای بارش و دما با استفاده از آزمون آماری من–کندال و تخمین گرسن ارزیابی شده است. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که تغییرات بارش در اکثر ایستگاه‌های مطالعاتی کاهشی و بدون روند معنادار بوده و در تعداد محدودی از ایستگاه‌ها دارای روند کاهشی معنادار است. بیش‌ترین تغییرات روند بارش در سری‌های زمانی سالانه در ایستگاه سنندج مشاهده شده است. در تمام سری‌های زمانی، دماهای کمینه و بیشینه در اکثر ایستگاه‌های اهواز و سنندج دارای روند افزایشی بوده است.

همان طورکه مرور پیشینه‌ها نشان داد از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر زوال زاگرس عوامل اقلیمی (کاهش بارش، افزایش دما و طول دورهٔ خشکسالی) می‌باشد (Badehian and Azimnezhad, 2016). هر چند که مطالعات پیشین به بررسی ارتباط میانگین شاخص‌های اقلیمی با زوال صورت گرفته است. تعداد اندکی از تحقیق‌ها دربارهٔ ارتباط شاخص‌های اقلیمی استاندارد جهانی با زوال درختان جنگل‌های زاگرس انجام شده است. تحقیق‌های مرتبط صورت گرفته هم، کلیهٔ شاخص‌های گرمایی، سرمایی، ترکیبی و بارشی را با هم مورد ارزیابی قرار نداده‌اند. بنابراین، در این تحقیق برای مشخص کردن وقوع تغییر اقلیم در نواحی رویشی زاگرس در استان ایلام از شاخص‌های آشکارکنندهٔ تغییر اقلیم در سایت‌های پایش زوال

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

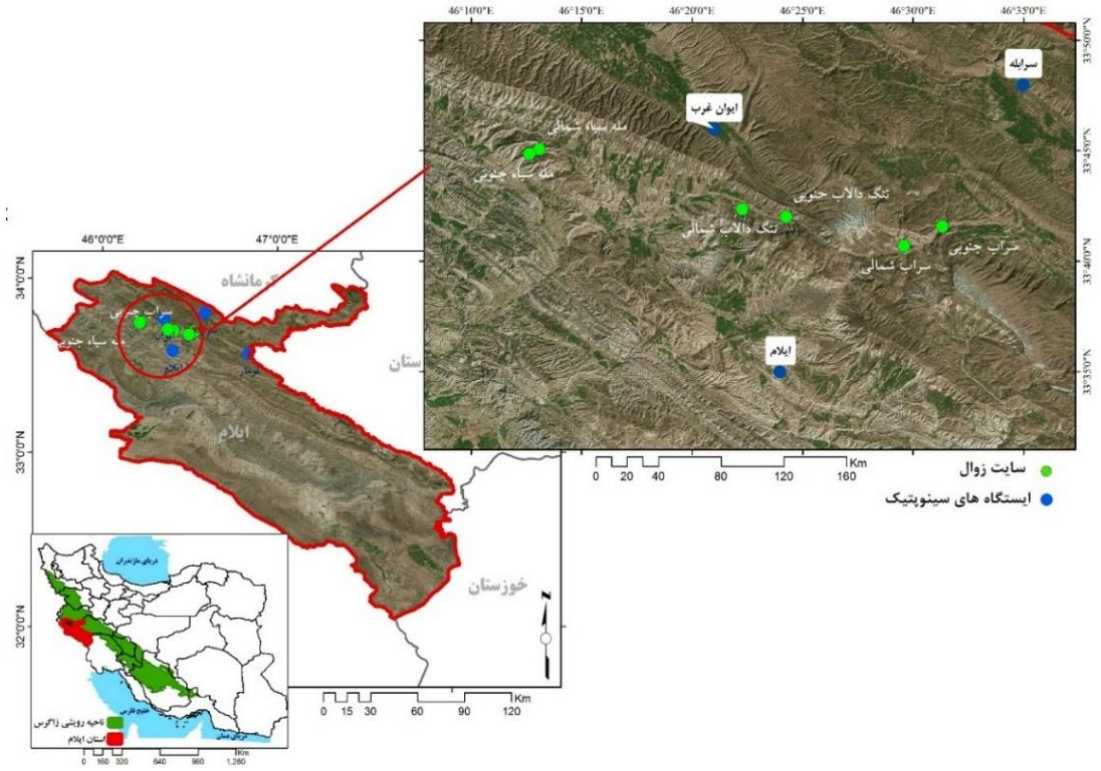
بلوط استفاده شده است. بدین‌منظور ویژگی‌های شاخص گرمایی، سرمایی، ترکیبی و بارشی مورد بررسی قرار گرفت تا تهدید ناشی از رخداد تغییر اقلیم در این بخش از زاگرس شناسایی و برای آگاهی در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان بوم‌سازگان جنگلی زاگرس قرار داده شود.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در این تحقیق شامل مناطق بحرانی زوال درختان بلوط در استان ایلام در ناحیهٔ رویشی زاگرس است (شکل ۱). استان ایلام در حد فاصل ۶۱ درجه و ۶۰ دقیقه تا ۶۸ درجه و ۱۱ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۲ درجه و ۰۲ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۶۱ دقیقهٔ عرض شمالی و در قسمت غربی کشور واقع شده است. متوسط بارندگی سالانهٔ استان معادل ۵۷۰ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت سالانه ۲۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. این استان با توجه به طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه در اقلیم معتدل کوهستانی قرار دارد. ۶۴۱۷ کیلومتر مربع معادل ۳۲ درصد از مساحت استان را جنگل و ۱۱۴۶۷ کیلومتر مربع معادل ۶۰ درصد را مراتع در برگرفته است (Ahmadi et al., 2018).

بیش از ۹۰ درصد گونه‌های جنگلی استان از نوع بلوط هستند که مانند سایر بخش‌های ناحیهٔ رویشی زاگرس دچار زوال و خشکیدگی شده است. محدودهٔ تحقیق در ناحیهٔ رویشی زاگرس و نواحی شمالی استان ایلام واقع شده به‌منظور بررسی رخداد تغییر اقلیم و تأثیر آن بر زوال جنگل‌های بلوط در استان ایلام پس از جنگل گردشی و استفاده از تجارب کارشناسان استانی شش منطقه شامل سرابله، ملهسیاه و تنگهٔ دالاب مشخص و از دو سمت شمالی و جنوبی سایت‌هایی برای مطالعه انتخاب شدند. در نهایت، به مرکزیت هر سایت یک قطعه نمونهٔ مربعی شکل یک هکتاری (ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ متر) دائمی در نظر گرفته شد. در انتخاب محل سایت‌ها سعی شد وضعیت‌های مختلف ازجمله وضعیت مدیریتی توده‌ها، تیپ جنگل و نظام‌های بهره‌برداری در نظر گرفته شود، به‌طوری‌که یک سایت در مناطق حفاظت شده و یا قرق قرار گرفته و سایر سایت‌ها در مناطقی متمرکز شدند که بیان‌گر ویژگی‌های اصلی جنگل‌های استان باشند. شکل ۱ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و سایت‌های زوال درختان بلوط در استان ایلام و مشخصات سایت‌های زوال در جدول ۱ مشخص شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و سایت‌های زوال درختان بلوط در استان ایلام

Figure 1- Location of the study area and deterioration sites of Oak trees in Ilam Province

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱- مشخصات سایت‌های زوال درختان بلوط در استان ایلام

Table 1- Characteristics of decaying sites of Oak trees in Ilam Province

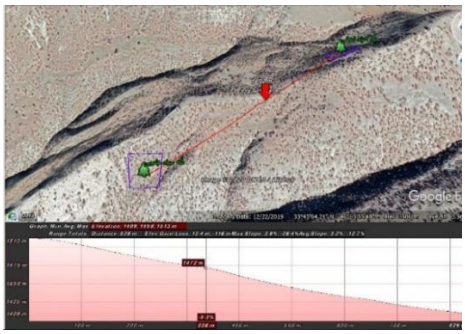
ردیف	سایت زوال	ایستگاه منتخب	فاصله تا ایستگاه (کیلومتر)
1	ملەسیاه شمالی	ایوان‌غرب	12.3
2	ملەسیاه جنوبی		12.9
3	تنگهٔ دالاب شمالی		5.3
4	تنگهٔ دالاب جنوبی		7.5
5	سراب شمالی	ایلام	14.7
6	سراب جنوبی		17.6

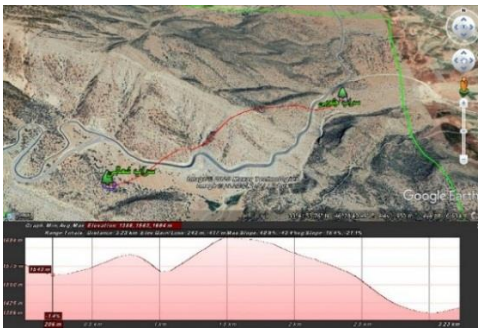
به‌منظور دست‌یابی به اهداف پروژه و آشکارسازی تغییر اقلیم در محدودهٔ شش سایت زوال بلوط در استان ایلام نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به هر یک از سایت‌ها شناسایی و از آمار و اطلاعات عناصر اقلیمی بارش و دمای به ثبت رسیده در آن‌ها در بازهٔ زمانی ۲۰۱۹-۱۹۸۷ استفاده شد (جدول ۲). ایستگاه سینوپتیک ایوان‌غرب به‌ترتیب در فاصلهٔ ۵/۳ و ۷/۵ کیلومتری سایت‌های زوال تنگهٔ دالاب شمالی و جنوبی و در فاصلهٔ ۱۲/۳ و ۱۲/۹ کیلومتری سایت‌های ملەسیاه شمالی و جنوبی قرار داشته و ایستگاه ایلام به‌ترتیب در فاصلهٔ ۱۴/۷ و ۱۷/۶ کپیلومتری سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی (زوال دامنهٔ جنوبی) قرار دارد (شکل ۲). از آن‌جایی‌که در مناطق کوهستانی هر ایستگاه سینوپتیک تا ۵۰ کیلومتر می‌تواند پوشش داشته باشد از آمار روزانهٔ این ایستگاه‌ها جهت بررسی و آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم، وقوع رخداد خشکسالی‌ها و پدیده‌های گرد و غبار استفاده شد.

جدول ۲- سایت‌های زوال و ایستگاه‌های منتخب برای بررسی آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم

Table 2- Deterioration sites and selected stations to investigate the detection of climate change

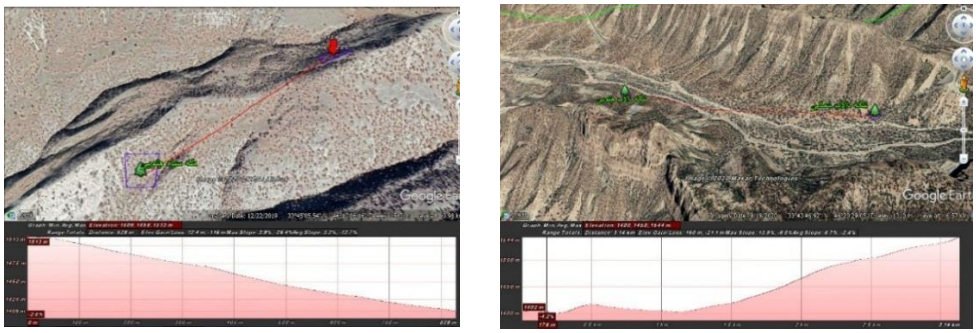
ردیف	سایت	جهت عمومی	ارتفاع مرکز پلات (متر)	تیپ جنگل	شیب متوسط (درصد)
1	ملەسیاه	شمالی	1510	Q.branti	40-50
2		جنوبی	1416	Q.branti	
3	تنگهٔ دالاب	شمالی	1401	Q.branti	25
4		جنوبی	1548	Q.branti	
5	سراب (قرق)	شمالی	1580	Q.branti	40
6		جنوبی	1416	Crataegus. Pontica & Q.branti	50





Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۲- موقعیت مکانی سایت‌های زوال درختان بلوط در استان ایلام

Figure 2- Location of decay sites of Oak trees in Ilam Province

۲-۲- روش تحقیق

از آن‌جایی‌که هدف این تحقیق آشکارسازی روند تغییر اقلیم در سایت‌های زوال زاگرس در استان ایلام است به این منظور بر اساس شاخص‌ها و نمایه‌های حدی روند تغییرات اقلیم مشخص می‌شود برای این منظور از نرم‌افزار ClimPACT در محیط R استفاده شد. این شاخص‌ها توسط سازمان جهانی هواشناسی (WMO) و کمیسیون اقلیم‌شناسی (CCL) و تیم متخصص در مورد خطر اقلیم و شاخص‌های خاص اقلیمی (ET CRSCI) تهیه شده است. یکی از مزایای این نرم‌افزار آن است که قبل از محاسبهٔ معیارها، کیفیت داده‌ها را بررسی و اطاعات نادرست و داده‌های پرت را مشخص می‌کند. پس از آن، شاخص‌های اقلیمی براساس داده‌های روزانه محاسبه می‌شوند. هدف ETCCDMI تعیین مجموعهٔ استاندارد از شاخص‌هایی است که بتوان با استفاده از آن‌ها ویژگی‌های تغییر اقلیم در مناطق مختلف را بررسی و مقایسه کرد. از آن‌جایی‌که براساس میانگین‌ها نمی‌توان رخداد تغییر اقلیم را نشان داد، براساس شاخص‌های استاندارد جهانی که مورد تأیید سازمان هواشناسی جهانی و چندین سازمان مرتبط دیگر از جمله کمیسیون اقلیم‌شناسی و غیره است، یک تیم کارشناس در این زمینه تعریف و تعیین شاخص‌های آشکارکنندهٔ تصمیم‌گیری و آن را ارائه می‌دهد. در هر مکانی با توجه به شرایط منطقه شاخص‌ها غربال‌گری و بومی‌سازی می‌شوند (Lisa Alexander, 2015). در بین شاخص‌های فراوان مربوط به آشکارسازی و ارزیابی میزان رخداد تغییرات اقلیمی با توجه به هدف مطالعه که منطقهٔ جنگلی است شاخص‌های مهم و کاربردی مربوط به دما و بارش غربال‌گری شده است که در نهایت به دو گروه شاخص‌های مؤثر بر تنش گرما (شاخص‌های دمایی گرم و شاخص‌های دمایی سرد) و تنش رطوبتی تقسیم می‌شوند. شاخص‌های شناسایی تغییر اقلیم مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۳ ارائه شده است.

خط شیب روند، خطای شیب روند و معناداری روند شاخص‌ها در محدودهٔ آماری P-value=۰/۰۵ محاسبه و تغییرات هر شاخص به‌صورت نمودار در محیط نرم‌افزار R ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج مطالعهٔ آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم با استفاده از شاخص‌های استاندارد در محدودهٔ سه سایت زوال بلوط در استان ایلام در نزدیک‌ترین ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب در شکل‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده است. به‌علت زیاد بودن نمودارها سعی شده تعدادی از نمودارها جهت بررسی روند تغییرات و معناداری شاخص‌ها نمایش داده شوند.

۳- نتایج و بحث

تحلیل روند سری‌های زمانی شاخص‌های استاندارد سبب شناخت بهتر رفتار تغییرات اقلیمی می‌شود. در این بخش نتایج حاصل از بررسی ۱۶ شاخص گرمایی، هشت شاخص سرمایی، دو شاخص ترکیبی و ۱۰ شاخص بارشی در محدودهٔ شش سایت زوال بلوط در استان ایلام در نزدیک‌ترین ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب بررسی شده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۳- شاخص‌های شناسایی تغییر اقلیم ارائه شده توسط ETCCDI

Table 3- Climate change detection indicators provided by ETCCDI

ردیف	نوع شاخص	شاخص	تعریف شاخص
1	گرمایی (16)	TNn	حداقل حداقل‌های دما
2		TNx	حداکثر حداقل‌های دما
3		TXn	حداقل حداکثرهای دما
4		TXx	حداکثر حدکثرهای دما
5		2TX2TN	دو روز و دو شب متوالی گرم
6		SU25	روزهای گرم (تابستان)
7		SU30	روزهای داغ
8		SU35	روزهایی با گرمای بسیار شدید
9		TX50p	درصد روزهای بالای میانگین دما
10		TX90p	درصد وقوع روزهای گرم
11		TN90p	درصد وقوع شب‌های گرم
12		WSDI2	طول دورهٔ گرم دو روزه
13		WSDI6	طول دورهٔ گرم شش روزه
14		CTX90pct_HWN	فراوانی تعداد رخداد موج گرم
15		CTX90pct_HWF	فراوانی روزهای همراه با موج گرم
16		CTX90pct_HWD	تداوم موج‌های گرم
17	ترکیبی (2)	DTR	دامنهٔ تغییرات شبانه‌روزی
18		GSL	طول فصل رشد
19	سرمایی (8)	TX10p	درصد روزهای سرد
20		TN10p	درصد شب‌های سرد
21		2TXb2TNb	دو روز و دو شب متوالی سرد
22		CSDI2	تعداد روزهایی که حداقل دو روز سرد متوالی دارند (طول دورهٔ سرد دو روزه)
23		CSDI6	تعداد روزهایی که حداقل شش روز سرد متوالی دارند (طول دورهٔ سرد شش روزه)
24		FD0	روزهای همراه با یخبندان صفر درجه
25		FDm2	یخبندان شدید (فراوانی روزهای با دمای کم‌تر از منفی دو درجهٔ سانتی‌گراد
26		ID0	فراوانی روزهای یخی
27	بارشی (10)	RX1day	حداکثر بارش یک روزه
28		RX2day	بیش‌ترین مقدار بارش دو روز متوالی در ماه
29		RX5day	بیش‌ترین مقدار بارش پنج روز متوالی در ماه
30		R10mm	روزهایی با بارش سنگین
31		R20mm	روزهایی با بارش خیلی سنگین
32		R95p	روزهای خیلی مرطوب
33		R99p	روزهای بی‌نهایت مرطوب
34		PRCPTOT	مجموع سالانهٔ بارش روزهای مرطوب
35		CDD	روزهای خشک متوالی (بارش کم‌تر از یک میلی‌متر)
36		CWD	حداکثر تعداد روزهای مرطوب متوالی

۳-۱- شاخص‌های دمایی گرم

۳-۱-۱- شاخص روزهای گرم(تابستانی) (SU25)

شیب خط روند، خطای شیب روند و معناداری تغییرات شاخص روزهای گرم تابستانی یا روزهایی که حداکثر دمای هوا بیش از ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است در ایستگاه سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب نشان روند افزایشی و معناداری داشته است. این شاخص در ایستگاه ایلام از ۱۵۲ روز در سال ۱۹۹۲ به ۱۷۲ روز در سال ۲۰۱۹ و در ایستگاه ایوان غرب از ۱۵۵ روز در سال ۱۹۹۲ به ۱۷۵ روز در سال ۲۰۱۹ رسیده است (شکل ۳). به‌عبارتی در طول دورهٔ آماری مورد مطالعه ۱۳درصد افزایش یافته است. به‌طوری‌که این افزایش دمایی می‌تواند منجر به

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

خشکسالی و ایجاد تنش خشکی در گیاهان و درختان جنگلی خصوصاً درختان بلوط در سایت‌های مورد مطالعه شود.

۳-۱-۲- شاخص دو روز و دوشب متوالی گرم (2TX2TN)

بررسی تغییرات شیب خط روند و معناداری در محدودهٔ آماری P-value=۰/۰۵ شاخص دو روز و دو شب متوالی گرم در ایستگاه ایلام نشان داد که در سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی این شاخص روند افزایشی داشته اما این روند معنادار نیست. مقدار این شاخص در سال‌های اولیهٔ مورد مطالعه صفر بوده و از سال ۱۹۹۷ به بعد کم‌کم ظاهر شده و سپس تا سال ۲۰۰۸ روندی کاهش یافته و پس از آن روندی افزایشی با شیب قابل ملاحظه‌ای یافته است. (شکل ۴). در ایستگاه ایوان‌غرب در سایت‌های زوال ملەسیاه و تنگ دالاب شمالی و جنوبی این شاخص روند افزایشی داشته که این روند معنادار بوده و از سال ۲۰۰۸ به بعد شیب تندی یافته است. بیش‌ترین تعداد دو روز و شب گرم متوالی به تعداد چهار دفعه به‌ترتیب در سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ رخ داده است.

۳-۲- شاخص‌های دمایی سرد

۳-۲-۱- شاخص درصد روزهای سرد (TX10p)

بررسی شاخص درصد وقوع روزهای سرد در هر دو ایستگاه نشان داد که، شاخص روند کاهشی و معناداری داشته است. این شاخص در طول دورهٔ آماری مورد مطالعه در ایستگاه ایلام و ایوان‌غرب به‌ترتیب ۱۵ و ۱۷ درصد کاهش را نشان می‌دهد (شکل ۵).

۳-۳- شاخص‌های دمایی ترکیبی

۳-۳-۱- تغییرات روند و معناداری شاخص طول فصل رشد (GSL)

در نیم‌کرهٔ شمالی فاصلهٔ زمانی بین اولین دورهٔ بعد از اول جولای (دهم تیر) که حداقل شش روز متوالی دمای میانگین روزانه بیش‌تر از پنج درجهٔ سانتی‌گراد باشد و اولین دورهٔ شش روزه با دمای میانگین روزانه کم‌تر از پنج درجهٔ سانتی‌گراد، تعریف می‌شود. بررسی شاخص طول فصل رشد ایستگاه ایلام نشان داد که در سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی این شاخص روند افزایشی و غیرمعنادار داشته است. در صورتی‌که نتایج ایستگاه ایوان‌غرب، در سایت‌های زوال ملەسیاه و تنگ دالاب شمالی و جنوبی روند افزایشی و معنادار داشته است. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۲ از ۲۸۰ روز به ۳۶۳ در انتهای دوره در سال ۲۰۱۹ رسیده است. به‌عبارتی ۸۳ روز بر طول فصل رشد اضافه شده است (شکل ۶). افزایش طول فصل رشد مبین تغییر هوا در جهت گرم شدن و گرمایش منطقه‌ای است. این افزایش دمایی موجب ظهور بهار زودرس و تأخیر در آغاز شرایط پاییز می‌شود که این افزایش در محدودهٔ سایت‌های زوال ملەسیاه و تنگهٔ دالاب به مراتب بیش‌تر از سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی به چشم می‌خورد و این مطلب حاکی از آن است که نواحی مرتفع‌تر و کوهستانی استان نیز دچار گرمایش منطقه‌ای ناشی از تغییر اقلیم و گرمایش جهانی شده‌اند.

هر چند افزایش طول دورهٔ رویش از آثار مثبت گرمایش جهانی به‌شمار می‌آید ولی بدیهی است پیامدهای گرم شدن و طولانی‌تر شدن فصل رویش عواقب وخیم‌تری از جمله افزایش نیاز آبی به‌علت طولانی‌تر شدن فصل گرم و افزایش تبخیر-تعرق و انطباق با دورهٔ رشد محصولات و گاهی ایجاد تنش آبی پوشش گیاهی، تغییر تاریخ کشت، ایجاد و اختلال در سازگاری در نواحی پیشین، تغییرات ساختمان و بافت خاک و تغییر در جمعیت و توزیع آفات، تغییر در عملکرد محصولات کشاورزی در سرزمین‌های جدید از نظر اقلیمی و کاهش تولید روستائی و مهاجرت روستائیان را به‌دنبال خواهد داشت. لذا مسئولین و برنامه‌ریزان باید این مهم را در برنامه‌ریزی‌های کوتاه و بلندمدت به‌منظور تأمین و حفظ امنیت غذایی و حفاظت از عرصه‌ها و منابع طبیعی کشور در نظر داشته باشند.

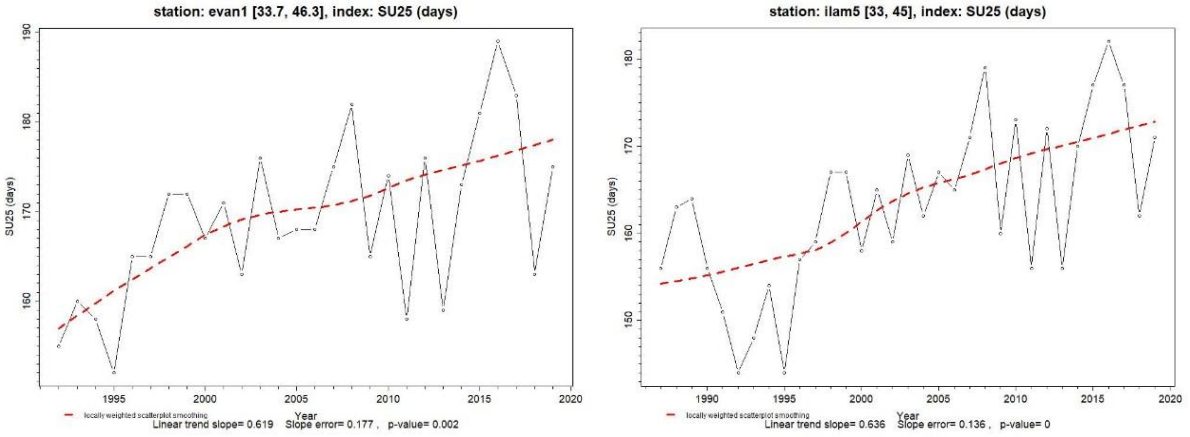
۳-٤- شاخص‌های بارشی شدت بارش

۳-٤-۱- تغییرات روند و معناداری شاخص روزهای خشک متوالی (بارش کم‌تر از یک میلی‌متر) (CDD)

بررسی روند تغییرات شاخص تعداد روزهای خشک متوالی در این ایستگاه ایلام نشان داد که در سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی این شاخص دارای روند کاهشی و غیرمعنادار است و روزهایی با بارش‌های کم‌تر از یک میلی‌متر در طی سال‌های مورد مطالعه از نوسانات زیادی برخوردار است. نتایج ایستگاه ایوان‌غرب در سایت‌های زوال ملەسیاه و تنگهٔ دالاب شمالی و جنوبی روند کاهشی و معنادار را نشان داد (شکل ۷). با توجه به تعریف این پارامتر، حساسیت آن به‌دلیل قرار گرفتن کشورمان در ناحیهٔ خشک و نیمه‌خشک خیلی زیاد نیست.

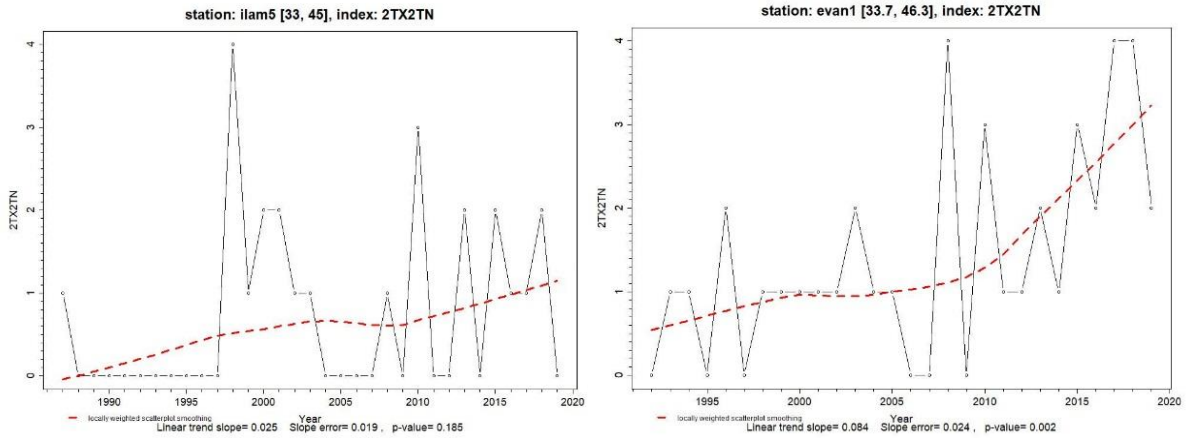
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



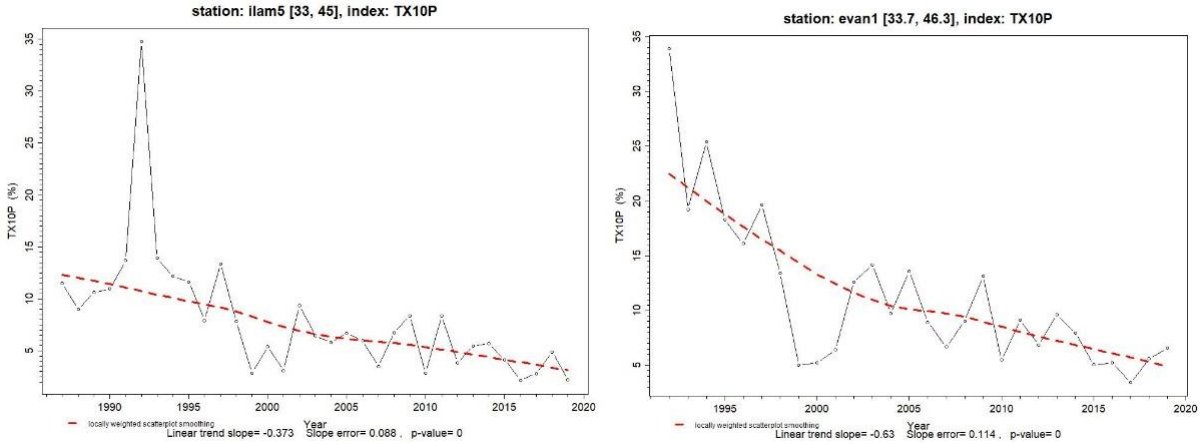
شکل ۳- تغییرات روند و معناداری شاخص روزهای گرم (تابستان) (SU25) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب

Figure 3- Trend changes and significance of hot days (summer) index (SU25) in Ilam and Ivan Gharb synoptic stations



شکل ٤- تغییرات روند و معناداری شاخص دو روز و دو شب متوالی گرم (TX2TN2) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب

Figure 4- Changes in the trend and significance of the index of two consecutive hot days and two nights (TX2TN2) in the synoptic stations of Ilam and Ivan Gharb

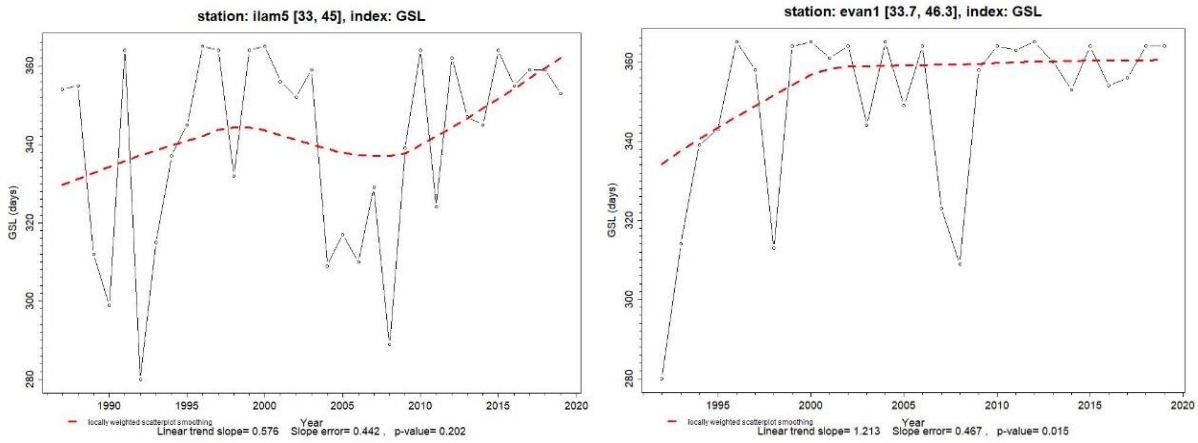


شکل ٥- تغییرات روند و معناداری شاخص درصد روزهای سرد (TX10p) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب

Figure 5- Trend changes and significance of cold days percentage index (TX10p) in Ilam and Ivan Gharb synoptic stations

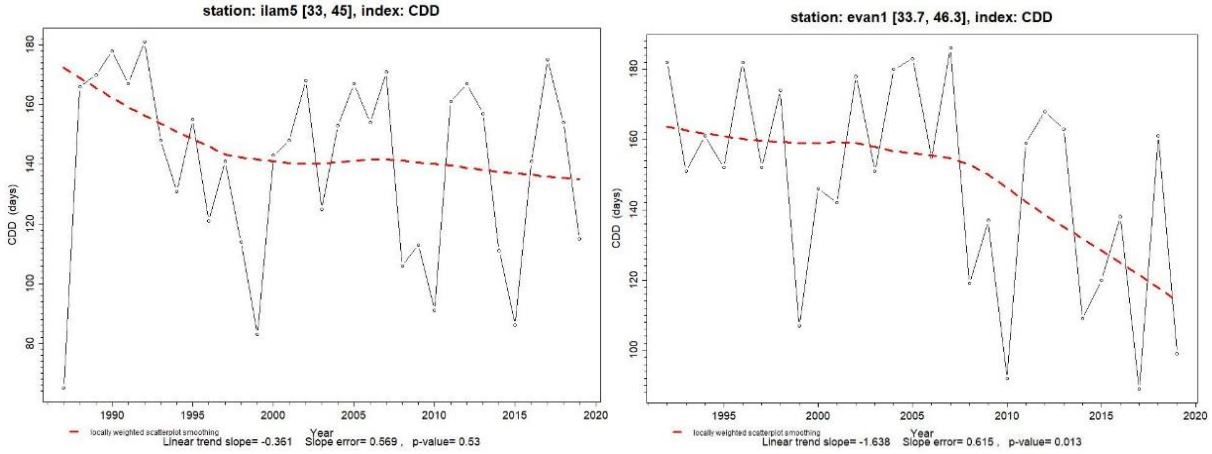
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ٦- تغییرات روند و معناداری شاخص شاخص طول فصل رشد (GSL) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب

Figure 6- Changes in the trend and significance of the growing season length index (GSL) in Ilam and Ivan Gharb synoptic stations



شکل ۷- تغییرات روند و معناداری شاخص روزهای خشک متوالی (بارش از یک میلی‌متر) (CDD) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایلام و ایوان‌غرب

Figure 7- Changes in the trend and significance of consecutive dry days index (rainfall less than 1mm) (CDD) in Ilam and Ivan Gharb synoptic stations

تغییر معنادار در متوسط داده‌های هواشناسی در طی یک دورهٔ زمانی معین، تغییر اقلیم نامیده می‌شود (Mander, 1994). آشکارسازی از نظر آماری، فرآیندی است برای نمایان ساختن تغییرات معناداری که نتوان آن‌ها را به تغییرات طبیعی مربوط دانست (IPCC, 2019). نتیجهٔ مطالعه شاخص‌های شکارکنندهٔ رخداد تغییر اقلیم در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داد:

۱) نتایج بررسی روند و معناداری شاخص‌های گرمایی آشکارسازی تغییر اقلیم نشان داد که از ۱۶ شاخص گرمایی مورد بررسی در ایستگاه ایوان، ۱۱ شاخص حدود۷۰ درصد و در ایلام تعداد نُه شاخص حدود ۵۶ درصد روند معناداری داشتند، که می‌توان نتیجه گرفت تغییرات اقلیم در ایستگاه ایوان‌غرب بیش‌تر از ایستگاه ایلام بوده است. شاخص‌های دمایی مبتنی بر گرما خصوصاً شاخص‌های مبتنی بر دمای حداکثر بیان‌گر تغییر قابل ملاحظه‌ای به سمت گرم‌تر شدن دارند. در حالی‌که شاخص‌های مبتنی بر دمای حداقل روند قابل‌توجهی را نشان نمی‌دهند، اما نشان‌گر افزایش حداقل‌های دما بعد از سال ۲۰۰۸ هستند.

۲) شاخص‌های دمایی مبتنی بر سرما از هشت شاخص مورد بررسی در ایستگاه ایوان‌غرب تعداد هفت شاخص حدود ۸۷ درصد و ایستگاه ایلام سه شاخص حدود ۳۸ درصد روند معنادار بوده است. نتایج شاخص‌های سرما در ایستگاه ایوان‌غرب بیان‌گر تغییر قابل ملاحظه به سمت گرم‌تر شدن دارند، اما در ایستگاه ایلام بیان‌گر گرم شدن هوا بعد از سال ۲۰۰۸ هستند.

۳) نتایج بررسی روند و معناداری شاخص‌های ترکیبی آشکارسازی تغییر اقلیم در ایستگاه ایوان‌غرب ۱۰۰ درصد و در ایستگاه

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

ایلام ۵۰ درصد روند معناداری را نشان دادند. شاخص‌های ترکیبی با توجه به افزایش طول دورهٔ رشد و روند تغییر در حداکثرهای دما تاییدی بر تغییر اقلیم در جهت افزایش دمای هوا است.

۴) نتایج بررسی روند و معناداری ۱۰ شاخص بارشی مربوط به فراوانی و شدت بارش‌های سنگین و طول دوره‌های خشک و مرطوب، تنها یک شاخص در ایستگاه ایوان‌غرب حدود ۱۰ درصد بوده است. ایستگاه ایلام تغییرات معناداری را از نظر شاخص بارشی نشان نداد.

جدول ٤- نتایج بررسی روند و معناداری (P-value) شاخص‌های آشکارسازی تغییر اقلیم (Significant: پنج درصد)

Table 4- The results of examining the trend and significance (P-value) of the climate change detection indicators (Significant: 5%)

ایستگاه ایوان‌غرب				ایستگاه ایلام				شاخص	نوع شاخص	ردیف
Pvalue	Linear Trend Slope	Significant	Trend	Pvalue	Linear Trend Slope	Significant	Trend			
0.37	0.06	No	+	0.78	0.01	No	+	TNn		1
0.07	0.07	Yes	+	0.12	-0.052	No	_	TNx		2
0.68	0.02	No	+	0.15	0.054	No	+	TXn		3
۰	0.09	Yes	+	۰	0.09	Yes	+	TXx		4
0.002	0.08	Yes	+	0.18	0.02	No	+	2TX2TN		5
0.002	0.62	Yes	+	۰	0.64	Yes	+	SU25		6
۰	0.90	Yes	+	۰	0.861	Yes	+	SU30		7
۰	0.26	Yes	+	۰	1.42	Yes	+	SU35	گرمایی	8
۰	1.21	Yes	+	۰	1.29	Yes	+	TX50p	(16)	9
۰	0.65	Yes	+	۰	0.75	Yes	+	TX90p		10
۰	0.4	Yes	+	0.05	-0.17	Yes	_	TN90p		11
۰	1.81	Yes	+	۰	1.5	Yes	+	WSDI2		12
0.01	0.92	Yes	+	0.02	0.4	Yes	+	WSDI6		13
0.17	0.04	No	+	0.45	0.02	No	+	CTX90pct_HWN		14
0.35	0.19	No	+	0.13	0.22	No	+	CTX90pct_HWF		15
0.59	0.03	No	+	0.33	0.06	No	+	CTX90pct_HWD		16
۰	-0.63	Yes	_	0	-0.37	Yes	_	TX10p		17
۰	-0.55	Yes	_	0.03	0.23	Yes	+	TN10p		18
۰	-0.15	Yes	_	0.64	-0.014	No	_	2TXb2TNb		19
۰	-1.72	Yes	_	0.04	0.52	Yes	+	CSDI2	سرمایی	20
۰	-1.24	Yes	_	0.63	0.03	No	=	CSDI6	(8)	21
0.01	-0.84	Yes	_	0.31	0.25	No	+	FD0		22
0.01	-0.61	Yes	_	0.54	0.11	No	+	FDm2		23
0.54	-0.024	No	_	0.98	0	No	=	ID0		24
0.03	0.021	Yes	+	0	0.14	Yes	+	DTR	ترکیبی	25
0.02	1.213	Yes	+	0.20	0.576	No	+	GSL	(2)	26
0.92	0.03	No	+	0.34	0.71	No	+	RX1day		27
0.48	0.49	No	+	0.38	0.91	No	+	RX2day		28
0.27	0.97	No	+	0.27	1.3	No	+	RX5day		29
0.58	0.64	No	+	0.31	-0.1	No	_	R10mm		30
0.56	0.14	No	+	0.91	-0.008	No	_	R20mm	بارشی	31
0.33	2.15	No	+	0.76	0.64	No	+	R95p	(10)	32
0.72	0.44	No	+	0.46	1.23	No	+	R99p		33
0.5	2.51	No	+	0.52	-2.13	No	_	PRCPTOT		34
0.013	-1.63	Yes	_	0.53	-0.3	No	_	CDD		35
0.85	-0.009	No	_	0.1	-0.05	No	_	CWD		36

جدول۵- نتایج بررسی روند و معناداری شاخص‌های آشکارسازی تغییر اقلیم

Table 5- The results of examining the trend and significance of climate change detection indicators

درصد روند معنی‌دار (تایید وقوع تغییر اقلیم)		فاقد روند معنی‌دار		دارای روند معنی‌دار		تعداد	نوع شاخص	ردیف
ایوان	ایلام	ایوان	ایلام	ایوان	ایلام			
68.8	**56**	**5**	**7**	**11**	**9**	**16**	گرما	1
87.5	38	1	5	7	3	8	سرما	2
100	50	0	1	2	1	2	ترکیبی	3
10	0	9	10	1	0	10	بارش	4
58.3	36	15	23	21	13	36	جمع	

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

٤- نتیجه‌گیری

گرمایش جهانی و رخداد تغییر اقلیم یک پدیدهٔ جهانی است که همهٔ بوم‌سازگان‌های طبیعی را متأثر کرده است. زوال جنگل ناشی از تغییرات اقلیمی یک پدیدهٔ جهانی است که بسیاری از گونه‌های درختی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Colangelo et al., 2018). یکی از مهم‌ترین چالش‌های منابع طبیعی ایران زوال جنگل‌های بلوط زاگرس است (Asgari et al., 2021). افزایش دما در سال‌های اخیر، فصل رویش بلوط ایرانی را طولانی‌تر کرده و با توجه به نبود بارندگی، شدت استرس‌های آبی برای این گونهٔ جنگلی افزایش یافته است (Sabernasab et al., 2020). شناخت اندازهٔ رخداد تغییر اقلیم در بوم‌سازگان زاگرس براساس شاخص‌های استاندارد آشکارکنندهٔ تغییر اقلیم می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان را در عملیات اجرایی در راستای سازگاری با شرایط به وجود آمده برای حفظ و احیاء کمک کند (Dargahian and Pourhashemi, 2022). نتایج شاخص‌های استاندارد آشکارکنندهٔ تغییر اقلیم به شرح زیر به‌دست آمد:

۱) شاخص‌های گرمایی دمایی مبتنی بر گرما خصوصاً شاخص‌های دمای حداکثر بیان‌گر تغییر قابل ملاحظه‌ای به سمت گرم‌تر شدن دارند. شکل ۳ نشان می‌دهند این افزایش در حداکثرهای دما از سال ۱۹۹۹ در سایت‌های سراب و ۲۰۰۰ در سایت‌های تنگهٔ دالاب و ملهسیاه شدت یافته است و موجب پیدایش روزهای گرم و فوق‌العاده گرم شده است. این مسأله تحت تأثیر گرمایش جهانی ناشی از عوامل طبیعی و انسانی است که مطالعات صورت گرفته بیان‌گر شروع آن از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ میلادی و شدت یافتن آن پس از سال ۲۰۰۰ میلادی است (Mbow et al., 2017).

۲) شاخص‌های مبتنی بر دمای حداقل روند قابل‌توجهی را نشان نمی‌دهند، اما نشان‌گر افزایش حداقل‌های دما بعد از سال ۲۰۰۸ به‌خصوص در ایستگاه سینوپتیک ایوان‌غرب هستند که ادامهٔ این روند می‌تواند تأثیر گرمای زمین روی حداقل‌های دما و بروز شب‌های گرم و حاره‌ای را در پی داشته باشد.

به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد گرمایش زمین در ایستگاه ایلام موجب افزایش تعداد روزهای گرم‌تر و کاهش تعداد روزهای خنک‌تر و در ایستگاه ایوان‌غرب علاوه بر افزایش تعداد روزهای گرم با تداوم زیاد، موجبات پیدایش شب‌های گرم‌تر در نواحی کوهستانی استان را نیز فراهم نموده است. نتایج این قسمت با تحقیق‌های Ghiami Shomami et al. (2012)، Ghavidel Rahimi et al. (2020) و Dargahian and Pourhashemi (2022) مبنی بر افزایش تعداد روزهای گرم و معنادار بودن افزایش دما هم‌خوانی دارد. فراوانی رخداد موج گرم در ایستگاه ایلام در بازهٔ مورد مطالعه ۳۷ رخداد و در ایستگاه ایوان‌غرب ۴۶ رخدا بوده است که بیش‌ترین آن در ایستگاه ایلام و در سال ۲۰۱۵ و در ایستگاه ایوان در سال ۲۰۱۷ رخ داده است. تداوم موج‌های گرم در ایستگاه ایوان‌غرب بیش‌تر از ایستگاه ایلام بوده به گونه‌ای که ایستگاه ایلام شش دوره موج گرم و ایستگاه ایوان‌غرب هفت دوره موج گرم یک تا هفت ساله را تجربه کرده‌اند. به‌طورکلی مطالعهٔ موج‌های گرم از نظر فراوانی رخداد، فراوانی تعداد روز همراه با موج گرم و تداوم موج گرم نشان داد که طی دورهٔ مطالعه نواحی شمالی و شمال‌غرب استان با دوره‌های متعدد موج گرم مواجهه شده که این دوره‌ها با فراوانی و تداوم بیش‌تر در شمال‌غرب استان (سایت‌های ملهسیاه و تنگهٔ دالاب) نسبت به شمال (سایت‌های سراب) استان رخ داده که این مطلب تأییدی برگرم شدن نواحی مرتفع‌تر کوهستانی در نتیجهٔ پدیدهٔ تغییر اقلیمی است. شاخص‌های دمایی مبتنی بر سرما در ایستگاه ایوان‌غرب بیان‌گر تغییر قابل ملاحظه‌ای به سمت کاهش یخبندان و سرما و تداوم آن و گرم‌تر شدن دارند و در ایستگاه ایلام بیان‌گر کاهش سرما و گرم شدن هوا بعد از سال ۲۰۰۸ هستند.

روند افزایشی مقدار شاخص DTR با شیب افزایشی نرم‌تر از ایستگاه ایلام مبین تغییر در حداکثرهای دما و تا حدی حداقل‌های دما دراین ایستگاه بوده و بیان‌گر وقوع روزهای گرم و فوق‌العاده گرم و شب‌های گرم و حاره‌ای در طول دورهٔ آماری در محدودهٔ سایت‌های زوال ملهسیاه و تنگهٔ دالاب شمالی و جنوبی است. افزایش طول فصل رشد مبین تغییر هوا در جهت گرم شدن و گرمایش منطقه‌ای است. این افزایش دما موجب ظهور بهار زودرس و تأخیر در آغاز شرایط پاییز می‌شود که این افزایش در محدودهٔ سایت‌های زوال ملهسیاه و تنگهٔ دالاب به‌مراتب بیش‌تر از سایت‌های زوال سراب شمالی و جنوبی به چشم می‌خورد و این حاکی از آن است که نواحی مرتفع‌تر و کوهستانی استان دچار گرمایش منطقه‌ای ناشی از تغییر اقلیم و گرمایش جهانی شده‌اند.

شاخص‌های ترکیبی با توجه به افزایش طول دورهٔ رشد و

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

افزایش روند تغییر در حداکثرهای دما تأییدی بر تغییر اقلیم در جهت افزایش دمای هوا و گرمایش منطقه است. هـر چند افزایش طـول دورهٔ رویش از آثار مثبت گرمایش جهانی به‌شمار می‌آید، ولی بدیهی است پیامدهای گرم شدن و طولانی‌تر شدن فصل رویش عواقب وخیمی از جمله افزایش نیاز آبی به‌علت طولانی‌تر شدن فصل گرم و افزایش تبخیر–تعرق و انطباق با دورهٔ رشد محصولات و گاهی ایجاد تنش آبی پوشش گیاهی، تغییر تاریخ کشت، ایجاد و اختلال در سازگاری در نواحی پیشین، تغییرات سـاختمان و بافت خـاک و تغییر در جمعیت، توزیع و افزایش دامنهٔ فعالیّت برخی از آفت‌ها و عوامل ناقل بیماری، صدمه و آسیب به برخی از محصول‌های کشاورزی و تغییر در عملکرد محصولات کشاورزی در سرزمین‌های جدید از نظر اقلیمی و کاهش تولید روستائی و مهاجرت روستائیان را به‌دنبال خواهد داشت. لذا، مسئولین و برنامه‌ریزان باید در برنامه‌ریزی‌های کوتاه و بلند مدت به‌منظور تأمین و حفظ امنیت غذایی و حفاظت از عرصه‌ها و منابع طبیعی کشور این را مهم بدانند.

روند شاخص‌های بارش در محدودهٔ سایت‌های مطالعاتی مانند دیگر نقاط از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کنند و دارای نوسانات فراوانی هستند. شاخص‌های مربوط به فراوانی و شدت بـارش‌هـای حدی و طول دوره‌های خشک و مرطوب تغییرات معناداری نداشته اما از سال ۲۰۰۸–۲۰۰۹ کاهش مقطعی را با شیب بیش‌تر در ایستگاه ایوان‌غرب نشان دادند. یکی از ویژگی‌های رخداد تغییر اقلیم در منطقهٔ نوسانات شدید بارش می‌باشد که منجر به بروز دو پدیدهٔ مخرب خشکسالی و سیل می‌شود. بارش روند معناداری نداشته ولی اگر به نمودار شکل ۷ دقت کنید روند از سال ۲۰۰۸ که گرمایش جهانی رخداده است روند کاهشی را مشاهده می‌کنیم. چه بسا اگر محدودهٔ داده‌ها را از ۲۰۰۸ به بعد در نظر بگیریم روند معنادار شود. لذا، توجه به روند افزایشی و کاهشی آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و جنگل و مدیریت منابع آب کشور خصوصاً با هدف حفاظت از عرصه‌های منابع طبیعی ضروری است. نتایج این قسمت با نتایج مطالعهٔ Sofi and Alijani (2012) که روند معناداری را در سری مجموع بارش و فراوانی روزهای بارشی سالانهٔ ایستگاه‌های زاگرس مشاهده نکردند، مطابقت دارد. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت؛ منطقهٔ رویشی زاگرس در استان ایلام تغییرات شدید دمایی، از نوع گرمایشی را طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ تجربه کرده است و نمود تغییر اقلیم در شمال ناحیهٔ رویشی زاگرس از نوع افزایش دما بوده که گسترهٔ آن از سال ۲۰۰۸ به بعد به نواحی شمال غرب این ناحیه نیز کشیده شده است. هم‌چنین، نتایج نشان داد در سایت‌های زوال علاوه‌بر افزایش دما، بارش‌های حدی افزایش یافته است. لذا، می‌توان گفت وقوع پدیدهٔ تغییر اقلیم باعث ایجاد افزایش دما، وقوع سیلاب‌ها، ظهور خشکسالی‌ها و ایجاد پدیدهٔ گرد و غبار خصوصاً از سمت کشورهای همسایه و تشدید آن در داخل کشور شده که تمامی این عوامل از عوامل شروع کننده زوال درختان بلوط زاگرس در استان ایلام هستند. آن‌چه مهم به‌نظر می‌رسد انجام اقدامات لازم در جهت پیش‌گیری و کاهش اثرات ناشی از تغییر اقلیم است. که این دو اقدام می‌تواند در کاهش اثرات ناشی از شدت و خطر سیلاب‌ها نیز مؤثر و مفید واقع شود. بنابراین، مدیران و برنامه‌ریزان بوم‌سازگان جنگلی باید راه‌کارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی را جهت حفظ و احیـاء در دستور کار برنامه‌های اجرایی خود داشته باشند تا زاگرس بتواند به‌عنوان یک بوم‌سازگان جنگلی ادامهٔ حیات داشته باشد. با وجودی که رخداد پدیدهٔ تغییر اقلـیم یکی از مهم‌تـرین عوامـل خشکیدگی و زوال جنگل‌هـای زاگـرس اسـت امـا حفاظـت و احیاء بوم‌سازگان‌های جنگلی بلوط می‌توانـد بـه کـاهش انتشـار گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم کمـک کنـد.

سپاسگزاری

این تحقیق از پروژهٔ ملی آشکارسازی روند تغییر اقلیم و پایش خشکسالی و گرد و غبار در سایت‌هـای زوال جنگـل‌هـای زاگـرس مصـوب مؤسسـهٔ تحقیقـات جنگل‌هـا و مراتـع کشـور با حمایت سازمان هواشناسی صورت گرفته است. بدین‌وسیله نویسندگان برخود لازم می‌دانند مراتب سپاسگزاری صمیمانهٔ خود را از مسئولین مؤسسه و سازمان هواشناسی کشور به عمل آورند.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این تحقیق وجود ندارند.

دسترسی به داده‌ها

داده‌ها و نتایج استفاده شده در تحقیق حاضر از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مشارکت نویسندگان

سکینه لطفی‌نسب اصل: انجام تحلیل‌های نرم‌افزاری/آماری، بازبینی مقاله، تحلیل‌های آماری؛ **آزاده گوهردوست:** نگارش، ویرایش مقاله و کنترل نتایج؛ **فاطمه درگاهیان:** راهنمایی، مشاوره و مفهوم‌سازی

منابع

احمدی، رضا، فتحی، حجت‌اله، نوری‌نژاد، جلال، و جعفرزاده، علی‌اکبر (۱۳۹۷). نقش عوامل اقلیمی (گرد و غبار، بارندگی و دما) بر زوال و مرگ درختان بلوط در استان ایلام. دومین همایش بین‌المللی گرد و غبار، دانشگاه ایلام.

امیر احمدی، بهمن، ذوالفقاری، ر، و میرزایی محمدرضا (۱۳۹۴). ارتباط بین خشکیدگی درختان بلوط ایرانی با عوامل محیطی و خصوصیات جنگل‌شناسی در جنگل حفاظتی دنا. *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، :20.1001.1.24237140.1394.3.6.3.3. dor ۲۷-۱۹ (۶)۳

بادەیان، ضیاءالدین، و عظیم نژاد، زهرا (۱۳۹۴). بررسی مقدماتی علل زوال بلوط در جنگل‌های زاگرس. کنفرانس جهانی رویکردهای نوین در کشاورزی و محیط زیست در راستای توسعه پایدار و تولید ایمن، دانشگاه شیراز.

پورهاشمی، مهدی، جهانبازی حسن، حسین‌زاده جعفر، بردبار، سیدکاظم، ایرانمنش، یعقوب، و خداکرمی، یحیی (۱۳۹۶). پیشینه زوال جنگل‌های بلوط زاگرس. *طبیعت ایران*، ۲(۱)، doi:10.22092/irn.2017.109535 .۳۷-۳۰

حسین‌زاده، جعفر، محمدپور، ماشاءالله، و اعظمی، ایاد (۱۳۹۸). تأثیر ذخیره نزولات جوی بر بهبود وضعیت درختان بلوط ایرانی دچار خشکیدگی (مطالعه موردی: جنگل‌های چوار استان ایلام). *تحقیقات حمایت و حفاظت از جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۱۷(۱)، doi:4.121774.2018.ijfrpr/22092.1.۲۵-۱۴

درگاهیان، فاطمه، و پورهاشمی، مهدی (۱۴۰۱). رخداد تغییر اقلیم براساس شاخص‌های دمایی سرد در اکوسیستم جنگلی زاگرس مرکزی. *پژوهش و توسعه جنگل*، ۸(۲)، ۲۱۵-۱۹۷. doi:10.30466/JFRD.2022.53946.1579

درگاهیان، فاطمه، حیدر نژاد، سمیه، و رضوی‌زاده، سمانه (۱۴۰۱) بررسی روند تغییرات ویژگی‌های امواج گرمایی مرتبط با تغییر اقلیم (مطالعه موردی: شهرستان یزد). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۸(۳)، ۵۶۴-۵۷۷. doi: 25020.2021.ijrdr/22092.1

دشت بزرگی، آمنه، علجانی، بهلول، جعفرپور، زین‌العابدین، و شکیبا، علی‌رضا (۱۳۹۴). شبیه‌سازی شاخص‌های حدی دمای استان خوزستان بر اساس سناریوهای RCP. *جغرافیا و مخاطرات طبیعی*، ۴(۴)، ۱۰۵-۱۲۴. doi: 10.22067/GEO.V4I4.47304

دفتر مرجع ملی هیات بین‌المللی تغییر اقلیم (IPCC) پژوهشکده اقلیم شناسی–مشهد (۱۳۹۶). آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم‌انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن بیست و یکم.

رحیمیانی ایرانشاهی، حمید، مرادی، حمیدرضا، و جلیلی، خلیل (۱۴۰۱). روند تغییرات بارش و دما در مقیاس‌های زمانی مختلف در حوزۀ آبخیز کرخه. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۲(۲)، ۱-۱۴. doi:10.22098/MMWS.2022.9520.1048

شیراوند، هنگامه، خالدی، شهریار، و بهزادی، سعید (۱۳۹۸). ارزیابی و پیش‌بینی خشکیدگی جنگل‌های بلوط زاگرس میانی (بخش لرستان) با رویکرد تغییر اقلیم. *تحقیقات حمایت و حفاظت از جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۱۷(۱)، ۶۴-۸۱. doi:10.22092/ijfrpr.2019.119992

شیراوند، هنگامه، و هاشمی، محمدناصر (۱۳۹۵). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر امنیت ملی پایدار. کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار، وزارت کشور، ۶۹۱-۷۰۵.

صابرنسب، محمد، جمالی، صمد، معرفت، علیرضا، و عباسی، سعید (۱۳۹۹). مقایسه بیماریزایی بیمارگرهای عامل سرخشکیدگی و زوال درختان بلوط در استان کرمانشاه. *دانش گیاه پزشکی ایران*، ۵۴(۱)، ۷۹-۹۲. doi:10.22059/ijpps.2020.293088.1006920

صوفی، معصومه، و علیجانی، بهلول (۱۳۹۱). تغییر اقلیم در ناهمواری‌های زاگرس. *جغرافیایی سرزمین*، ۹(۲)، ۴۷-۶۶

عسگری، شمس‌اله، رضیئی، طیب، حسینی، احمد، و نجفی فر، علی (۱۴۰۰). تحلیل زمانی-فضایی خشکسالی و خشکیدگی درختان بلوط جنگل‌های زاگرس در استان ایلام. *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*، ۹(۱۷). doi:20.1001.1.24237140.1400.9.17.10.4.۹۶-۸۶

عطارد، پدرام، صادقی، سید محمد معین، طاهری سرتشنیزی، فریدون، ساروئی، سعید، عباسیان، پریسا، مسیحپور، مهرنوش، کردستمی، فرشته، و دریکوندی، آرش (۱۳۹۴). اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیر و تعرق بر زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان. *تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران*. doi:10.22092/IJFRPR.2016.106018..۱۱۴-۹۸(۲)۱۳،

قویدل رحیمی، یوسف، فرجزاده، منوچهر، و قهرمانی، بشیر (۱۳۹۸). کاربرد روش تحلیل مقادیر فرین در مخاطره اقلیم‌شناسی امواج گرمایی جنوبی ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۶(۲)، doi:10.29252/jsaeh.6.2.1 .۲۰-۱

قیامی شمامی، فرشته، معروفی، صفر، سبزی‌پرور، علی‌اکبر، زارع ابیانه، حمید، و حیدری، مجید (۱۳۹۰). آشکارسازی تغییر اقلیم در غرب ایران با توجه به تغییرات دما. *مهندسی آبیاری و آب*، ۲(۲)، ۱۰-۲۵.

مهدوی، علی، میرزایی‌زاده، وحید، نیک نژاد، مریم، و کرمی، امید (۱۳۹۴). بررسی و پیش‌بینی زوال درختان بلوط با استفاده از مدل رگرسیون

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

لجستیک (مطالعه موردی: جنگل‌های بیوره ملکشاهی-ایلام). *تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۱۳(۱)، ۲۰-۳۳. doi:10.22092/IJFRPR.2015.102389

ناصری کریموند، صدیقه، پورسرتیپ، لادن، مرادی، مصطفی، و سوسنی، جواد (۱۳۹۵). اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر رویش سالیانه بلوط ایرانی (Quercus brantti Lindl). *پژوهش و توسعه جنگل*، ۲(۱) ۶۳-۷۱.

References

Ahmadi, R., Fathi, H., Nouri Nejad, J., & Jafarzadeh A. (2018). The role of climatic factors (dust, rainfall and temperature) on the decline and death of oak trees in Ilam province. 2nd International Dust Conference, Ilam, Iran, Pp. 187-195. [In Persian]

Amir Ahmadi, B., Zolfaghari, R., & Mirzaei, M.R. (2015). Relation between Dieback of Quercus brantiiLindl. Trees with Ecological and Sylvicultural Factors, (Study Area: Dena Protected Area). *Ecology of Iranian Forest*, *3*(6), 19-27 dor:20.1001.1.24237140. 1394.3.6.3.3. [In Persian]

Asgari, S., Razi, T., Hosseini, A., & Najafifar, A. (2021). Temporal-spatial analysis of drought and oak trees dieback of Zagros forests in Ilam Province. *Ecology of Iranian Forest*, *9*(17), 86-96 dor:20.1001.1.24237140.1400.9. 17.10.4. [In Persian]

Attarod, P., Sadeghi, S.M., Taheri Sartshanizi, F., Saroei, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., & Dirikvandi, A. (2016). The effect of climatic factors and evapotranspiration on the decline of Central Zagros forests in Lorestan province. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *13*(2), 97-112. doi: 10.22092/IJFRPR.2016.106018. [In Persian]

Badehian, Z., & Azimnezhad, Z. (2016). Preliminary study on the causes of oak decline in Zagros forests. World Conference on New Approaches in Agriculture and Environment for Sustainable Development and Safe Production, Shirz, Iran, Pp. 854-864. [In Persian]

Colangelo, M., Camarero, J.J., Borghetti, M., Gentilesca, T., Oliva, J., Redondo, M.A., & Ripullone, F. (2018). Drought and Phytophthora are associated with the decline of oak species in southern Italy. *Frontiers in Plant Science*, 1595.

Dargahian, F., & Pourhashemi, M. (2022). Detection of climate change based on cold temperature indices in the forest ecosystem of Central Zagros. *Forest Research and Development*, *8*(2), 197-215. doi:10.30466/JFRD.2022.53946.1579. [In Persian]

Dargahian, F., Heidarnejad, S., & Razavizadeh, S. (2021). Investigating the trend of changes in the heat wave properties related to climate change in arid regions (Case Study: Yazd City). *Iranain Journal Range and Desert Research*, *28*(3), 564-577. doi:25020.2021.ijrdr/22092.1. [In Persian]

Dashtbozorgi, A., Alijani, B., Jafarpour, Z., & Shakiba, A. (2016). Simulatiing extreme temperature indicators based on RCP scenarios: the case of Khuzestan province. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *4*(4), 105-124. doi:10.22067/GEO.V4I4.47304. [In Persian]

Ghavidel Rahimi, Y., Farajzadeh, M., & Ghahramani, B. (2020). The application of extreme value analysis method in heat wave hazard climatology; case study in Mid-Southern Iran. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, *6*(2), 1-20. doi:10.29252/jsaeh.6.2.1 [In Persian]

Ghiami Shomami, F., Marofi, S., Sabziparvar, A., Zareabyane, H., & Heydari, M. (2012). Detection of climate change using air temperature series in the west of Iran. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, *2*(2), 10-25. [In Persian]

Hosseinzadeh, J., Mohammadpour, M., & Aazami, A. (2019).The impact of rainwater harvesting on improving the condition of Iranian Oak declined trees (Case study: Chavar forests of Ilam province). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *17*(1), 14-25 doi:4.121774.2018.ijfrpr/22092.1. [In Persian]

IPCC. (2019). Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. https://www.ipcc.ch/srccl/

Lisa Alexander, C. (2015). WMO CCl Expert Team on Sector-specific Climate Indices (ET SCI). Workshop, Nadi, Fiji.

Mahdavi, A., Mirzaei Zadeh, V., Niknezhad, M., & Karami, O. (2015). Assessment and prediction of oak trees decline using logistic regression model (Case study: Bivareh forest, Malekshahi-

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Ilam). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *13*(1), 20-23. doi:10.22092/IJFRPR.2015.102389. [In Persian]

Mbow, H.O.P., Reisinger, A., Canadell, J., & O'Brien, P. (2017). Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SR2). Ginevra, *IPCC*, 650.

Mander, W.J. (1994). Dictionary of global climatic change. 2nd Revised ed., VCL Press, London.

Naseri Karimvand, S., Poursartip, L., Moradi, M., & Soosani, J. (2016). Dynamic effects of climate variables (temperature and precipitation) on the annual diameter growth of Iranian oak (Quercus brantti Lindl). *Forest Research and Development*, *2*(1), 63-71. [In Persian]

Pourhashemi, M., Jahanbazi Goujani, H., Hoseinzadeh, J., Bordbar, S., Iranmanesh, Y., & Khodakarami, Y. (2017). The history of oak decline in Zagros forests. *Iran Nature*, *2*(1), 30-37. doi:10.22092/irn.2017.109535 [In Persian]

Rahimiani Iranshahi, H., Moradi, H., & Jalili, Kh., (2022). Trend of precipitation and temperature changes at different time scales in the Karkheh Watershed. *Water and Soil Management and Modeling*, *2*(2), 1-14 doi:10.22098/ MMWS.2022.9520.1048. [In Persian]

Redden, R.J., Hatfield, J.L., Vara Prasad, P.V., Ebert, A.W., Yadav, S.S., & O'Leary, G.J. (2014). Temperature ،climate change, and global food security. Temperature and Plant Development. *John Wiley & Sons*, 181-202.

Research Institute of Climatology – Mashhad. (2016). Revealing, Evaluating the Effects and Prospects of Climate Change in Iran, during the 21st century. Pp 45. [In Persian]

Sabernasab, M., Marefat, A., & Abbasi, S. (2020). Pathogenicity evaluation of pathogenic fungi causing of oak tree dieback in Kermanshah province. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, *51*(1), 79-92. doi:10.22059/ijpps. 2020.293088.1006920. [In Persian]

Shiravand, H., & Hashemi, M.H. (2015). Investigating the effects of climate change on sustainable national security. National Conference on passive Defense & Sustainable Development. *Ministry of Interior*, 691-705. [In Persian]

Shiravand, H., Khaledi, Sh., & Behzadi, S. (2019). Evaluation and prediction of decline of Oak forests in middle Zagros (Lorestan section) with a climate change approach. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *17*(1), 64-81. doi: 10.22092/ijfrpr.2019.119992. [In Persian]

Sofi, M., & Alijani, B. (2012). Climate change in the Zagros region. *Geographical Journal of Territory*, *9*(2), 47-66. [In Persian]

Archive of SID.ir