

Application of vegetation indexes in habitat monitoring of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) and Persian Squirrel (*Sciurus anomalus*)

Peyman Karami*

Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment Sciences, Malayer University, Malayer, Iran

Received: 12 May 2022

Accepted: 20 September 2022

Key words

Vegetation cover
leaf area index
Bozine and
Marcheil,
Roe deer
Persian Squirrel

Abstract

Roe deer and Persian Squirrel are among indicator species of Zagros forests in the Bozin and Marakhil protected area. The aim of this study is to use vegetation indexes for investigate the trend of changes in vegetation indexes in the areas that species are present and also to compare their dependence on vegetation cover. 11 series of Landsat 8 satellite images during the period from 2013 to 2018 were used. Required pre-processing was carried out and then the NDVI and LAI were calculated for all of the mentioned images. Analysis was conducted in ENVI 5.3. Values of these indexes for the presence of each spices are provided and used along with the non-parametric Mann-Kendall method to determine the trend. K-mean clustering method was used to study the similarities of 2 species presence regions based on vegetation indexes. In order to clustering R3.5.2 was used. Results showed that there was a significant decrease in NDVI index in presence areas of Roe deer ($P > 0.05$) while based on the results, there was no significant change for Persian Squirrel. Changes in LAI in Roe deer habitat did not have a significant trend, but changes of this index for Persian Squirrel has an incremental and meaningful trend ($P > 0.05$). The results of clustering showed that the mentioned species have the possibility of coexistence in the central and northeastern parts of the region. The results demonstrated that vegetation indices can be used to monitor habitat changes.

*Corresponding Author: peymankarami1988@gmail.com

ارزیابی کارایی شاخص‌های پوشش گیاهی در پایش زیستگاه گونه‌های شوکا (*Capreolus capreolus*) و سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*)

پیمان کریمی*

گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

پذیرش: ۲۹ شهریور ۱۴۰۱

دریافت: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۱

چکیده	واژه‌های کلیدی
<p>سنجاب ایرانی از گونه‌های شاخص جنگل‌های زاگرس در منطقه حفاظت شده بوزین و مرخیل هستند. هدف این مطالعه بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی مناطق حضور گونه‌ها و همچنین مقایسه وابستگی آن‌ها به تراکم‌های مختلف پوشش با استفاده از شاخص‌های گیاهی است. در این راستا از ۱۱ سری تصویر ماهواره لندست ۸ در بازه زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. پیش‌پردازش‌های لازم بر روی تصاویر انجام گرفت و سپس شاخص‌های NDVI و سطح برگ (LAI) برای تمام تصاویر مذکور محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل‌ها در نرم افزار ENVI5.3 انجام گرفت. مقادیر این شاخص‌ها به ازای نقاط حضور هرگونه تهیه و از روش ناپارامتری من-کنندال برای تعیین روند تغییرات استفاده شد. از روش خوشه‌بندی K-Mean برای بررسی شباهت‌های مناطق حضور دو گونه بر اساس شاخص‌های گیاهی استفاده شد. نتایج نشان داد که تغییر کاهشی معناداری در شاخص NDVI در مناطق حضور شوکا رخ داده ($P < 0.05$) در حالی که در بر اساس نتایج این آزمون تغییر معناداری برای شاخص مذکور در نقاط حضور سنجاب ایرانی وجود نداشت. تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) در زیستگاه شوکا دارای روند معناداری نبود ولی تغییرات این شاخص برای سنجاب ایرانی دارای روندی افزایشی و معنادار بود ($P < 0.05$). نتایج خوشه‌بندی نشان داد که گونه‌های مذکور در بخش‌های مرکزی و شمال شرقی منطقه امکان همبودی دارند. نتایج نشان داد که از شاخص‌های گیاهی می‌توان برای پایش تغییرات زیستگاه استفاده کرد.</p>	<p>پوشش گیاهی شاخص سطح برگ بوزین و مرخیل شوکا سنجاب ایرانی</p>

* پست الکترونیکی: peymankarami1988@gmail.com

مقدمه

گیاهان به عنوان اولین تولیدکنندگان و اصلی ترین بخش بوم سازگان های طبیعی اهمیت ویژه ای در مطالعات بوم شناسی دارند (قادر زاده و همکاران، ۱۳۹۴). رشته کوه زاگرس یکی از ۳۵ مرکز تنوع زیستی بحرانی شناسایی شده در جهان است (مهرنیا، ۱۳۹۵). تنها در استان فارس تعداد ۱۶۱ گونه در این رشته کوه شناسایی شده است (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۸). ناحیه جنگلی زاگرس یکی از اکوسیستم های مهم جنگلی ایران و زیر بخشی از منطقه ایرانی - تورانی است. این جنگل های در اوایل دوره هلئوسن به وجود آمده اند و به واسطه اقلیم، خاک، زمین شناسی، پوشش گیاهی، عوامل انسانی منابع ژنی و فیزیوگرافی منحصربه فرد از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۴؛ Zohary, 1963). جنگل های بلوط آشیان اکولوژیکی بسیاری از گونه های پستاندار، پرنده، خزنده، حشرات، عنکبوت ها، مایت، گل سنگ، خز، قارچ و موجودات دیگر محسوب می شوند. بوم شناسان پوشش گیاهی را به دودسته اصلی تقسیم می کنند: ۱) پوشش کف که با پستی و بلندی همراه است؛ ۲) تاج پوشش (Canopy cover) که با فرا افکنی سایه تاج درختان به زمین اشاره دارد (گشتاسب و همکاران، ۱۳۹۵). جنگل های تراکم با تاج پوشش بالا مانند پناه عمل می کنند (May et al., 2008). آگاهی از تغییرات مناطق جنگلی برای مدیریت مناسب و حفاظت بسیار مناسب است. تغییرات باید با معیارهای مناسب و کم هزینه که در زمان کوتاهی قابل دسترس باشند ردیابی شوند (Nagendra, 2012). روش های که بر پایه مدیریت پایدار جنگل است به درک عمیق روابط بین روش های مختلف مدیریتی، پوشش گیاهی و عوامل محیطی وابسته است (حیدری و مهدوی، ۱۳۹۴). با توجه به اهمیت های مختلفی که برای این منابع ارزشمند برشمرده شده است لازم است که این منابع مورد پایش و بررسی قرار گیرند. از این رو فون سنجش ازدور می تواند راهگشا باشند. داده های سنجش ازدور به دلیل داشتن ویژگی های مانند به هنگام بودن، تکراری بودن، چند طیفی

بودن، تنوع رادیو متریک، توان تفکیک مناسب (سفیانیان، ۱۳۸۸)، فرمت رقومی و امکان پردازش کامپیوتری از پتانسیل بالایی برای پردازش تغییرات زمانی و مکانی محیط زیست برخوردار هستند (Singh, 1989). مطالعات پوشش گیاهی از اولین تحقیقاتی است که با استفاده از داده های ماهواره ای در حوزه مدیریت منابع طبیعی رخ داده است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۲). گونه های مختلف از پرندگان و پستانداران در جنگل های زاگرس وجود دارند برخی از این گونه ها تنها شاخص این مناطق هستند. سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus* Gmelin, 1778) از جمله پستانداران شاخص جنگل های بلوط است که متأسفانه به دنبال تخریب زیستگاه در اثر فعالیت های انسانی جمعیت این گونه به شدت کاهش یافته است (خلیلی و ملکیان، ۱۳۹۳؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). شوکا (*Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758)) کوچک ترین گوزن ایران، بسیار خجول، گریزپا و شب و روز فعال است. زیستگاه این گونه مناطق جنگلی با پوشش زیرین نسبتاً متراکم، جنگل های جوان و جنگل های بین دشت و مناطق کوهستانی است (کبیری بالاجاده و همکاران، ۱۳۹۶). مطالعات فراوانی پیرامون بررسی زیستگاه گونه های مذکور انجام گرفته است. گشتاسب و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر پوشش گیاهی در انتخاب شوکا (*C. capreolus*) در منطقه بوزین و مرخیل پرداختند. در این مطالعه در ۳ فصل مختلف نشانه های حضور/عدم حضور گونه بر روی مسیر ترانسکت های خطی ثبت شد و سپس متغیرهای تراکم و تاج پوشش، درجه اهمیت، قطر برابر سینه درختان بلوط و گیاهان مورد تغذیه گونه اندازه گیری شد. آنالیزهای پوشش گیاهی به روش تی-مربع و مدل سازی با استفاده از روش (GLM) انجام گرفت. مدل حضور شوکا به تراکم تاج پوشش بیشترین ارتباط را داشت. بر اساس نتایج تراکم درختان بلوط و ترکیب گونه های درختچه اشکوب کف می تواند در پویایی جمعیت شوکا تعیین کننده باشد. Valente و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه یک روش جدید برای تخمین جمعیت شوکا (*C. capreolus*) در زیستگاه های مدیرانه ای

زیستگاه‌های متراکم جنگلی و شرایط بکر شرایط زیست گونه‌های شاخصی را فراهم کرده است.

از آنجاکه یکی از راهکارهای مؤثر در حفاظت از زیستگاه‌ها پایش مداوم و مدون آن‌هاست هدف از این تحقیق بررسی و پایش تراکم پوشش گیاهی در مناطق حضور دو گونه سنجاب و شوکا است.

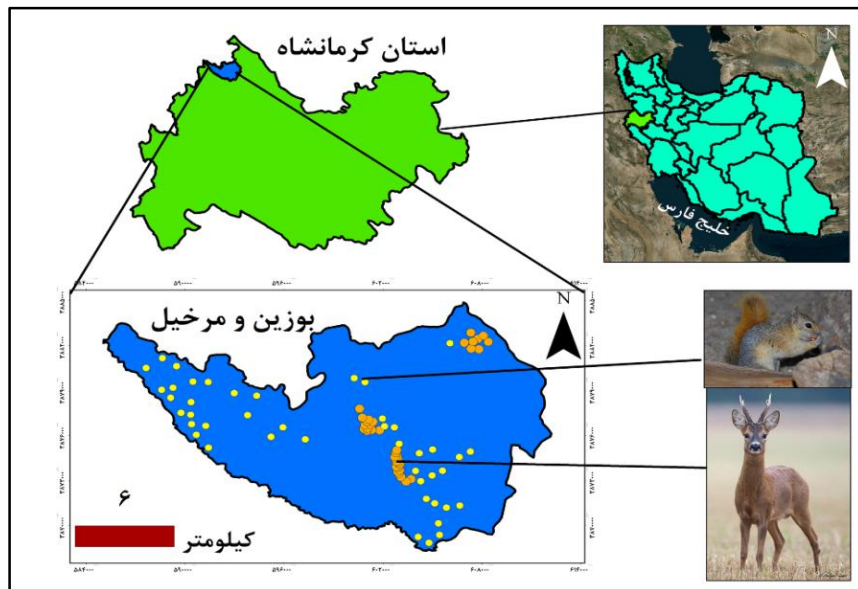
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل در استان کرمانشاه در شهرستان پاوه و بخش باینگان واقع گردیده است. این منطقه با وسعت ۲۳۷۲۴/۰۳ هکتار در موقعیت جغرافیایی $35^{\circ}02'24.91''$ عرض شمالی $45^{\circ}09'63.35''$ طول شرقی و حداقل ارتفاع آن ۴۴۱ و حداکثر آن ۲۵۳۸ متر از سطح دریاهای آزاد است (شکل ۱). این منطقه دارای اقلیم مرطوب سرد، متوسط درجه حرارت $12/5$ تا 15 درجه سانتی‌گراد، متوسط بارش $700-800$ میلی‌متر است. در این منطقه گونه‌های متعدد جانوری ثبت حضور شده‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شوکا، پلنگ، گرگ، کفتار، روباه و سنجاب ایرانی اشاره کرد. شکل ۱ موقعیت منطقه بوزین و مرخیل را در استان کرمانشاه نمایش می‌دهد.

پرداختند. در این مطالعه از روش مدل‌سازی تراکم سطح (Density Surface Modelling) در تلفیق با ترانسکت‌های خطی با استفاده از شمارش گروه‌های سرگین در محیط GIS در کشور پرتغال انجام گرفت. نتایج نشان داد با افزایش فاصله از مناطق مسکونی و افزایش تراکم تاج پوشش تراکم شوکا افزوده می‌شود.

در مطالعه‌ی توسط انصاری و هداوند (۱۳۹۷) امکان‌سنجی احیای سنجاب ایرانی (*S. anomalus*) در ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند مورد مطالعه قرار گرفت در این مطالعه از روش مدل‌سازی زیستگاه آنتروپی بیشینه و ۷ متغیر زیستگاهی انجام گرفت. بر اساس نتایج تعداد در بین متغیرهای زیستگاهی تعداد درختان دارای حفره، قطر برابرسینه، فاصله از نزدیک‌ترین درخت، میزان باردهی درختان و تاج پوشش بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی پراکنش گونه داشته‌اند. در مطالعه‌ی توسط Sadeghi و Malekian (۲۰۱۷) پراکنش سنجاب ایرانی در استان کردستان مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی از نقاط حضور گونه و ۱۷ متغیر زیستگاهی برای تعیین محدوده پراکنش گونه استفاده شد. بر اساس یافته‌های این مطالعه کاربری اراضی، بارش و دما بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه مورد مطالعه داشتند. منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل در استان کرمانشاه با وجود



شکل ۱- موقعیت منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل در استان کرمانشاه

نقاط حضور گونه

دریافتی استفاده شد. پس از انجام مراحل ذکر شده باندهای تصاویر ماهواره‌ای دریافتی آماده پردازش شدند.

جدول ۱- مشخصات دقیق سال و ماه‌های اخذ تصاویر مورد استفاده

Table 1. Exact specifications of the year and months of taking the images used

سال	سنجنده	تعداد تصویر	تاریخ اخذ تصویر
۲۰۱۳	لندست ۸	۲	۲۰۱۳/۰۵/۲۳ ۲۰۱۳/۰۶/۰۸
۲۰۱۴	لندست ۸	۲	۲۰۱۴/۰۵/۲۶ ۲۰۱۴/۰۶/۱۱
۲۰۱۵	لندست ۸	۲	۲۰۱۵/۰۵/۲۹ ۲۰۱۵/۰۶/۱۴
۲۰۱۶	لندست ۸	۲	۲۰۱۶/۰۵/۳۱ ۲۰۱۶/۰۶/۱۶
۲۰۱۷	لندست ۸	۲	۲۰۱۷/۰۶/۰۳ ۲۰۱۷/۰۶/۱۹
۲۰۱۸	لندست ۸	۱	۲۰۱۸/۰۶/۰۶

تراکم پوشش گیاهی

شاخص‌های گیاهی (Vegetation Index) ترکیبات مختلفی از داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی برای تولید یک تصویر از وضعیت پوشش گیاهی است (ناطق و همکاران، ۱۳۹۶). شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (Normalized difference vegetation index) شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین شاخص در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی است (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۷). فرمول محاسباتی این شاخص در رابطه ۱ ذکر شده است. از مزایای این شاخص کاهش اثرات توپوگرافی و از بین رفتن مخرج احتمالی کسر است. این شاخص واحدی ندارد و در محدوده +۱ تا -۱ قرار می‌گیرد (Pettorelli et al., 2011). در تفسیر ارزش‌های این شاخص صفر مناطقی بدون پوشش گیاهی را شامل می‌شود، مقادیر منفی سطوح بدون پوشش و مقادیر بزرگ‌تر از صفر حضور پوشش گیاهی را نشان می‌دهند

در این مطالعه از روش ترانسکت خطی تصادفی با روش مشاهده مستقیم و شناسایی نمایه‌های شوکا (سرگین، رد پا، محل استراحت، محل شاخ زنی) نمونه‌برداری انجام شد (Vospernik & Reimoser, 2008). به منظور دسترسی به نقاط حضور گونه ابتدا لکه‌های پراکنش گونه در منطقه مشخص شد. بعد از شناسایی شدن لکه‌های پراکنش گونه (دره زی، بله بزبان و وشکه ناو و دگاسیو) ۱۵ ترانسکت‌های خطی با مجموع طول ۹۷ کیلومتر در منطقه مستقر و پیمایش شدند. نحوه استقرار ترانسکت‌های موجود در منطقه به شکلی بود که بلندترین نقاط ارتفاعی را شامل شود تا ضمن وسعت بخشیدن به میدان دید، تمامی شیب‌ها و دامنه‌ها و مناطق با عوارض توپوگرافیک متغیر از سطح صاف تا عمودی مشاهده شوند (مصطفوی و همکاران، ۱۳۸۹). شکل ۱ موقعیت نقاط حضور گونه را در محدوده مورد مطالعه نمایش می‌دهد. به منظور ثبت نقاط حضور سنجاب ایرانی در مجموع ۸ لکه زیستگاهی و تعداد ۴۱ ترانسکت با طول متغیر و عرض ۴ متر در نظر گرفته شد. نقاط حضور گونه با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی ثبت شد. علاوه بر مشاهده مستقیم از نمایه‌های گونه نیز به منظور ثبت نقاط حضور استفاده شد. در مجموع ۵۰ نقطه حضور با مشاهده مستقیم برای گونه ثبت گردید.

تهیه تصاویر و پیش پردازش

در این مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۸ در فصل خردادماه استفاده شد به این منظور تمام تصاویر مربوط به محدوده مورد مطالعه در گذر/ ردیف‌های ۱۶۸/۰۳۶ تهیه شدند. جدول ۱ تعداد تصاویر مورد استفاده در هر بازه زمانی را نمایش می‌دهد. قبل از استفاده از این تصاویر لازم است تا پیش‌پردازش‌های اولیه بر روی تصاویر انجام گیرد. تصحیحات اتمسفری به روش FLAASH در نرم‌افزار ENVI5.3 انجام شد. پس از تصحیحات اتمسفری از تصحیح هندسی به منظور رفع اعوجاج تصاویر ماهواره‌ای

تعیین روند

آزمون نا پارامتری من-کندال که توسط من (Man) و کندال (Kendall) ارائه شد بر پایه رتبه داده‌ها در یک سری زمانی استوار است. این آزمون برای بررسی عدم وجود روند در مقابل وجود روند در سری زمانی هیدرولوژیکی و هواشناسی مورداستفاده قرار می‌گیرد (مدرسی و همکاران، ۱۳۸۹). مزیت این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های تحلیل روند، استفاده از رتبه داده‌ها در سری زمانی بدون در نظر داشتن مقدار متغیرهاست؛ که به دلیل وجود چنین خاصیتی، می‌توان از این آزمون برای داده‌های دارای چولگی استفاده کرد و داده‌ها نباید در قالب توزیعی خاص درآیند (Partal & Kahya, 2006) در این آزمون اگر X_1, X_2, \dots, X_n مشاهدات موردنظر باشند، آنگاه داریم:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad \text{رابطه ۴:}$$

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه ۵:}$$

درواقع در این آزمون هر داده با تمامی داده‌های پس از خود مقایسه می‌شود. در این مرحله می‌توان بجای استفاده از مقادیر اصلی داده‌ها در مجموعه موردنظر (سری زمانی) استفاده کرد و مرتبه‌ها را با همین روش مقایسه نمود. با فرض اینکه داده‌ها مستقل بوده و توزیع یکنواخت دارند، میانگین واریانس S از روابط زیر به دست می‌آید:

$$E(S) = 0 \quad \text{رابطه ۶:}$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad \text{رابطه ۷:}$$

در رابطه بالا n: تعداد داده‌ها، m: تعداد گره‌ها و t: تعداد داده در هر گره است.

منظور از گره این است که اگر از یک مقدار داده، بیشتر از یکی وجود داشته باشد، این مقدار مساوی، تشکیل یک گره را می‌دهند و تعداد این مقادیر مساوی در گره m ام برابر t باشد. آماره این آزمون (Z) دارای توزیع نرمال بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید (Salmi et al., 2002).

به طوری که هرچه قدر ارزش مزبور بیشتر باشد تراکم پوشش نیز بیشتر خواهد بود (جعفری و آرمان، ۱۳۹۳).

$$\text{رابطه ۱: } \text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

در این رابطه برای سنجنده OLI باند NIR برابر باند ۵ و باند Red برابر باند ۴ است. NDVI به شدت تحت تأثیر متغیرهای روشنایی در زمینه تاج پوشش گیاهی قرار دارد و این مسئله شناسایی تغییرات میان پوشش گیاهی و تغییراتی را که به سبب وجود خاک بر روی NDVI اعمال می‌گردد، مشکل می‌سازد. مشکلات به خصوصی نیز در هنگامی که هدف استخراج خصوصیات خاک از روی اطلاعات پوشش گیاهی باشد وجود دارد. شاخص NDVI به مقادیر کم و متوسط شاخص سطح برگ سبز حساس تر است و حساسیت کمتری به شاخص سطح برگ متوسط به بالا دارد. اشباع NDVI به عدم حساسیت بازتابندگی در ناحیه قرمز در مقادیر متوسط یا بالا شاخص سطح برگ به دلیل ضریب بالای جذب نسبت داده شده است (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). شاخص NDVI در تراکم‌های بالا اشباع می‌شود (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). لذا از آنجای که شوکا در منطقه بوزین و مرخیل در زیستگاه‌های با تراکم بالای پوشش گیاهی حضور دارد به منظور فائق آمدن بر مشکل مطرح شده از شاخص سطح برگ (Leaf area index) نیز استفاده گردید که در تراکم‌های بالای پوشش گیاهی حساسیت به اشباع شدن ندارد. توانایی دقیق و سریع در به دست آوردن شاخص سطح برگ یک جز مهم و ضروری در تحقیقات بوم‌شناسی است که می‌تواند به درک تولید زیست توده نیز کمک کند. به منظور محاسبه شاخص سطح برگ ابتدا شاخص گیاهی بهبود یافته (Enhanced vegetation index) محاسبه گردید (Huete et al., 1997). رابطه ۲ شیوه محاسبه این شاخص را نمایش می‌دهد

$$\text{رابطه ۲: } \text{EVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} - 6 * \text{RED} - 7.5 * \text{Blue} + 1}$$

پس از محاسبه این شاخص با استفاده از رابطه ۳ شاخص سطح برگ LAI محاسبه گردید (Boegh et al., 2002).

$$\text{رابطه ۳: } \text{LAI} = (3.618 * \text{EVI} - 0.118)$$

الگوریتم ممکن است به معیار فاصله‌ای که به کار برده می‌شود، بستگی داشته باشد. رایج‌ترین معیار به کار رفته در الگوریتم خوشه‌بندی فاصله اقلیدسی است. بررسی میزان شباهت پاسخ به تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی و سطح برگ بین دو گونه از روش خوشه‌بندی استفاده گردید. در این روش تمام مقادیر اندازه‌گیری شده از شاخص‌های مذکور به‌عنوان معیاری برای طبقه‌بندی انتخاب و تعداد ۲ خوشه به‌منظور بارز سازی تغییرات تعیین گردید. به این معنا که تمام نقاط حضور هر دو گونه با یکدیگر ادغام و سپس مقادیر شاخص‌های اندازه‌گیری شده به‌عنوان ویژگی به این مجمع نقاط الحاق شد سپس با استفاده از مقادیر شاخص تراکم پوشش و سطح برگ در بازه‌های زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ عمل خوشه‌بندی با استفاده از الگوریتم K- میانگین در نرم‌افزار R.3.3.1 و با استفاده از پکیج Map tools انجام گرفت.

نتایج

جدول ۲ نتایج تغییرات شاخص‌های NDVI و سطح برگ را نمایش می‌دهد. بر اساس اندازه‌های به‌عمل آمده دامنه نوسان میانگین شاخص سطح برگ به نسبت شاخص تراکم پوشش گیاهی بیشتر است. بیشترین مقدار این شاخص برای سال ۲۰۱۸ و کمترین آن در برای سال ۲۰۱۶ ثبت شده است. در مقابل نتایج حاصل از شاخص NDVI نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به سال ۲۰۱۸ و کمترین مقدار آن مربوط به سال ۲۰۱۵ بوده است.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Vra(s)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Vra(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه ۸}$$

این آزمون یک آزمون دوطرفه است؛ بنابراین در صورتی که

$$|z| \leq z_{\alpha/2}$$

باشد، در سطح اطمینان، α فرض صفر پذیرفته می‌شود و در غیر این صورت فرض صفر رد خواهد شد. در حالت رد فرض صفر (وجود روند)، در صورتی که $S > 0$ باشد، سری زمانی دارای روندی مثبت (صعودی) و در صورتی که $S < 0$ باشد، سری زمانی دارای روندی منفی (نزولی) خواهد بود. پس از محاسبه شاخص‌های پوشش گیاهی مقادیر محاسبه‌شده برای هر شاخص به ازای نقاط حضور استخراج شدند و مقادیر مستخرج شده از نقاط حضور به ازای هر سال مورد بررسی در مجموع تهیه و به‌عنوان ورودی برای آزمون من کندانال تعیین شدند.

پاسخ حضور به تغییرات

هارتیکان خوشه‌بندی داده‌ها را به‌عنوان گروه‌بندی مشاهدات مشابه تعریف کرد (احمدزاده گلی و همکاران، ۱۳۹۷). الگوریتم K- میانگین یکی از محبوب‌ترین و مورد استفاده‌ترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی است و برای نخستین بار توسط مک کوپین معرفی شد (Macqueen, 1967). این الگوریتم‌ها، به این منظور طراحی شده‌اند تا داده‌های عددی را خوشه‌بندی کنند به‌طوری که هر خوشه دارای یک مرکز به نام میانگین است. در این الگوریتم فرض بر این است که تعداد خوشه‌های K ثابت است. نتایج

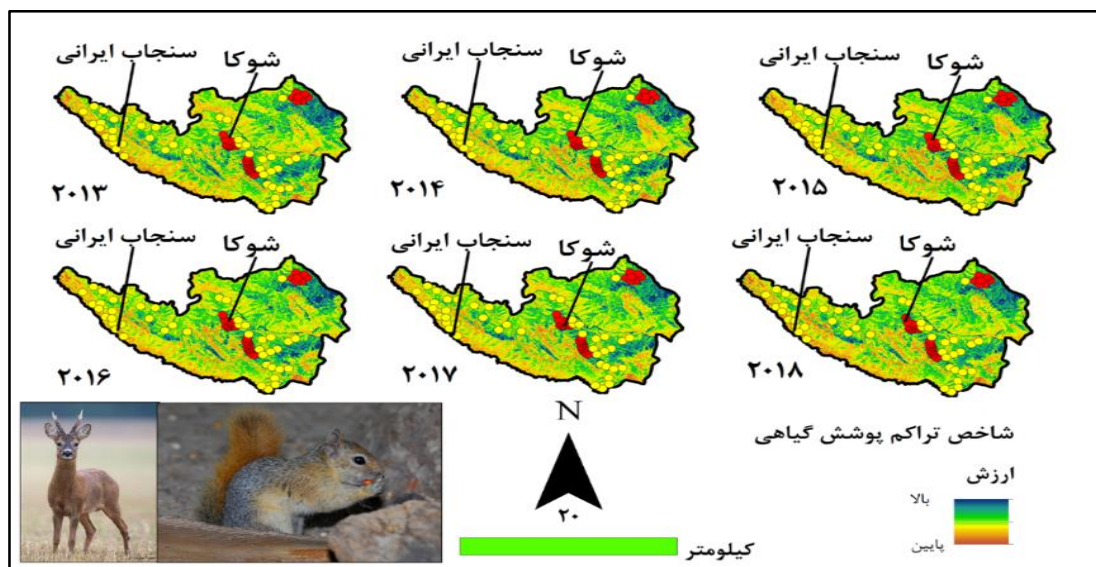
جدول ۲- دامنه تغییرات شاخص‌های تراکم و سطح برگ از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸

Table 2. The range of changes in density and leaf area indicators from 2013 to 2018

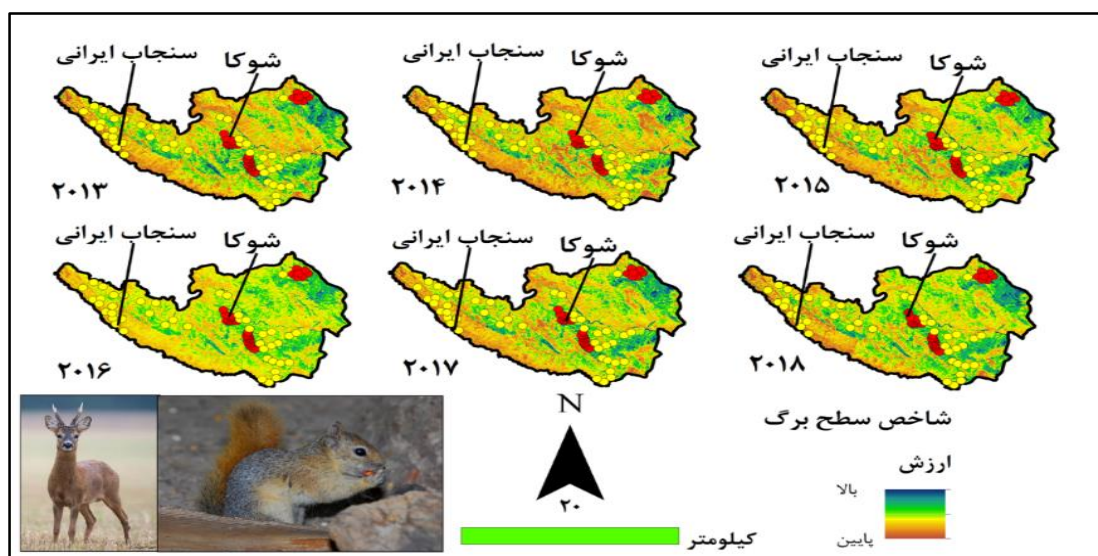
شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI)				شاخص سطح برگ (LAI)			
سال	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین
۲۰۱۳	۰/۰۳۷	۰/۸۳۶	۰/۳۷۸	۰/۱۱۹	۰	۲/۱۱	۰/۲۴۲
۲۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۸۴۷	۰/۳۳۰	۰/۱۰۷	۰	۲/۲۲۵	۰/۲۱۲
۲۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۸۲۳	۰/۳۰۸	۰/۰۹۴	۰/۰۲۷	۱/۹۵۱	۰/۱۹۴
۲۰۱۶	-۰/۰۷	۰/۹۹۵	۰/۳۳۶	۰/۱۰۵	۰	۲/۸۹	۰/۳۰۶
۲۰۱۷	-۰/۳۳۶	۰/۸۳۸	۰/۳۳۵	۰/۱۱۰	۰	۲/۴۰۳	۰/۲۴۵
۲۰۱۸	-۰/۶۸۱	۰/۸۳۱	۰/۳۶۴	۰/۱۰۸	۰	۲/۱۷۴	۰/۲۱۶

می‌دهد که شاخص تراکم پوشش گیاهی لکه‌های متراکم جنگلی را به نسبت شاخص NDVI بهتر مشخص کرده است.

شکل زیر موقعیت نقاط حضور را در شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص سطح برگ (LAI) نمایش می‌دهد. تفسیر بصری ۲ شاخص گیاهی مورد استفاده نشان



شکل ۲- روند تغییرات شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI) و نقاط حضور دو گونه



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) و نقاط حضور دو گونه

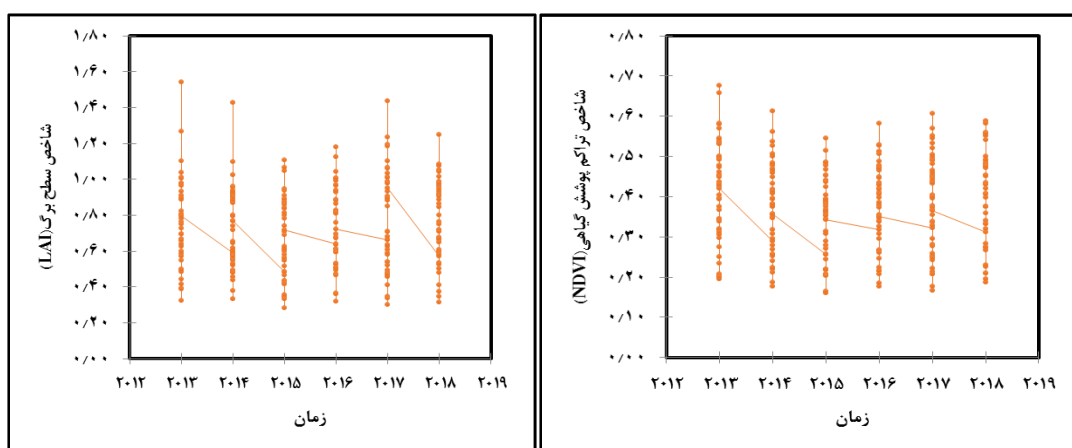
است. در خصوص شاخص تراکم پوشش گیاهی روند تغییرات معناداری رخ نداده است. در خصوص مناطق حضور شوکا نیز روند تغییرات معناداری در شاخص سطح برگ رخ نداده است اما این روند برای شاخص تراکم پوشش گیاهی نشان‌دهنده وجود روندی معنادار در تغییرات است این مقدار تغییرات ناچیز و به شکلی کاهشی بوده

جدول ۳ نتایج حاصل از استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال را برای نقاط حضور نمایش می‌دهد. بر اساس یافته‌های این جدول در محدوده نقاط حضور سنجاب ایرانی شاخص سطح برگ تغییرات روند معناداری داشته است. شاخص شیب سنس بیانگر روند تغییری مثبت ولی بسیار کم ر افزایش شاخص سطح برگ در محدوده نقاط حضور

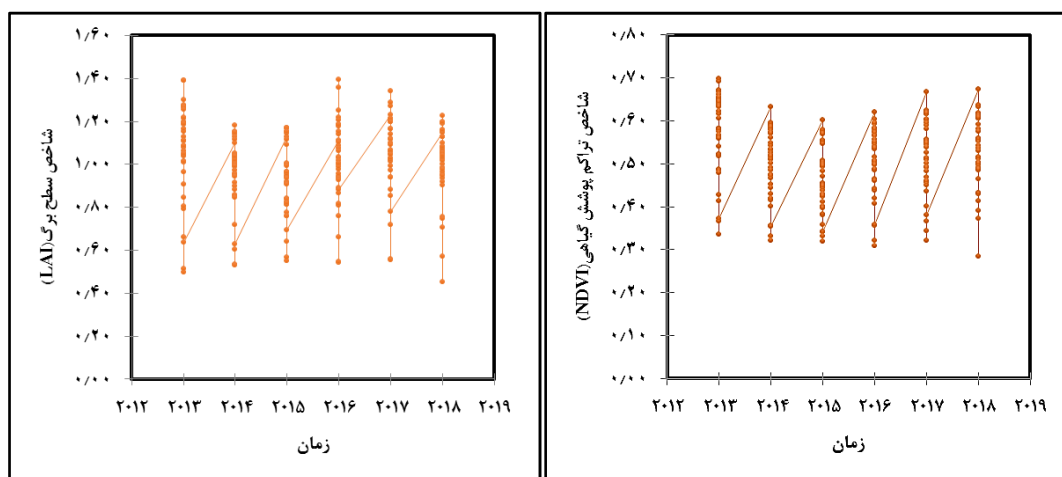
است. اشکال ۵ و ۶ نوسانات مقادیر اندازه گیری شده را برای گونه‌های مورد مطالعه نمایش می‌دهند.

جدول ۳- تحلیل شاخص ناپارامتری من-کندال از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸
Table 3. Analysis of the Man-Kendall nonparametric index from 2013 to 2018

آماره	سنجاب ایرانی (<i>Sciurus anomalus</i>)		شوکا (<i>Capreolus capreolus</i>)	
	LAI	NDVI	LAI	NDVI
Kendall's Tau	۰/۱۲۷	۰/۰۷۸	-۰/۰۴۸	-۰/۱۰۹
P-Value	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	۰/۲۸۳	۰/۰۱۶
Alpha	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
Sen's Slope	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۲



شکل ۴- نمودار روند تغییرات شاخص تراکم پوشش گیاهی (سمت راست) و سطح برگ (سمت چپ) در زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*)

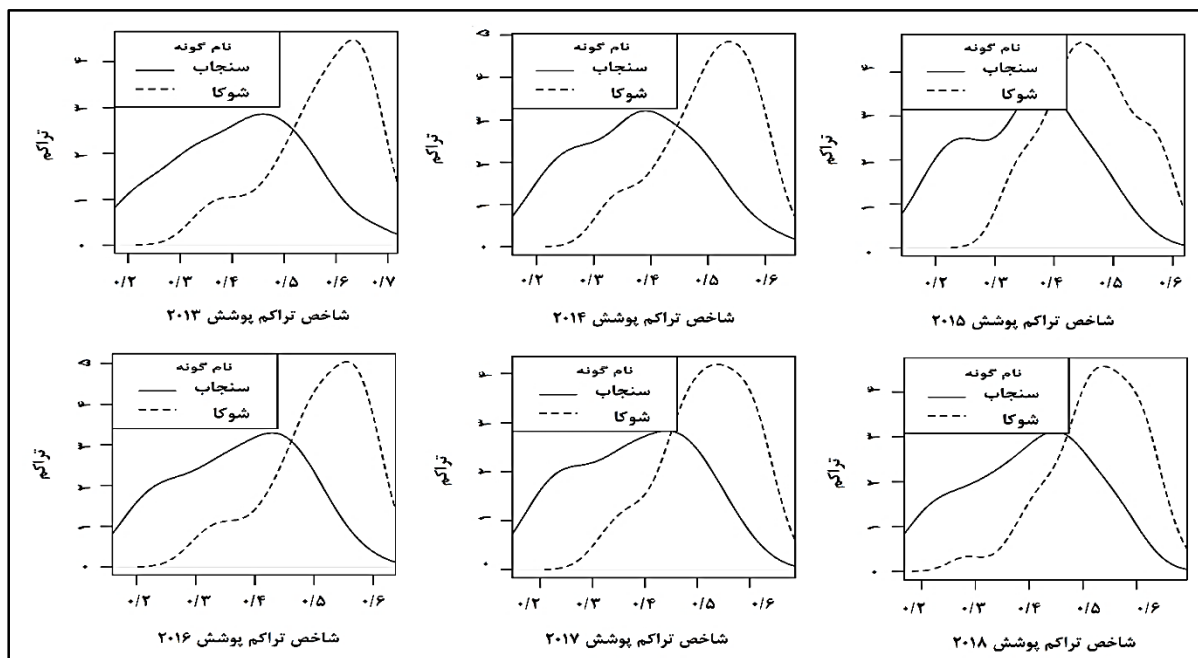


شکل ۵- نمودار روند تغییرات شاخص تراکم پوشش گیاهی (سمت راست) و سطح برگ (سمت چپ) در زیستگاه شوکا (*Capreolus capreolus*)

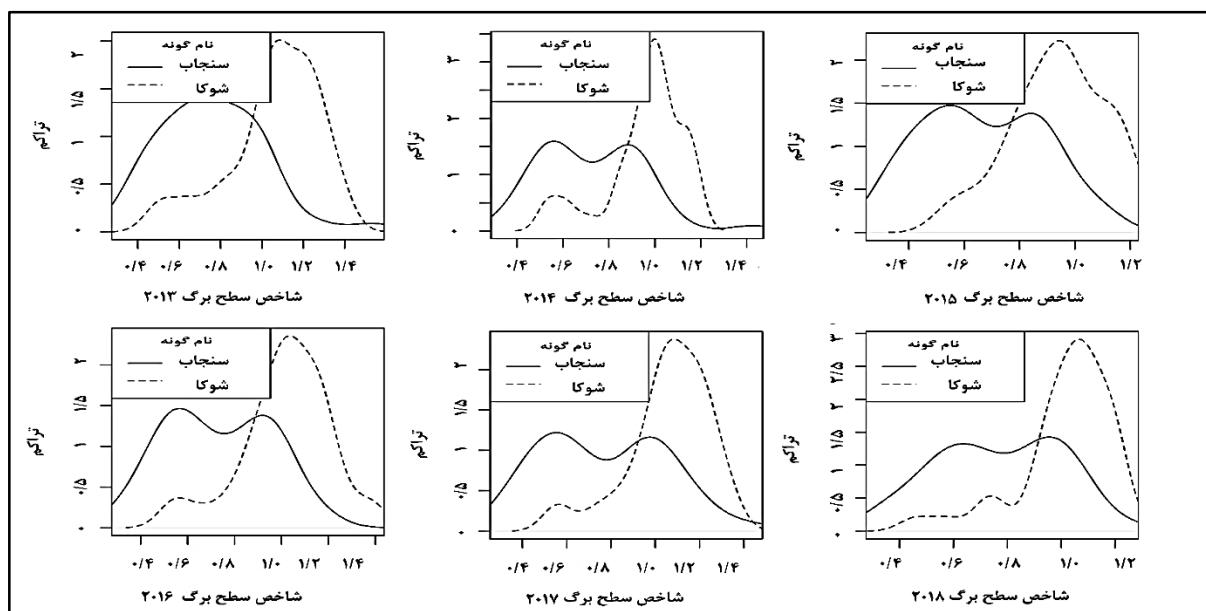
اشکال زیر نتایج حاصل از مقایسه وابستگی به تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی را در گونه‌های مورد مطالعه نمایش می‌دهند. بر اساس یافته‌های حاصل از شکل ۶ مقدار متوسط

شاخص تراکم پوشش گیاهی که برای نقاط حضور شوکا به طبع از گونه سنجاب بالاتر است به نحوی که آستانه مطلوبیت شاخص تراکم پوشش گیاهی برای این گونه حدوداً از مقدار

۰/۲ این شاخص شروع شده و بیشترین مشاهدات حضور در برگ نیز نمایان است. دامنه بین ۰/۵ تا ۰/۶ است. این تفاوت در شاخص سطح



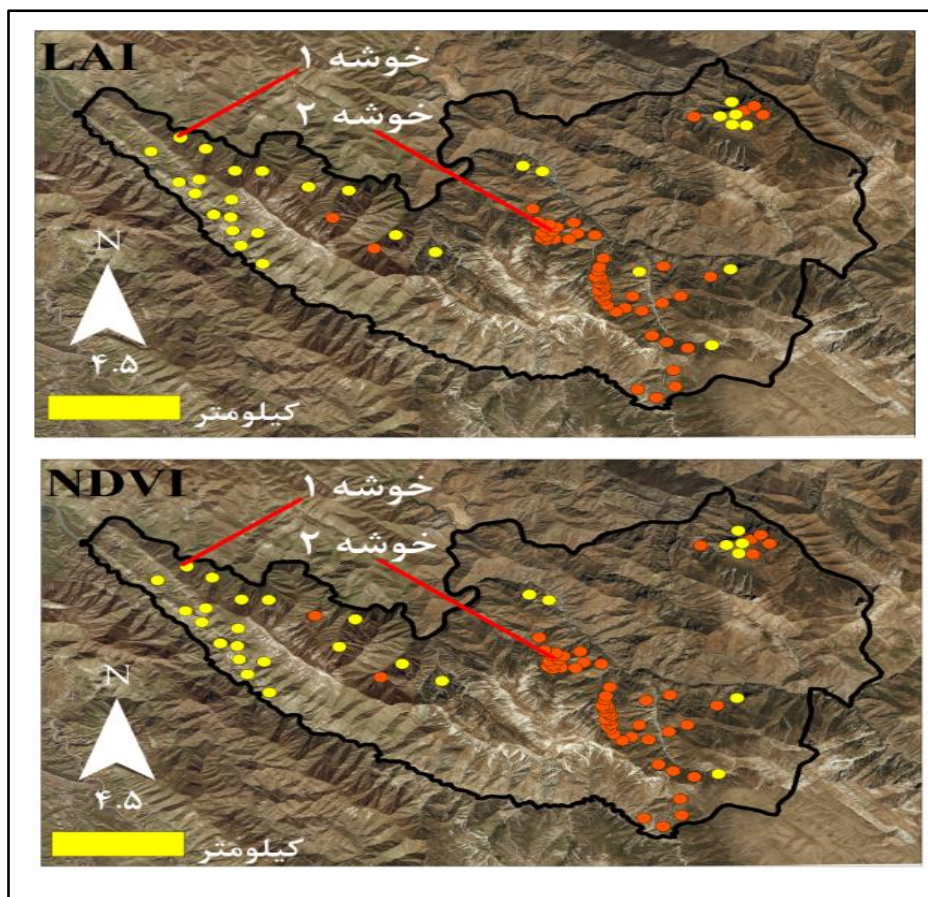
شکل ۶- تغییرات شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI) در محدوده حضور شوکا (*Capreolus capreolus*) و سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*)



شکل ۷- تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) در محدوده حضور شوکا (*Capreolus capreolus*) و سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*)

مقدار تراکم پوشش گیاهی بر اساس هر دو شاخص مورد استفاده وجود دارد. نقاط نارنجی و زرد رنگ به ترتیب محدوده حضور شوکا و سنجاب ایرانی را نمایش می دهند.

شکل زیر نتایج حاصل خوشه بندی مشاهدات را بر اساس شاخص های گیاهی مورد استفاده برای تمام نقاط حضور هر دو گونه نمایش می دهد. نتایج این آزمون بیان کننده تفاوت بین شاخص های تراکم در نقاط حضور گونه های مورد است. به این معنا که بین نقاط حضور تفاوت بارزی از نظر



شکل ۸- نتایج حاصل از خوشه‌بندی مشاهدات بر اساس شاخص سطح برگ (تصویر بالا) و شاخص تراکم پوشش گیاهی (تصویر پایین)

مدیریتی قضاوت صحیحی نمود. مهم‌ترین وظیفه برای درک حیات‌وحش شناخت جانوران و زیستگاه آن‌هاست. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که شوکا در منطقه بوزین و مرخیل استان کرمانشاه در مناطقی با تراکم پوشش گیاهی بالا حضور دارد. مقادیر شاخص‌های تراکم پوشش (NDVI) و سطح برگ (LAI) مورد بررسی در این مطالعه گویایی این مسئله است. مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص پوشش (NDVI) و سطح برگ (LAI) به ازای نقاط حضور این گونه از بالاترین مقدار برخوردار بودند که تأیید کننده وابستگی این گونه به مناطقی با تراکم پوشش گیاهی انبوه است. پوشش گیاهی انبوه می‌تواند نقش‌های مختلفی را برای گونه داشته باشد. پوشش گیاهی با فراهم آوردن پناه، غذا و محل مناسب برای استراحت به‌طور مستقیم بر توزیع شوکا اثرگذار است درحالی‌که شرایط توپوگرافی و

بحث و نتیجه‌گیری

سنجش ازدور امکان پایش و بررسی پدیده‌های سطح زمین را در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی فراهم کرده است (Kacic & Kuenzer., 2022). استفاده از داده‌های سنجش از دوری برای پایش تغییرات زیستگاه یک ابزار قدرتمند است (Regos et al., 2022) یکی از راه‌های مدیریتی برای حفظ و افزایش جمعیت یک گونه مدیریتی صحیح زیستگاه آن است. اعمال صحیح شیوه‌های مدیریتی جز با ارزیابی زیستگاه میسر نمی‌شود. در تکمیل موارد ذکرشده اشاره به این موضوع نیز ضروری است که بدون داشتن اطلاعات کافی از بوم‌شناسی نمی‌توان حیات‌وحش را مدیریت کرد. به‌ویژه داشتن اطلاعاتی در ارتباط با زیستگاه کاملاً ضروری است تا بتوان بر روی نتایج یک عمل

تغییرات معنادار بوده است ($P < 0.05$). نتایج بررسی وابستگی به دو شاخص مورد بررسی در خصوص سنجاب ایرانی نشان داد که این گونه نیز در مناطقی با تراکم پوشش گیاهی بالا حضور دارد (شکل ۴) اما بررسی و مقایسه پاسخ این گونه به شاخص سطح برگ (LAI) گویایی این موضوع بود که این گونه در مقایسه با شوکا مناطقی با شاخص سطح برگ (LAI) کمتر را ترجیح می دهد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه گونه سنجاب ایرانی در دامنه وسیع تر و با مقدار کمتری از تراکم پوشش گیاهی پراکنش دارد. به عبارتی نتایج این مطالعه نشان می دهد که سنجاب ایرانی در مقادیر کمتر از ۰/۲ در شاخص تراکم حضور دارد و بیشترین حضور آن در مقادیر ۰/۴ از شاخص مذکور است. این دامنه بیانگر حضور سنجاب ایرانی در پهنه ها و اراضی با پوشش گیاهی کم است. در بازدیدهای میدانی بخش های شرقی منطقه بوزین و مرخیل که به عنوان نقاط حضور انتخاب شدند دارای پوشش گیاهی کم تراکم تری به نسبت بخش های مرکزی منطقه بودند. این مهم در خصوص شاخص سطح برگ (LAI) نیز صادق است. به نحوی که مقادیر شاخص سطح برگ (LAI) در زیستگاه گونه در مقایسه به شکل قابل توجهی کمتر است. از این رو شاید بتوان این موضوع را استنباط کرد که انتخاب این عامل زیستگاهی مهم در دو گونه متفاوت است. بر اساس یافته صادقی (۱۳۹۲) سنجاب ایرانی زیستگاه های جنگلی با تراکم متوسط تا زیاد درختان را ترجیح می دهد که مطابق یافته های این مطالعه است. در مطالعه ای که توسط مرادی و همکاران (۱۳۹۵) بر روی پراکنش سنجاب در منطقه ثلاث باباجانی انجام گرفت نتایج مطالعه نشان داد که این گونه مناطق جنگلی مرتفع با تراکم پوشش گیاهی بالا را به عنوان لانه برمیگزیند.

نتایج حاصل از خوشه بندی کل نقاط حضور (شامل شوکا و سنجاب) بر اساس شباهت در تکرارهای مختلف شاخص های گیاهی مورد بررسی نشان داد که میان نقاط حضور شوکا و سنجاب ایرانی تفاوت مشخص و بارزی در بخش های از منطقه وجود دارد. در صورتی که ملاک حضور

آب و هوا با تغییر روابط گونه با پوشش گیاهی و یا با تغییر نوع پوشش گیاهی تأثیری غیرمستقیم بر این امر دارد (بخشی، ۱۳۹۲). بنابراین انتظار می رود که پوشش گیاهی به دلیل فراهم آوردن پناه مناسب، غذا و محل استراحت نسبت به شرایط پستی و بلندی پیش بینی کننده بهتری برای توزیع گوزن شوکا باشد (Fuller & Gill, 2001). این یافته در مطالعات مختلف محققین نیز مورد اشاره قرار گرفته است. Bonnot و همکاران (۲۰۱۳) به این موضوع اشاره کردند که شوکا معمولاً روزهای به حضور در جنگل تمایل دارد و شب ها به منظور چرا در زمین های کشاورزی حضور دارد این عمل می تواند ریسک شکار را کاهش دهد. بر اساس یافته های Behdarvand و همکاران (۲۰۱۴) فعالیت های طعمه خوار در زمین های که بر اساس فعالیت های انسانی دچار تغییر شده اند بیشتر است. حضور و عدم حضور شوکا در جنگل های متراکم ممکن است تحت تأثیر حضور و یا عدم حضور طعمه خوار باشد. در غیاب طعمه خوار شوکا زیستگاه های با پوشش جانبی را در تابستان ترجیح می دهد چون این مناطق آب و پناه رو با هر دو با یکدیگر برای گونه فراهم می کنند (Nilsen et al., 2004; Tufto et al., 1996). در مطالعه وارسته مرادی (۱۳۸۴) در پارک ملی گلستان نتایج نشان داد فراوانی شوکا در جنگل های متراکم با پوشش درختچه ای به مراتب بیشتر از مناطق روشن تر جنگلی است. در مطالعه بخشی (۱۳۹۲) در بررسی مطلوبیت زیستگاه شوکا در پارک ملی گلستان با استفاده از روش تجزیه و تحلیل آشیان بوم شناختی مشخص شد که شاخص تراکم پوشش گیاهی یکی از متغیرهای تأثیرگذار در فرآیند مدل سازی بوده است. در مطالعه که توسط Christen و همکاران (۲۰۱۸) بر روی گونه شوکا انجام گرفت نتایج نشان داد که این گونه زیستگاه های علفزار با ارتفاع علف های بین ۲۰-۵۰ سانتی متر را حاشیه جنگل ها ترجیح می دهد که با یافته این مطالعه همخوانی ندارد. بررسی روند تغییرات شاخص های مورد بررسی در محدوده حضور شوکا نشان داد که از روند تغییر معنادار در شاخص های سطح برگ (LAI) در محدوده پراکنش شوکا رخ نداده است. در حالی که شاخص تراکم پوشش گیاهی دارای روند

درونی و میزان است. باز دیده‌های میدانی و انطباق یافته‌های مربوط به هر دو شاخص مورد استفاده در فرآیند مدل‌سازی نشان داد که اگرچه شاخص‌های تراکم پوشش گیاهی به مقدار زیادی توسط محققین برای مطالعات سنجش‌ازدور به کار می‌رود ولی این شاخص نمی‌تواند مانند شاخص LAI فراغ از اشباع‌شده لکه‌های بسیار متراکم پوشش گیاهی را از سایر لکه‌ها تمیز دهد. از طرفی این شاخص برای تعیین ۲ فاکتور کلیدی سلامت جنگل یعنی پیش‌بینی سلامت و تولید جنگل بسیار مفید است (Pope & Treitz, 2013).

منابع

- احمدزاده گلی، ن.، بهزادی، م.ح. و محمد پور، ع. ۱۳۹۷.** خوشه‌بندی با الگوریتم K- میانگین لاینکس هوشمند. فصلنامه پژوهش‌های نوین در ریاضی، ۴(۱۴): ۱۴-۵.
- اسدی، س.، بنایان اول، م.، جهان، م. و فرید حسینی، ع.ر. ۱۳۹۷.** مقایسه شاخص‌های مختلف طیفی پوشش گیاهی برای ارزیابی از دور شاخص سطح برگ گندم (*Triticum aestivum* L.) زمستانه در مشهد. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳): ۹۳۴-۹۱۳.
- انصاری، ا. و هداوند، م. ۱۳۹۷.** مطالعه امکان‌سنجی احیای سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در ذخیره‌گاه جنگل بلوط شازند با روش آنتروپی بیشینه. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۶(۴): ۱۰۴-۹۵.
- بخشی، ح. ۱۳۹۲.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه شوکا (*Capreolus capreolus*) با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست. دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹۷ صفحه.
- جعفری، ع. و آرمان، ز. ۱۳۹۳.** پایش تغییرات پوشش گیاهی منطقه حفاظت‌شده جنگلی هلن و دلایل آن بر اساس تحلیل دو زمانه NDVI. نشریه محیط‌زیست طبیعی، ۶۷(۴): ۴۰۲-۳۹۱.

و قضاوت را تنها محدود به پوشش گیاهی بدانیم آنگاه مشخص می‌شود که بر اساس شباهت‌های موجود بین مقادیر شاخص NDVI شوکا در بخش‌های مرکزی منطقه بوزین و مرخیل دارای پراکنش است و این پراکنش در بخش‌های جنوبی و شمال شرقی ممکن است همراه با سنجاب ایرانی باشد. نتایج حاصل از در خصوص شاخص سطح برگ (LAI) نیز صدق می‌کند. در مجموع می‌توان ذکر کرد که با توجه به تراکم پوشش گیاهی و شاخص سطح برگ (LAI) شوکا را نمی‌توان در بخش‌های غربی منطقه بوزین و مرخیل یافت. در صورتی که دقت بالاتر شاخص سطح برگ (LAI) را به نسبت شاخص NDVI در برآورد دقت محاسبه تراکم پوشش گیاهی قبول کنیم آنگاه مشخص می‌گردد که سنجاب ایرانی در محدوده پراکنش خود با تغییر معنادار در روندی تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) مواجه شده است شاخص شیب‌خط سنس با مقدار بسیار کم خود نشان از تغییرات مثبتی در افزایش مقدار این شاخص داشته است. لذا می‌توان در بخش‌های که پراکنش سنجاب وجود دارد شرایط مساعدی را برای جنگل‌های زاگرس متصور شد. اما این شاخص برای شوکا روندی را نمایش نمی‌دهد لذا می‌توان امیدوار بود که تخریب‌های جنگل‌های بلوط در محدوده منطقه بوزین و مرخیل در محدوده پراکنش فعلی و در بازه زمانی این مطالعه رخ نداده است. از این رو می‌توان شوکا را به‌عنوان یک شاخص مناسب برای پایش تغییرات جنگل‌های متراکم محدوده مورد مطالعه در نظر گرفت. که پیش‌تر نیز در مطالعات محققان به این نقش گوزن‌های اشاره شده است (Hanley, 1997). در برخی دیگر از مطالعات علاوه بر نقش مذکور به دیگر اهمیت‌های گوزن‌ها اشاره شده است. در برخی مطالعات نیز جمعیت‌های کم تا متوسط گوزن‌ها یک عامل مهم در افزایش تولید اولیه و تنوع گونه‌های گیاهی بوده است (Stewart et al., 2009). شاخص‌های مبتنی بر سبزینگی گیاه به‌عنوان ساده‌ترین روش‌های ارزیابی کمی گیاهان محسوب می‌شوند. این بخش از شاخص‌های بر اساس بازتابی که برگ در باندهای مختلف از خود دارد محاسبه می‌شوند. خود بازتاب گیاه نیز تحت تأثیر پارامترهای از قبل تاج پوشش، دما، ساختار

زیستگاه های این گونه. فیزیولوژی و تکوین جانوری (علوم زیستی)، ۳(۱): ۲۸-۱۷.

قادر زاده، س.، شاکری، ز.، حسینی، و. و معروفی، ح. ۱۳۹۴. تعیین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش گونه های گیاهی در زاگرس شمالی (مطالعه موردی: جنگل های آرمرده بانه). مجله جنگل ایران، انجمن جنگل بانی ایران، ۷(۳): ۳۱۵-۲۹۹.

کیبری بالا جاده، ح.ر.، رضایی، ح.ر. و نادری، س. ۱۳۹۶. تنوع ژنتیکی شوکا (*Capreolus capreolus*) در استان های گلستان و مازندران بر اساس توالی ژن دی لوپ (D-loop) میتوکندری. فصلنامه محیط زیست جانوری، ۹(۱): ۵۶-۴۹.

گشتاسب، ح.، عطایی، ف.، جهانی، ع.، صوفی، م. و احمدی، ن. ۱۳۹۵. تأثیر پوشش گیاهی در انتخاب زیستگاه شوکا در منطقه حفاظت شده بوزین و مرخیل. فصلنامه محیط زیست طبیعی ایران، ۶۹(۳): ۸۲۰-۸۰۳.

محمدیاری، ف.، میرسنجری، م.م. و زرندیان، ا. ۱۳۹۷. پایش تغییرات پوشش گیاهی حوزه آبخیز کرج با استفاده از شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی و تحلیل گرادیان. نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۹(۴): ۷۲-۵۵.

مدرسی، ف.، عراقی نژاد، ش.، ابراهیمی، ک. و خلقی، م. ۱۳۸۹. بررسی منطقه ای پدیده تغییر اقلیم با استفاده از آزمون های آماری (مطالعه موردی: حوضه آبریز گرگانرود-قره سو). نشریه آب و خاک، ۲۴(۳): ۴۸۹-۴۷۶.

مرادی، س.، محمودی، ص. و شیخی نیلانلو، ص. ۱۳۹۵. زیستگاه های جنگلی مناسب برای حفاظت از سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus pallescens*) در غرب استان کرمانشاه. فصلنامه محیط زیست جانوری، ۸(۲): ۴۰-۳۳.

حیدری، م. و مهدوی، ع. ۱۳۹۴. تأثیر تغییر کاربری مناطق جنگلی بر شاخص های تنوع گونه ای علفی (مطالعه موردی: پارک چقاسبز استان ایلام). مجله تحقیقات جنگل های زاگرس، ۲(۱): ۵۶-۴۱.

حیدری، م.، پوربابایی، ح. و اسماعیل زاده، ا. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر خصوصیات رویشگاهی و تخریب های انسانی بر تنوع گونه های گیاهی زیراشکوب و خاک در اکوسیستم جنگلی زاگرس با استفاده از روش تحلیل مسیر. مجله پژوهش های گیاهی، ۲۸(۳): ۵۴۸-۵۳۵.

خلیلی، ف. و ملکیان، م. ۱۳۹۳. بررسی وضعیت گونه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در ایران. دومین همایش ملی تخصصی پژوهش های محیط زیست ایران. دانشگاه شهید مفتح همدان. همدان. ۹ ص.

راهداری، و.، سفیانیان، ع.ر.، خواجه الدین، س.ج. و ملکی نجف آبادی، س. ۱۳۹۲. بررسی قابلیت داده های ماهواره ای در تهیه نقشه درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: پناهگاه حیات وحش موته). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۵(۴): ۵۴-۴۳.

سفیانیان، ع.ر. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷. نشریه علوم آب و خاک، ۱۳(۴۹): ۱۶۴-۱۵۳.

صادقی، م. ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در استان کردستان. پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۸ ص.

غلامحسینی، ع.، اسماعیلی، ح.ر.، قلی کمی، ح.، ابراهیمی، م. و تیموری، آ. ۱۳۸۸. بررسی مهره داران هم زیستگاه با خرس قهوه ای (*arctos Ursus*) در استان فارس در راستای برنامه ریزی و مدیریت بهتر

Fuller, R.J. & Gill, R.M. 2001. Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry*, 74(3): 189-192.

Hanley, T.A. 1997. A nutritional view of understanding and complexity in the problem for diet selection by deer (*Cervidae*). *Journal of Oiko*, 79: 209-218.

Huete, A.R., Liu, H.Q., Batchily, K. & Van Leeuwen, W.J.D.A. 1997. A comparison of vegetation indices global set of TM images for EOS-MODIS. *Journal of Remote Sensing of Environment*, 59(3): 440-451.

Kacic, P. and Kuenzer, C., 2022. Forest Biodiversity Monitoring Based on Remotely Sensed Spectral Diversity—A Review. *Remote Sensing*, 14(21), p.5363.

Macqueen, J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the 5th Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, 1(14): 281-297.

May, R., Van Dijk, J., Wabakken, P., Swenson, J.E., Linnell, J.D., Zimmermann, B., Odden, J., Pedersen, H.C., Andersen, R. & Landa, A. 2008. Habitat differentiation within the large-carnivore community of Norway's multiple-use landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 45(5): 1382-1391.

Nagendra, H. 2012. Assessing relatedness and redundancy of forest monitoring and change Indicators. *Journal of Environmental Management*, 95(1): 108-113.

Nilsen, E.B., Linnell, J.D. & Andersen, R. 2004. Individual access to preferred habitat affects fitness components in female roe deer *Capreolus capreolus*. *Journal of Animal Ecology*, 73(1): 44-50.

Partal, T. & Kahya, E. 2006. Trend analysis in Turkish precipitation data. *Journal of Hydrological processes*, 20(9): 2011-2026.

Pettorelli, N., Ryan, S., Mueller, T., Bunnefeld, N., Jędrzejewska, B., Lima, M. & Kausrud, K. 2011. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): unforeseen successes in animal ecology. *Climate Research*, 46(1): 15-27.

Pope, G. & Treitz, P. 2013. Leaf area index (LAI) estimation in boreal mixedwood forest of Ontario, Canada using light detection and ranging (LiDAR) and WorldView-2 imagery. *Journal of Remote sensing*, 5(10): 5040-5063.

Regos, A., Gonçalves, J., Arenas-Castro, S., Alcaraz-Segura, D., Guisan, A. and Honrado, J.P., 2022. Mainstreaming remotely sensed ecosystem functioning in ecological niche models.

مصطفوی، س.م.، علیزاده، ا.، کابلی، م.، کرمی، م.، گل جانی، ر. و محمدی، س. ۱۳۸۹. تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های بهاره و تابستانه گونه پازن (*Capra aegagrus aegagrus*) در پارک ملی لار. نشریه علوم و فنون منابع طبیعی، ۵(۲): ۱۱۱-۱۲۱.

مهرنیا، م. ۱۳۹۵. بررسی پوشش گیاهی منطقه قلائی کشکان در استان لرستان. فصلنامه زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۹(۱): ۲۱-۴۴.

ناطق، س.، نوحه‌گر، ا.، احسانی، ا. و بذرافشان، ا. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات پوشش گیاهی بر اساس شاخص های گیاهی با استفاده از سنجش‌ازدور. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۴(۴): ۷۷۸-۷۹۰.

وارسته مرادی، ح. ۱۳۸۴. تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی در گوزن مرال (*Cervus elaphus*) و شوکا (*Capreolus capreolus*) در پارک ملی گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴): ۱۶۱-۱۵۴.

Behdarvand, N., Kaboli, M., Ahmadi, M., Nourani, E., Mahini, A.S. & Aghbolaghi, M.A. 2014. Spatial risk model and mitigation implications for wolf-human conflict in a highly modified agroecosystem in western Iran. *Biological Conservation*, 177: 156-164.

Boegh, E., Soegaard, H., Broge, N., Hasager, C.B., Jensen, N.O., Schelde, K. & Thomsen, A. 2002. Airborne Multi-Spectral Data for Quantifying Leaf Area Index, Nitrogen Concentration and Photosynthetic Efficiency in Agriculture. *Journal of Remote Sensing of Environment*, 81(2-3): 179-193.

Bonnot, N., Morellet, N., Verheyden, H., Cargnelutti, B., Lourtet, B., Klein, F. & Hewison, A.M. 2013. Habitat use under predation risk: hunting, roads and human dwellings influence the spatial behaviour of roe deer. *European journal of wildlife research*, 59(2): 185-193.

Christen, N., Janko, C. & Rehnus, M. 2018. The effect of environmental gradients on the bed site selection of roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Mammal Research*, 63(1): 83-89.

Tufto, J., Andersen, R. & Linell, J. 1996. Habitat Use and Ecological Correlates of Home Range Size in a Small Cervid: The Roe Deer. *Journal of Animal Ecology*, 65(1): 715-724.

Valente, A.M., Marques, T.A., Fonseca, C. & Torres, R.T. 2016. A new insight for monitoring ungulates: density surface modelling of roe deer in a Mediterranean habitat. *European journal of wildlife research*, 62(5): 577-587.

Vospernik, S. & Reimoser, S. 2008. Modelling changes in roe deer habitat in response to forest management. *Journal of Forest Ecology and Management*, 255(3-4): 530-545.

Zohary, M. 1963. Geobotanical Structure of Iran, *Bulletin of the Research Council of Israel*, Section D., Botany, Supplement of Volume 11D, 113 p.

Remote Sensing in Ecology and Conservation, 8(4), pp.431-447.

Sadeghi, M. & Malekian, M. 2017. The Persian squirrel of Kurdistan Province, western Iran: what determines its geographic distribution?. *Journal of Mammalia*, 81(3): 309-314.

Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T. & Maatta, A. 2002. Detecting Trends of Annual Values of Atmospheric Pollutants by the Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates -The Excel Template Application Makesens. Finnish Meteorological Institute, Air Quality Research, Helsinki, Finland, 37p.

Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International journal of remote sensing*, 10(6): 989-1003.

Stewart, K.M., Bowyer, R.T., Kie, J.G., Dick, B.L. & Ruess, R.W. 2009. Population density of North American elk: effects on plant diversity. *Journal of Oecologia*, 161(2): 303-312.