

تحلیل وضعیت پوشش گیاهی و ارتباط آن با عناصر آب و هوایی (مطالعه موردی: مراتع شهرستان جیرفت)

سمیه جزینی زاده^۱، زهره ابراهیمی خوسفی^{۲*}، بهاره پارسا مطلق^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲

چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل روند تغییرات شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) و پارامترهای اقلیمی و بررسی ارتباط بین آن‌ها در مراتع شهرستان جیرفت است. بدین منظور از محصول NDVI سنجنده مودیس (MOD13A3) و داده‌های اقلیمی مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. روند تغییرات پوشش گیاهی و متغیرهای اقلیمی با استفاده از آزمون من-کندال و ارتباط بین آن‌ها با استفاده از رگرسیون چندمتغیره بررسی شد. در مرتع فراش ساردو، تغییرات پوشش گیاهی روندی افزایشی در مقیاس سالانه و فصول زمستان و بهار نشان داد ($Z > 1/96$). در مرتع کل‌بیدو، روندهای افزایشی معنی‌داری در همه مقیاس‌های زمانی به جز تابستان مشاهده شد و در مرتع شوروئیه، هیچ‌گونه روند معنی‌داری مشاهده نشد ($Z < 1/96$). در مرتع فراش ساردو، روند افزایشی معنی‌دار در پارامتر سرعت باد و روند کاهش معنی‌دار در دمای نقطه شبنم مشاهده شد. در مرتع کل‌بیدو، تبخیر و میانگین دمای حداقل، روند افزایشی معنی‌دار و فشار هوا، رطوبت نسبی و دما روند کاهش معنی‌دار را نشان دادند. در مرتع شوروئیه، روند افزایشی معنی‌دار در پارامترهای تبخیر و دمای حداقل و روند کاهش معنی‌دار در مقادیر دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی، فشار هوا و دمای متوسط مشاهده شد. مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مؤثر بر تغییرات NDVI، تغییرات بارندگی، دمای متوسط هوا، فشار هوا، تبخیر و سرعت باد شناسایی گردید. به‌طور کلی، میزان اثرپذیری مراتع فراش ساردو و شوروئیه از متغیرهای اقلیمی به ترتیب ۳۳٪ و ۳۶٪ و برای مرتع کل‌بیدو ۶۸٪ برآورد شد که این نتایج نقش مهم عوامل اقلیمی را در تغییرات پوشش گیاهی مراتع مطالعاتی نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پوشش گیاهی، سنجش از دور، متغیرهای اقلیمی، روند تغییرات، شهرستان جیرفت.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

۲. دانشیار بیابان‌زدایی، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، Zohreebrahimi2018@ujiroft.ac.ir

۳. استادیار آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه جیرفت است.

مقدمه

برخی از پدیده‌ها و عوارض سطح زمین نظیر پوشش گیاهی در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی، به مرور زمان دچار تغییر می‌شوند و شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است (دابنی^۱، ۲۰۱۰). شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی NDVI^۲ از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که در زمینه مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده است. این شاخص بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی دارد و در مقابل اثرات جوی و زمینه خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کمتری دارد (راندکس^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج بررسی پایش اثرات خشکسالی بر پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی استان لرستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS نشان داد که این تصاویر می‌تواند برای پایش خشکسالی در مناطق کوهستانی مورد استفاده قرار گیرد و یافته‌های حاصل از آن برای اقدامات مدیریتی به کار گرفته شود (عارفیان و همکاران، ۲۰۲۰). محققان با تحلیل تغییرات زمانی پوشش گیاهی مراتع غرب استان کرمان با استفاده از داده‌های سطح ۳ سنجنده مودیس و ارتباط آن با عوامل اقلیمی گزارش کردند که مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر بر تغییر وضعیت پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی آن‌ها به ترتیب متوسط دمای کمینه، بارش ماهیانه و سرعت وزش بادهای سطحی بوده است (ابراهیمی خوسفی و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج حاصل از پایش پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مراتع دماوند نشان داد به‌رغم اینکه مساحت مراتع کم‌تراکم و نیمه‌متراکم در سال ۲۰۰۵ و مراتع متراکم در سال ۲۰۱۰ افزایش پیدا کرده است، در مجموع در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، سطح هر سه نوع مرتع کاهش یافته، در حالی که اراضی فاقد پوشش به‌میزان قابل توجه و اراضی باغی و کشاورزی به‌میزان کم افزایش داشته‌اند (کریمی و همکاران، ۲۰۲۰). در بررسی تغییرات مکانی و

زمانی خشکسالی برای یک دوره ۱۷ ساله در مغولستان نشان داده شد که خشکسالی اثر معنی‌داری بر تغییرات NDVI داشته است (نانزاد^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی دیگر، ارتباط بین تغییرات اقلیم و پوشش گیاهی در فلات لس طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی نشان داده که NDVI روند افزایشی در این منطقه داشته است (شای^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). تغییرات زمانی و مکانی NDVI در رودخانه نیل از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۲۰ توسط ما و همکارانش (۲۰۲۱) با استفاده از آزمون من-کندل مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهشگران دریافتند که روند تغییرات پوشش گیاهی در این منطقه کاهش و بیشتر تحت تأثیر تغییرات دما بوده است (ما^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به آسیب‌پذیرتر بودن مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به تغییرات اقلیم، بررسی و ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در این مناطق از اهمیت بسزایی برخوردار است. از این‌رو، تحلیل تغییرات پوشش گیاهی و شناسایی عوامل اقلیمی مؤثر بر آن در مراتع شهرستان جیرفت که دارای اکوسیستم‌هایی آسیب‌دیده و شکننده و تحت حاکمیت اقلیم خشک و نیمه‌خشک است، از اهمیت زیادی برخوردار است.

در بسیاری از پژوهش‌های گذشته به تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی و یا بررسی ارتباط بین عوامل اقلیمی و پوشش گیاهی پرداخته شده است؛ در حالی که در پژوهش حاضر، این دو موضوع به‌طور هم‌زمان مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، مناطق مورد مطالعه مراتعی با تراکم‌های مختلف از پوشش گیاهی‌اند که انتظار می‌رود دستاوردهای مختلفی را به دنبال داشته باشد. بر این اساس، اهداف اصلی تحقیق حاضر عبارت‌اند از:

- الف. بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی سه مرتع فراش ساردو (متراکم)، کل‌بیدو (نیمه‌متراکم) و شوروثیه (کم‌تراکم) در شهرستان جیرفت.
- ب. تحلیل ارتباط تغییرات پوشش گیاهی با عوامل اقلیمی در مراتع مورد مطالعه.

4. Nanzad
5. Shi
6. Ma

1. Dabeny
2. Normalized Difference Vegetation Index
3. Rondeaux

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{(\text{var}(S))^{\frac{1}{2}}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{(\text{var}(S))^{\frac{1}{2}}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}(S) = \{n(n-1)(2n+5)\} \quad (3)$$

سپس، اقدام به برقراری روابط رگرسیونی بین متغیرهای مستقل و وابسته با استفاده از رگرسیون خطی چندگانه به روش گام‌به‌گام شد. ارتباط خطی بین متغیرهای مستقل X_1, X_2, \dots, X_n و متغیر Y در این روش با استفاده از رابطه (۴) به شرح زیر است (جین^۳ و همکاران، ۲۰۱۸):

$$Y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n + e \quad (4)$$

که a_0 عرض از مبدأ و پارامترهای a_1, a_2, \dots, a_n ضرایب رگرسیونی هستند (کلایمر و رودیگوز،^۴ ۲۰۱۷). به‌منظور مقایسه و ارزیابی عملکرد مدل‌های به‌دست‌آمده، از دو معیار میانگین مربعات خطا (رابطه ۵) و ضریب تعیین (رابطه ۶) استفاده شد. درنهایت براساس مدل منتخب، مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر بر تغییر وضعیت پوشش گیاهی مراتع مطالعاتی شناسایی شد.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(Q_0 - Q_e)^2}{N}} \quad (5)$$

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n (Q_0 - \bar{Q}_0)(Q_e - \bar{Q}_e))^2}{\sum_{i=1}^n (Q_0 - \bar{Q}_0)^2 \sum_{i=1}^n (Q_e - \bar{Q}_e)^2} \quad (6)$$

که N بیانگر تعداد مشاهدات، Q_0 مقدار مشاهده متغیر وابسته، Q_e مقدار تخمینی متغیر وابسته، \bar{Q}_e میانگین مقادیر تخمینی، \bar{Q}_0 میانگین مقادیر مشاهده‌ای متغیر وابسته هستند.

نتایج

روند تغییرات پوشش گیاهی در مراتع فراش ساردو،

شورروئیه و کل‌بیدو طی دوره مطالعاتی ۲۰۱۸-۲۰۰۰

مقادیر فصلی و سالانه شاخص NDVI در مرتع فراش ساردو، کل‌بیدو و شورروئیه به‌ترتیب در شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) و نتایج حاصل از تحلیل روند تغییرات آن‌ها در

مواد و روش‌ها

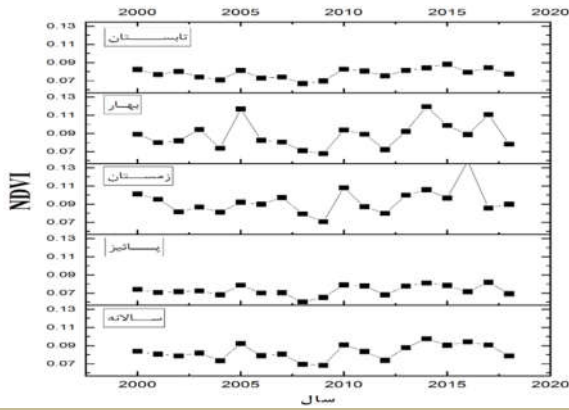
منطقه مورد مطالعه

شهرستان جیرفت در فاصله ۲۴۵ کیلومتری استان کرمان و در جنوب شرقی این استان واقع شده و بین طول‌های جغرافیایی $10^{\circ} 51' 50''$ و $56^{\circ} 51' 50''$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $28^{\circ} 18' 00''$ و $29^{\circ} 03' 30''$ شمالی قرار گرفته است. تعداد ۳۷۵ مرتع در کل شهرستان وجود دارد. از آنجاکه تراکم پوشش گیاهی سه مرتع فراش ساردو، شورروئیه و کل‌بیدو با یکدیگر متفاوت است، برای مطالعه در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. ارتفاع از سطح دریا در مراتع مطالعاتی بین ۶۶۵ تا ۳۶۴۸ متر متغیر است. براساس داده‌های اقلیمی مربوط به نزدیک‌ترین ایستگاه‌های سینوپتیک به مراتع مطالعاتی، متوسط دما و بارندگی طولانی‌مدت (۲۰۱۸-۲۰۰۰) در این منطقه به‌ترتیب ۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۳ میلی‌متر است.

داده‌های مورد استفاده و روش تحقیق

در تحقیق حاضر، از داده‌های ماهیانه مربوط به ده پارامتر مهم اقلیمی شامل میانگین دمای ماهیانه، مجموع بارش ماهیانه، میانگین سرعت باد ماهیانه، بیشینه دمای ماهیانه، کمینه دمای ماهیانه، سرعت بیشینه بادهای سطحی، میانگین ساعات آفتابی، میانگین فشار هوا، میانگین رطوبت نسبی، میانگین نقطه شبنم و تبخیر مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ برای ایستگاه‌های سینوپتیک نزدیک به مراتع مطالعاتی از سازمان هواشناسی استان کرمان تهیه شد. داده‌های متوسط ماهیانه مربوط به محصول NDVI سنجنده مودیس (MOD13A3) از دیگر داده‌های مورد استفاده در این پژوهش است که برای تمام ماه‌ها در بازه زمانی ذکر شده تهیه شد. در گام بعدی از آزمون آماری من-کندال (من^۱، ۱۹۴۵؛ کندال^۲، ۱۹۷۵) برای بررسی معنی‌داری روند در تغییرات پوشش گیاهی براساس روابط (۱) تا (۳) استفاده شده است:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j + x_k) \quad (1)$$

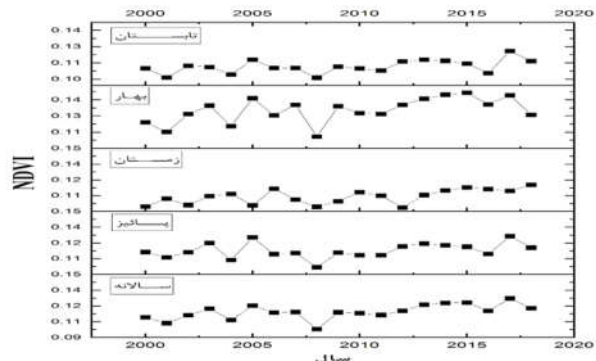


شکل (۲): مقادیر شاخص NDVI در مرتع شوروئیه از سال ۲۰۰۰ تا

۲۰۱۸

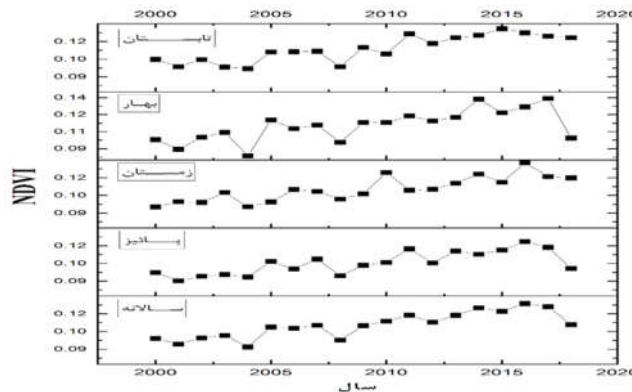
Figure (2): The NDVI values in the Shoroie pasture from 2000 to 2018

مقیاس‌های زمانی مختلف در جدول (۱) خلاصه شده است. همچنین نتایج مربوط به تحلیل روند تغییرات پارامترهای اقلیمی در جداول (۲)، (۳) و (۴) ارائه شده‌اند.



شکل (۱): مقادیر شاخص NDVI در مرتع فراش ساردو از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸

Figure (1): The NDVI values in the Farash Sardoo pasture from 2000 to 2018



شکل (۳): مقادیر شاخص NDVI در مرتع کل‌بیدو از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸

Figure (3): The NDVI values in the Cal-Bido pasture from 2000 to 2018

شده است (شکل ۲). در مرتع کل‌بیدو، مقدار پوشش گیاهی سطح زمین در سال‌های انتهایی بازه زمانی مطالعاتی بیشتر از سال‌های ابتدایی بوده است (شکل ۳). براساس نتایج ارائه‌شده در شکل (۳)، حداکثر مقادیر NDVI در فصول بهار، زمستان و پاییز ۲۰۱۷ و تابستان ۲۰۱۵ و حدود ۰/۱۴ بوده است. به‌طور کلی نتایج ارائه‌شده در شکل‌های (۱) تا (۳) نشان می‌دهد که دامنه تغییرات NDVI طی بازه زمانی مطالعاتی (۲۰۰۰-۲۰۱۸) در مرتع فراش ساردو و کل‌بیدو بین ۰/۰۹ تا ۰/۱۴ و در مرتع شوروئیه بین ۰/۰۷ تا ۰/۱۳ بوده است.

نتایج ارائه‌شده در شکل (۱) نشان می‌دهد که حداکثر مقدار پوشش گیاهی در مرتع فراش ساردو در مقیاس فصلی متعلق به تابستان، بهار و پاییز ۲۰۱۷ و زمستان ۲۰۱۸ و در مقیاس سالانه مربوط به سال ۲۰۱۷ بوده است؛ این در حالی است که حداقل مقدار پوشش گیاهی متعلق به سال ۲۰۰۸ بوده است. در مرتع شوروئیه، دامنه تغییرات مقادیر NDVI در فصول تابستان و پاییز و همچنین در مقیاس سالانه چندان قابل توجه نبوده است. در فصل بهار ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ و همچنین در زمستان ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ بیشترین مقدار پوشش گیاهی در این مرتع وجود داشته و حداقل مقدار آن برای سال ۲۰۰۸ ثبت

جدول (۱): مقادیر آماره من-کندال مربوط به شاخص NDVI فصلی و سالانه برای مراتع شهرستان جیرفت

Table (1): Mann-Kendall statistic values related to seasonal and annual NDVI index for pastures of Jiroft city

شوروشه	کل بیدو	فراش ساردو	مقیاس زمانی NDVI
۱/۰۵	۴/۱۳***	۲/۹۴**	سالانه
۰/۸۱	۳/۴۳***	۱/۰۵	پاییز
۰/۵۳	۴/۰۶***	۲/۵۹**	زمستان
۰/۶۷	۳/۵۴***	۲/۴۹*	بهار
۱/۳۰	۳/۷۵***	۱/۶۵	تابستان

جدول (۲): مقادیر آماره من-کندال مربوط به متغیرهای اقلیمی در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع فراش ساردو

Table (2): Mann-Kendall statistic values related to climatic variables in different time scales in Farash Sardo pasture.

مقیاس‌های زمانی مورد بررسی								پارامتر اقلیمی		
تابستان		بهار		زمستان		پاییز		سالانه		
آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z		
معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری		
**	۳/۰۱	**	۳/۲۹	**	۲/۶۶	*	۲/۵۲	***	۳/۵۷	سرعت باد
*	۲/۰۳		۰/۰۰		۰/۴۹	-۰/۱۱			۱/۳۳	میانگین دمای حداکثر
	۰/۶۰		۱/۲۶		۰/۱۱		۱/۰۵		۰/۴۶	میانگین دمای حداقل
+	۱/۹۶		-۰/۲۱		۰/۹۱		۰/۵۶		۰/۴۲	میانگین دمای متوسط
	۰/۸۴		۱/۶۸		۱/۳۳		۰/۵۶		۱/۱۹	میانگین فشار هوا
	-۰/۳۵		۱/۶۸		۰/۰۷		-۰/۴۲		۰/۶۳	میانگین بارش
	-۱/۴۷		-۰/۷۷		-۰/۱۴	**	-۲/۷۳		-۱/۶۱	درصد رطوبت نسبی
	۰/۴۹		-۱/۶۱		-۰/۶۳		۱/۰۵		-۰/۴۹	ساعت آفتابی
	-۰/۴۹	**	-۲/۹۱		۱/۰۹		-۰/۹۱		-۱/۶۱	تبخیر-تعرق
	-۱/۴۰		-۱/۵۴		-۰/۹۸	**	-۲/۶۶	*	-۲/۱۰	دمای نقطه شبنم

جدول (۳): مقادیر آماره من-کندال مربوط به متغیرهای اقلیمی در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع کل بیدو

Table (3): Mann-Kendall statistic values related to climatic variables in different time scales in Cal-Bido pasture

مقیاس‌های زمانی مورد بررسی								پارامتر اقلیمی		
تابستان		بهار		زمستان		پاییز		سالانه		
آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z	سطح	آماره Z		
معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری	معنی داری		
	۱/۲۶		۱/۴۰		۰/۲۸		۱/۲۶		۱/۲۶	سرعت باد
*	-۲/۰۳		-۱/۸۹		-۰/۴۹	**	-۲/۷۷	*	-۲/۰۳	میانگین دمای حداکثر
**	۲/۸۴	**	۲/۷۳	*	۲/۱۷	**	۳/۱۹	**	۲/۸۴	میانگین دمای حداقل
**	-۲/۶۶		-۱/۳۳		-۰/۸۴		-۱/۴۷	**	-۲/۶۶	میانگین دمای متوسط
*	-۲/۳۸	**	-۲/۸۰		-۱/۷۵	**	-۳/۲۹	*	-۲/۳۸	میانگین فشار هوا
	-۰/۲۱		۱/۴۴		۱/۱۲		۰/۹۱		-۰/۲۱	میانگین بارش
*	-۲/۳۸	**	-۳/۰۸		۰/۰۰	**	-۲/۶۶	*	-۲/۳۸	درصد رطوبت نسبی
	۰/۹۱		-۰/۴۹		-۰/۹۱		۱/۴۷		۰/۹۱	ساعت آفتابی
**	۳/۲۲	**	۳/۰۸	**	۲/۶۶	**	۴/۱۳	**	۳/۲۲	تبخیر-تعرق
*	-۲/۳۱	***	-۳/۵۷		-۱/۲۶	*	-۲/۲۴	*	-۲/۳۱	دمای نقطه شبنم

جدول (۴): مقادیر آماره من-کندال مربوط به متغیرهای اقلیمی در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع شورویه

Table (4): Mann-Kendall statistic values related to climatic variables in different time scales in Shoroiye pasture.

پارامتر اقلیمی	مقیاس‌های زمانی مورد بررسی							
	سالانه		پاییز		زمستان		بهار	
	آماره	معنی داری	آماره	معنی داری	آماره	معنی داری	آماره	معنی داری
سرعت باد	۱/۴۶		۱/۳۳		۰/۴۲		۱/۱۹	
میانگین دمای حداکثر	-۱/۸۸		-۲/۴۶	*	-۰/۴۶		-۱/۳۷	**
میانگین دمای حداقل	۲/۵۱	*	۳/۱۹	**	۲/۸۷	**	۳/۱۵	**
میانگین دمای متوسط	-۲/۰۹	**	-۰/۹۱		-۱/۴۷		-۱/۴۷	**
میانگین فشار هوا	-۲/۷۹	*	-۳/۴۳	***	-۲/۳۱	*	-۲/۵۲	*
میانگین بارش	۱/۵۳		۰/۴۲		۰/۴۲		۰/۸۴	
درصد رطوبت نسبی	-۲/۰۹	*	-۲/۹۴	**	-۱/۴۷		-۱/۴۰	
ساعت آفتابی	۰		۱/۱۲		۱/۰۵		-۲/۵۹	**
تبخیر-تعرق	۲/۸۶	**	۳/۵۷	***	۲/۸۷	**	۳/۰۱	**
دمای نقطه شبنم	-۲/۷۲	*	-۲/۶۶	**	-۲/۱۰	*	-۲/۹۴	**

رطوبت نسبی روندهای کاهشی در مقیاس‌های سالانه، پاییز، بهار و تابستان نشان داد. پارامتر تبخیر-تعرق در تمامی مقیاس‌های زمانی روندهای افزایشی نشان داد و دمای نقطه شبنم در مقیاس‌های زمانی سالانه، پاییز، بهار و تابستان روندهای کاهشی نشان داد (جدول ۳). در مرتع کم‌تراکم شورویه، میانگین دمای حداکثر، روند کاهشی معنی‌دار در فصول پاییز و تابستان داشته است. مقادیر میانگین دمای حداقل دارای روندهای افزایشی در تمام مقیاس‌های زمانی مورد بررسی داشته و میانگین دمای متوسط روند کاهشی معنی‌دار در مقیاس‌های سالانه و تابستان نشان داد. میانگین فشار هوا در تمام مقیاس‌های زمانی روند کاهشی معنی‌دار نشان داد. میانگین بارش روندهای افزایشی معنی‌دار در مقیاس تابستان داشته و پارامتر درصد رطوبت نسبی دارای روند کاهشی معنی‌دار در مقیاس‌های زمانی سالانه و پاییز داشته است. پارامتر ساعات آفتابی دارای روند کاهشی معنی‌دار در بهار نشان داد. عنصر اقلیمی تبخیر روند افزایشی معنی‌دار در تمامی مقیاس‌های زمانی مورد بررسی نشان داد و دمای نقطه شبنم دارای روند کاهشی معنی‌دار در مقیاس‌های زمانی سالانه، پاییز، زمستان و بهار داشته است (جدول ۴). مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مؤثر بر تغییرات NDVI مرتع فراش سردو، دما و فشار هوا و تبخیر بهاره، فشار هوای زمستانه و بارش

نتایج مربوط به تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی در مراتع مورد مطالعه (جدول ۱) نشان داد در مرتع کل بیدو، روند تغییرات NDVI در تمامی مقیاس‌های زمانی (سالانه و فصلی) افزایشی بوده ($Z > 1/96$)؛ این در حالی است که در مرتع شورویه، هیچ‌گونه تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. در مرتع فراش سردو، روند افزایشی معنی‌دار در مقیاس سالانه، و همچنین در فصول بهار و زمستان مشاهده شد ($Z > 1/96$). نتایج آزمون من-کندال همچنین نشان داد در مرتع پرتراکم فراش سردو، پارامتر سرعت باد، در تمام مقیاس‌های زمانی روند افزایشی معنی‌دار داشته است. میانگین دمای حداکثر در مقیاس تابستان دارای روند افزایشی و درصد رطوبت نسبی در فصل پاییز روند کاهشی معنی‌دار داشته است. مقادیر تبخیر در بهار دارای روند کاهشی معنی‌دار و دمای نقطه شبنم در مقیاس سالانه و پاییز روند کاهشی معنی‌دار نشان دادند (جدول ۲). در مرتع با تراکم متوسط کل بیدو، میانگین دمای حداکثر در مقیاس سالانه، پاییز و تابستان دارای روند کاهشی معنی‌دار بوده است. میانگین دمای حداقل در تمام مقیاس‌های زمانی روند افزایشی معنی‌دار نشان داد. میانگین دمای متوسط در مقیاس‌های زمانی سالانه و تابستان دارای روند کاهشی معنی‌دار بوده است. میانگین فشار هوا دارای روند کاهشی در مقیاس‌های زمانی سالانه، پاییز، بهار و تابستان بوده و درصد

شورویی در فصل بهار، تابستان، پاییز، زمستان به ترتیب سرعت باد، بارش، دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین بهاره، فشار هوا تابستانه، ساعات آفتابی پاییزه و ساعات آفتابی زمستانه بوده است (جدول ۷).

سالانه بوده است (جدول ۵). مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مؤثر بر تغییرات NDVI مرتع کل بیدو به ترتیب دمای نقطه شبنم بهاره، فشار هوا و تبخیر تابستانه، فشار هوا پاییزه، فشار هوا زمستانه، دمای حداکثر و فشار هوا سالانه شناسایی شد (جدول ۶). مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مؤثر بر تغییرات NDVI مرتع

جدول (۵): روابط رگرسیونی بین پارامترهای اقلیمی و شاخص NDVI در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع فراش ساردو

Table (5): Multiple regression models between climatic parameters and NDVI in different time scales in Farash Sardo pasture.

VIF	R	Std Error	مدل بهینه منتخب	مقیاس زمانی
1	0.625	0.0055	$NDVI = (0/006 * P_w) - 4/514$	زمستان
1.09	0.830	0.0051	$NDVI = (0.0001 * ET_s)(0.012 * P_s) - 9.385$	بهار
			عدم برازش مدل	تابستان
			عدم برازش مدل	پاییز
1.00	0.580	0.0059	$NDVI = (0.001 * Rain_A) + 0.104$	سالانه

* P_w : فشار هوا زمستانه، ET_s : تبخیر بهاره، P_s : فشار هوا بهاره، $Rain_A$: بارش سالانه

جدول (۶): روابط رگرسیونی بین پارامترهای اقلیمی و شاخص NDVI در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع کل بیدو

Table (6): Multiple regression models between climatic parameters and NDVI in different time scales in Cal-Bido pasture

VIF	R	Std Error	مدل بهینه منتخب	مقیاس زمانی
1.00	0.705	0.0067	$NDVI = (-0.001 * P_w) + 1.347$	زمستان
1.00	0.649	0.1089	$NDVI = (-0.004 * TD_s) + 0.151$	بهار
1.00	0.879	0.0049	$NDVI = (0.0001 * ET_{su})(-0.003 * P_{su}) + 3.271$	تابستان
1.00	0.716	0.0061	$NDVI = (-0.001 * P_f) + 1.367$	پاییز
1.25	0.838	0.0055	$NDVI = (-0.004 * T_{max_A})(-0.001 * P_A) + 1.42$	سالانه

* P_w : فشار هوا زمستانه، TD_s : نقطه شبنم بهاره، ET_{su} : تبخیر تابستانه، P_{su} : فشار هوا تابستانه، P : فشار هوا پاییزه، T_{max_A} : دمای حداکثر سالانه، P_A : فشار هوا سالانه

جدول (۷): روابط رگرسیونی بین پارامترهای اقلیمی و شاخص NDVI در مقیاس‌های زمانی مختلف در مرتع شورویی

Table (7): Multiple regression models between climatic parameters and NDVI in different time scales in Shorooyei pasture.

VIF	R	Std Error	مدل بهینه منتخب	مقیاس زمانی
1.00	0.506	0.011	$NDVI = (0.013 * SSHN_w) - 0.003$	زمستان
1.00	0.93	0.0055	$NDVI = (0.001 * Rain_s)(0.01 * T_{mean_s})(0.005 * T_{min_s})$ $(-0.033 * WS_s)(-0.011 * T_{max_s}) + 0.226$	بهار
1.00	0.460	0.0046	$NDVI = (0.0001 * P_{su}) + 0.528$	تابستان
1.00	0.461	0.0047	$NDVI = (0.005 * SSHN_f) + 0.024$	پاییز
			عدم برازش مدل	سالانه

* $SSHN_w$: ساعات آفتابی زمستانه، $Rain_s$: بارش بهاره، T_{mean_s} : دمای میانگین بهاره، T_{min_s} : دمای حداقل بهاره، T_{max_s} : دمای حداکثر بهاره، WS_s : سرعت باد بهاره، P_{su} : فشار هوا تابستانه، $SSHN_f$: ساعات آفتابی پاییزه

بحث و نتیجه گیری

مربع در سال ۱۹۸۷ به ۳/۳۲۱ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرده که در زمینه روند افزایشی تغییرات پوشش گیاهی با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. همچنین قنبری و امرایی (۲۰۱۹) به تحلیل ارتباط تغییرات پوشش گیاهی در استان مازندران با عناصر اقلیمی پرداختند. این پژوهشگران گزارش کردند که عرصه‌های جنگلی استان، روند کاهشی اما متوسط شاخص سبزی‌نگی استان روند افزایشی در طول زمان داشته است؛ که این نتایج می‌تواند تا حدودی مؤید نتایج حاصل از این پژوهش نیز باشد. ابراهیمی خوسفی و همکاران (۲۰۱۳) با تحلیل تغییرات زمانی پوشش گیاهی مراتع غرب استان کرمان با استفاده از داده‌های سطح ۳ سنجنده مودیس و ارتباط آن با عوامل اقلیمی گزارش کردند که مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر بر تغییر وضعیت پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی به ترتیب متوسط دمای کمینه، بارندگی و سرعت وزش بادهای سطحی بوده است. همچنین این محققان بهبود شرایط پوشش گیاهی را طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ در منطقه مطالعاتی شان گزارش کرده‌اند که می‌تواند مؤید نتایج این مطالعه باشد. به طور کلی، براساس ضرایب تبیین حاصل از مدل‌های رگرسیونی می‌توان نتیجه گرفت که به ترتیب حدود ۳۳٪، ۶۸٪ و ۳۶٪ از تغییرات پوشش گیاهی در مراتع فراساردو، کل‌بیدو و شوروئیته متأثر از تغییرات عناصر مختلف اقلیمی در این منطقه بوده است که این نتیجه همچنین بیانگر تأثیرپذیری بیشتر مرتع کل‌بیدو از تغییرات اقلیمی در مقایسه با دو مرتع دیگر می‌باشد.

درک روند تغییرات پوشش گیاهی و شناسایی مهم‌ترین مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر این تغییرات می‌تواند گامی مهم و مؤثر در برنامه‌ریزی و تدوین برنامه‌های مدیریتی در مناطق مختلف به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد. در همین راستا، در پژوهش حاضر روند تغییرات زمانی NDVI و ارتباط آن با عناصر آب‌وهوایی در مراتع جنوب شرق استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که در دو مرتع فراساردو و کل‌بیدو، روند تغییرات پوشش گیاهی افزایشی معنی‌دار و در مرتع شوروئیته، افزایشی غیرمعنی‌دار بوده است. براساس تحلیل‌های رگرسیون چندگانه مشخص شد که دما، بارندگی، تبخیر، فشار هوا و رطوبت نسبی از مهم‌ترین عناصر آب‌وهوایی تأثیرگذار بر این تغییرات در مراتع مطالعاتی بوده‌اند. حشمت‌پور و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر عوامل اقلیمی بر روی درصد پوشش گیاهی مراتع شهرستان لردگان ضمن اینکه شاخص NDVI را به‌عنوان بهترین شاخص برای تحلیل تغییرات بلندمدت پوشش گیاهی معرفی کردند، به نقش مؤثر بارندگی بر این تغییرات در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ اشاره کرده‌اند؛ نتایج این پژوهشگران تا حدودی مؤید نتایج این مطالعه در زمینه تأثیر این عنصر مهم اقلیمی در مراتع کل‌بیدو و شوروئیته است. کرمی و همکاران (۲۰۱۹) با ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (۱۹۸۷-۲۰۱۶) نشان دادند که مجموع پوشش گیاهی متراکم از ۴۱۳/۰ کیلومتر

منابع

1. Areffian, A., Kiani Sadr, M., Eslamian, S. and Khoshfetrat, A., 2020. Monitoring the effects of drought on vegetation in mountainous areas using MODIS satellite images (Case study: Lorestan province). *Journal of Enviromental sciences studies*. 5 (4), 83-89
2. Dabeny, S. M., Delgado, J. A., Meisinger, J. J., Schomberg, H. H., Liebig, M. A., Kaspar, T., ... & Reeves, W. 2010. Using cover crops and cropping systems for nitrogen management. *Advances in nitrogen management for water quality*, 231-282.
3. Ebrahimzadeh, S., Bazrafshan, J. and Ghorbani, Kh., 2013. Study of plant vegetation variations using remote sensing and ground-based drought indices (Case study: Kermanshah province). *Journal of Agricultural Meteorology* 1(1), 37-48.
4. Ebrahimi Khoufī, Z., Roustaei, F. and Soleimani Sardo, M., 2019. Analysis of Temporal Vegetation Changes in Western Rangelands of Kerman Province Using MODIS Level 3 Data and its Relation to Climate Factors. *Journal: Arid Regions Geographic Studies*. 10 (37), 40-52.
5. Ghanbari Motlagh, M., and Amraei, B., 2019. Detecting the Spatiotemporal Relationship of Vegetation Changes with Climatic Elements in Mazandaran Province. *Geography and Sustainability of Environment*. 10 (2). 37-55

6. Heshmatpour, A., Norouzi masir, H., and Sabouri, H., 2015. The climate factors effect onrangeland percentage plants using Remote Sensing Information. Ph.D. Thesis. University of Gonbad Kavous.
7. Karami, A.M., Zandi, R., Asadi, M. and Tahere, J., 2019. Evaluation of Vegetation changes in 13 areas Mashhad city by using Landsat satellite imagery (2016-1987). *Journal of Geographical Notion*. 11(21), 82-100.
8. Karimi Mofarah, B., Ghavam, M. and Abdeh Kolahchi, A., 2020. Monitoring of vegetation using satellite images in Damavand rangelands. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, Vol. 28 No. (1)
9. Kendall, M.G., 1975. "Rank Correlation Measures". London: Charles Griffin.
10. Kilmer, J. T., & Rodriguez, R. L. 2017. Ordinary least squares regression is indicated for studies of allometry. *Journal of evolutionary biology*, 30(1), 4-12.
11. Jin, Y., Yang, X., Qiu, J., Li, J., Gao, T., Wu, Q., Zhao, F., Ma, H., Yu, H. and Xu, B., 2018. Remote sensing-based biomass estimation and its spatio-temporal variations in temperate grassland, Northern China. *Remote Sens*. 6(2): 1496-1513.
12. Ma, B., Wang, S., Mupenzi, C., Li, H., Ma, J. and Li, Z., 2021. Quantitative Contributions of Climate change and Human Activities to Vegetation Changes in the Upper White Nile River. *Remote sensing*. 13(18):3648. <https://doi.org/10.3390/rs13183648>
13. Mann, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, pp.245-259.
14. Nanzad, L., Zhang, J., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S. and Bai, Y., 2019. NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. *J. Arid Environ*.
15. Rondeaux, G., Steven, M., and Baret, F., 2013. "Optimization of soil-adjusted vegetation indices", *Remote Sens. Environ*. 2: 98-107.
16. Shi, S., Yu, J., Wang, F., Wang, P., Zhang, Y. and Jin, K., 2021. Quantitative contributions of climate change and human activities to vegetation changes over multiple time scales on the Loess Plateau. *Science of the Total Environment*, 755, 142419.

Investigating the Vegetation Status and its Relationship with Climatic Factors: A Case Study of Jiroft City Pastures

Somayeh Jazinizadeh¹, Zohre Ebrahimi-Khusfi², Bahareh Parsa motlagh³

Received: 20/02/2023

Accepted: 12/06/2023

Extended abstract

Introduction: The conditions and performance of the ecosystem are affected by the changes made in some phenomena and conditions of the earth's surface (such as vegetation condition) over time due to various factors, including natural or human ones, making it necessary to identify, predict, and pay attention to such changes.

Considering the extreme vulnerability of arid and semi-arid regions to climate change worldwide, it is crucially important to investigate and evaluate climate change-induced alterations in vegetation in such regions. Therefore, this study sought to investigate the trend of vegetation changes in the three pastures of Farash Sardo, Kal-Bido, and Shoroiye located in Jiroft city with a dry and semi-arid climate, trying to examine the relationship between such changes and climatic factors.

Materials and Methods: The study area comprises three pastures, namely the Farash Sardo, Shoroiye, and Kal Bido, that were selected out of 375 pastures existing in Jiroft city, taking into account their significance for vegetation. To conduct the study, the monthly data of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and climatic data, including evaporation, average air pressure, average precipitation, relative humidity, sunny hours, dew point temperature, average maximum and minimum temperature rates, average temperature rate, and wind speed were used.

1. MS Student of Agroecology, University of Jiroft, Jiroft, Iran

2. Associate professor in Combating desertification, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran; Zohreebrahimi2018@ujiroft.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
DOI: 10.22052/DEEJ.2023.248881.1007

To this end, first, the long-term temporal changes in vegetation and climatic variables were evaluated using Mann-Kendall statistical test. Then, the most important climatic parameters affecting such changes were identified through multivariate regression, followed by the application of the root mean square error (RMSE) and the coefficient of determination (R^2) to compare and assess the performance of the obtained models. Finally, the most important climatic factors involved in the changes made in the vegetation conditions of the study area were identified based on the selected model.

Results and discussion: The study's findings revealed that vegetation changes had an increasing trend in Farash Sardo pasture at annual, winter, and spring time scales throughout the study period. Moreover, significant increasing trends were observed in the pasture of the Cal-Bido at annual, autumn, winter, and spring scales. However, no significant trend was found in the Shoroiye pasture.

On the other hand, the investigation of annual climatic factors indicated a significant increase and decrease in the wind speed and the dew point temperature in the Farash Sardo pasture, respectively. Also, while a significant increasing trend was found in evapotranspiration and average minimum temperature in the Cal-Bido pasture, the trend of changes was decreasing trend in the pasture in terms of air pressure, relative humidity, dew point temperature, average maximum temperature, and average temperature. As for the Shuroiye pasture, the results suggested a significant increasing trend in evapotranspiration and average minimum temperature, and a significant decreasing trend in the values of dew point temperature, relative humidity, air pressure, and average temperature.

Moreover, the modeling results showed that the most important climatic factors involved in NDVI changes in the Farash Sardo pasture were temperature, air pressure, spring evapotranspiration, and changes in winter air pressure and annual precipitation. On the other hand, the most important climatic factors affecting NDVI changes in the Cal-Bido pasture were identified as spring dew point temperature, air pressure, autumn air pressure, winter air pressure, maximum temperature, and annual air pressure. As for the Shoroiye pasture, the most important climatic factors involved in NDVI changes were found to be wind speed, precipitation, minimum and maximum temperature rate, average spring temperature, summer air pressure, autumn sunny hours, and winter sunny hours.

In general, the investigation of the relationship between drought and vegetation status of the pastures via land sampling and remote sensing data is suggested to be used for improving the results and increasing awareness concerning climate hazards for vegetation. Such a study together with the examination of the contribution of human interventions on vegetation changes can also be used for managing the environment during critical periods and setting appropriate plans.

Keywords: Vegetation, remote sensing, climate variables, change trend, Jiroft city.