

تأثیر چرای دام بر رابطه بین پوشش و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های گیاهی در منطقه سبزکوه چهارمحال و بختیاری

- ❖ رضا امیدی پور؛ دکترای مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
- ❖ عطاءالله ابراهیمی*؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
- ❖ پژمان طهماسبی؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
- ❖ مرزبان فرامرزی؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

چکیده

پوشش و زیتوده گیاهی از مهم‌ترین شاخص‌های اکوسیستم مرتعی بوده که برآورد صحیح آن‌ها ضروری است. شاخص‌های گیاهی، ابزاری برای ارزیابی و پایش پوشش و زیتوده هستند که کارایی آن‌ها در مدیریت‌های مختلف بررسی نشده است. در تحقیق حاضر، تأثیر قرق بلندمدت (۲۶ ساله) بر رابطه بین پوشش و زیتوده با شاخص‌های گیاهی در منطقه حفاظت شده سبزکوه چهارمحال و بختیاری با تصاویر ماهواره لندست-۸ مورد ارزیابی قرار گرفت. پوشش و زیتوده گیاهی، با ۱۰ پلات ۳۰*۳۰ و در هر یک با استفاده از کوادرات‌های ۲*۲ مترمربعی (۶۰ کوادرات) در خرداد ۱۳۹۵ ارزیابی شد. نتایج گویای تفاوت پوشش مناطق قرق و چرای (به ترتیب ۴۶ و ۵۷ درصد) و زیتوده گیاهی (۱۰۱۱ و ۱۶۵۶ کیلوگرم در هکتار) به صورت معنی‌داری بود. رعایت فصل و شدت چرا و پتانسیل بالای تولید در منطقه چرای و انباشت زیاد لاشبرگ، عدم تحریک‌پذیری گیاهان و رقابت در مناطق قرق موجب بهبود درصد پوشش و زیتوده گیاهی در منطقه چرای در مقایسه با قرق بودند. شاخص‌های گیاهی اصلاح‌کننده اثر خاک در مناطق قرق و چرا برآورد بهتری از پوشش داشتند (به ترتیب $TS\text{AVI}1=0/828$ و $PVI3=0/884$). همچنین شاخص $PVI2$ در هر دو منطقه قرق و چرای ($R^2=0/726$) و چرای ($R^2=0/698$) برآورد بهتری از زیتوده داشت. برتری بیشتر شاخص‌های مذکور به دلیل اصلاح اثر خاک و اصلاح اثر گندمیان چندساله، در مناطق مورد بررسی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که چرای دام موجب تغییر در ساختار گیاهی و ارتباطات شاخص‌های گیاهی با پوشش شده لذا حسب تغییرات ترکیب و ساختار گیاهی در مناطق مختلف چرای لازم است از شاخص‌های متفاوتی استفاده شود.

کلید واژگان: اکوسیستم مرتعی، مدیریت پوشش گیاهی، سنجش از دور، شاخص‌های پوشش گیاهی، قرق بلند مدت، سبزکوه.

۱. مقدمه

پوشش و و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین دو مؤلفه مهم پوشش گیاهی بوده و دارای اهمیت بالایی در اکوسیستم های مختلف، به خصوص اکوسیستم های مرتعی می باشند. تاج پوشش گیاهی، به عنوان تصویر عمودی تاج، شاخ و برگ یا سایر اندام های هوایی گیاهان بر سطح زمین تعریف می گردد [۱۴] و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین به عنوان وزن زنده اندام های گیاهی رو زمینی تعریف می گردد که معیاری یا شاخصی نسبی از میزان استفاده گیاهان مختلف از منابع اکوسیستم است [۱۴]. به طور معمول از قطع و وزن برای اندازه گیری زیتوده استفاده می شود (برای گیاهان بوته ای و درختی از شاخص یا روابط آلومتریک استفاده می شود). این دو معیار از مهم ترین شاخص های ساختار و عملکرد هر اکوسیستم به شمار می رود. تاج پوشش گیاهی و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین، دارای کارکردهای مهم اکوسیستمی از قبیل کنترل رواناب [۳۷] و کنترل فرسایش بادی [۳۶ و ۳۷]، کنترل دمای سطحی زمین [۴]، پناهگاه حیات وحش [۱۶]، منبع ذخیره کربن [۷] و همچنین منبعی برای علوفه و تغذیه دام های اهلی و وحشی [۴۳] هستند.

در این راستا، داده های سنجش از دوری یکی از مهم ترین ابزارهای قدرتمندی است که به دلیل ارائه داده های متنوع از لحاظ اندازه پیکسل، دوره زمانی مختلف و گستردگی زیاد مورد توجه و استفاده بسیاری از محققین قرار گرفته است. شاخص های گیاهی یکی از مهم ترین ابزارهای سنجش از دور است که در ارزیابی بسیاری از جنبه های پوشش گیاهی در اکوسیستم های مختلف، مورد استفاده قرار گرفته اند. برای مثال، شاخص های گیاهی در بررسی و پایش نقشه های پوشش گیاهی [۲۷]، تولیدات گیاهی [۲۳]، ارزیابی تأثیرات آتش [۵۷]، چرای دام [۳۴] و سیل [۱۵] و همچنین برای مدل سازی اکوسیستم ها [۲۸] مورد استفاده قرار گرفته است. به طور کلی شاخص های گیاهی در سه دسته کلی تقسیم بندی می شوند که شامل شیب-محور، فاصله-محور تبدیل شده

است [۱۰]. شاخص های شیب-محور از ترکیب ساده خطی دو باند قرمز و مادون قرمز حاصل می شوند (مانند شاخص های NDVI، RVI و TVI) در صورتی که شاخص های فاصله-محور (مانند شاخص های DVI، PVI و TSAVI) بر مبنای مقادیر عرض از مبدأ و شیب خط خاک لخت ایجاد می شوند (توضیحات تکمیلی شاخص ها در جدول ۱). همچنین شاخص های تبدیلی گروهی دیگر از شاخص های پوشش گیاهی هستند که با ترکیب باندهای مختلف تصاویر ماهواره ای، مؤلفه های جدید را استخراج می کنند که با اجزای مختلف اکوسیستم ارتباط دارند. برای مثال شاخص تبدیل تسلدکپ با ترکیب ۶ باند از تصویر ماهواره ای لندست هشت (OLI) سه مؤلفه جدید سبزینگی، روشنایی و رطوبت را ایجاد می کند [۱۰]. دانستن اینکه کدام شاخص یک متغیر محیطی را بهتر برآورد می کند از اهمیت زیادی برخوردار است. در این راستا تحقیقات زیاد به انجام رسیده است. برای مثال، سنایی و ابراهیمی [۵۱] در تحقیقی با هدف برآورد صحیح پوشش و زیتوده گیاهی در مراتع نیمه-استپی استان چهارمحال و بختیاری نشان دادند که استفاده از شاخص های پوشش گیاهی از قبیل TVI، TTVI، CTVI، RATIO و NRVI می تواند برآورد مناسبی از پوشش و زیتوده گیاهی ارائه دهد. در نتیجه گیری مشابهی، [۳۵]، با بررسی قابلیت شاخص های سنجش از دوری در منطقه حفاظت شده البرز مرکزی گزارش دادند که دو شاخص RATIO و EVI دارای بیشترین قابلیت برای برآورد پوشش گیاهی و زیتوده رو زمینی هستند. در تحقیقی [۲]، با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی مبتنی بر تصاویر ماهواره ای لندست ۸ اقدام به مدل سازی پوشش تاجی گیاهی کل و پوشش گیاهی فرم های رویشی مختلف گیاهی در مراتع سبلان کردند و نشان دادند که شاخص های پوشش گیاهی عمدتاً برآورد بهتری از گیاهان غالب از قبیل گندمیان دارند. همچنین [۲۴]، در جنوب برزیل با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنتینل-۲ و شاخص های پوشش گیاهی، اقدام به برآورد دقیق زیتوده

طبیعی علفزارهای طبیعی کردند.

چرای دام و خصوصاً چرای شدید علفخواران، موجب تغییرات زیادی در ساختار و عملکرد جوامع گیاهی می‌شود [۵۳]. در این راستا، [۴۰]، در بررسی تأثیر چرای دام بر پوشش گیاهی مراتع کوهستانی در کشور هند و همچنین [۵۸]، در بررسی تأثیر چرای دام بر ساختار جوامع علفزار در کشور چین بر تأثیر چرای دام بر تغییر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های مورد بررسی، تأکید کردند. در مقیاس جهانی، تحقیقات نشان داده است که حدود ۶۰ درصد از مراتع و علفزارها با چرای دام و یا چرای بیش از حد علفخواران روبه‌رو بوده و اثرات این چرای بیش از حد به‌خصوص در مناطق با تعداد دام بالا بیشتر و مخرب‌تر خواهد بود [۴۱]. همچنین بیابان‌زایی و شور شدن نیز از جمله اثرات منفی چرای بیش از حد دام بود که توسط [۳۶]، مورد تأکید قرار گرفته است. در این راستا، سنجش از دور و شاخص‌های پوشش گیاهی یکی از ابزارهای مهمی هستند که مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته‌اند [۳۹]. برای مثال، کارایی سنجش از دور در بررسی تأثیرات شدت چرای دام [۳۲ و ۳۹]، کمی کردن و پایش شدت چرای دام [۳۸ و ۶۰] و همچنین مدل‌سازی پراکنش مکانی شدت‌های مختلف چرای دام [۲۵] مورد تأیید قرار گرفته است.

قرق کردن محدوده‌های تخریب شده در اثر چرای دام یکی از معمول‌ترین روش‌های احیایی بوده [۲۰] و در بسیاری از موارد موجب بهبود شرایط پوشش گیاهی (به‌خصوص از لحاظ تنوع) خواهد شد. از طرفی، محققین نشان داده‌اند که روابط تنوع و عملکرد اکوسیستم در مناطق تحت چرای دام و مناطق حفاظت شده (یا قرق شده) متفاوت خواهد بود. برای مثال، تحقیقات نشان داده است که روابط بین ویژگی‌های ساختاری و عملکردی اکوسیستم از حالت خطی در مناطق قرق شده به حالت‌های غیرخطی در مناطق چرا شده تغییر می‌کند [۹]. بنابراین، ممکن است قرق کردن سایت‌های تخریب شده در اثر چرای بیش از حد دام، موجب تغییر ساختار

پوشش گیاهی شده و این تغییر ساختار، به تغییر روابط پوشش گیاهی و عملکرد اکوسیستم‌ها با شاخص‌های گیاهی سنجش از دوری منجر گردد. با توجه به اینکه شاخص‌های پوشش گیاهی از مهم‌ترین ابزارهای ارزیابی و پایش پوشش گیاهی و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین هستند، آگاهی از نوع تأثیر قرق بر ارتباط بین پوشش گیاهی و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های پوشش گیاهی می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیران/سازان را در راستای انتخاب بهترین شاخص‌ها و مدیریت اصولی و پایدار اکوسیستم‌های مرتعی یاری نماید.

هرچند تاکنون تحقیقی در این زمینه خصوصاً در ایران، صورت نگرفته است، تحقیق حاضر در صدد است تا ارتباط پوشش گیاهی (تاج پوشش سبز) و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین را با شاخص‌های گیاهی مختلف (شیب محور، فاصله محور، تغییر یافته) در مناطق تحت چرای دام و قرق را در منطقه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری که دارای پتانسیل بالایی است را مورد بررسی قرار دهد. نتایج این تحقیق می‌تواند، موجب درک بهتری از ارتباطات پوشش و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های گیاهی شده و امکان پایش بهتر و کارآمدتر این مناطق را مشخص سازد. چنین تحقیقی ما را در استفاده بهتر و ارزیابی دقیق‌تر منابع، به ویژه در مناطق آب و هوایی با پتانسیل بالای تولیدی و همچنین تحت مدیریت‌های مختلف از جمله چرا و قرق با استفاده از دانش دورسنجی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای (لندست) رهنمون سازد.

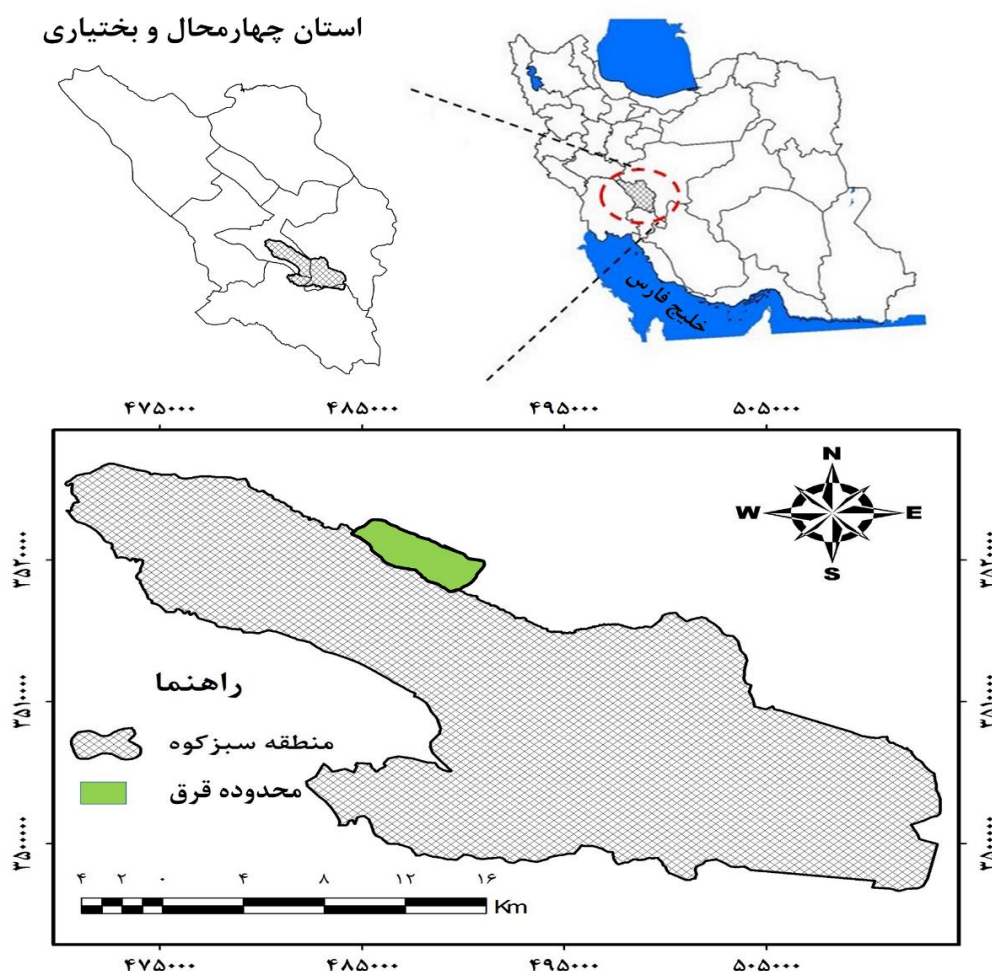
۲. روش‌شناسی

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، شامل دو منطقه قرق (حدود ۲۶ سال) و منطقه تحت چرای دام در منطقه سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری در محدوده عرض شمالی $31^{\circ} 48' 49''$ تا $31^{\circ} 50' 14''$ و طول شرقی $50^{\circ} 21'$ تا $50^{\circ} 53' 14''$ قرار دارد. منطقه قرق‌شده در

این تحقیق، از سال ۱۳۶۲ تحت قرق کامل قرار دارد [۱]. این منطقه، منطقه‌ای کوهستانی با حداقل و حداکثر ارتفاع به ترتیب ۱۱۴۰ و ۳۹۰۰ متر و متوسط ۲۴۵۶ متر می‌باشد. مساحت منطقه سبزکوه بالغ بر ۵۴ هزار هکتار و مساحت محدوده قرق حدود ۴۰۰ هکتار می‌باشد [۱۹]. بارندگی متوسط این منطقه، حدود ۸۰۰ میلی‌متر در سال و بر اساس روش دومارتن اقلیم آن نیمه مرطوب می‌باشد. از مهم‌ترین گیاهان منطقه تحت چرای دام می‌توان به گیاهانی از قبیل *Hordeum bulbosum*، *Astragalus adsendens* Boiss، *Astragalus susianus*، *Agropyron repens* L.، *Daphne*، *Bromus tomentellus* Boiss، *Boiss.*، *mucronata* Royle. و گیاهان یکساله از قبیل *Boissiera squarrosa*، *Bromus danthoniae* Trin، *Taeniatherum* و *Bromus tectorum* L. (Sol.) Nevski، همچنین از مهم‌ترین گیاهان موجود در منطقه قرق می‌توان به گیاهانی از قبیل *Agropyron*، *Hordeum bulbosum* L.، *Astragalus repens* L.، *Bromus tomentellus* Boiss، *adsendens* Boiss و *Phlomis olivieri* Benth. اشاره نمود. لازم به ذکر است که نقشه تیپ‌بندی پوشش گیاهی منطقه سبزکوه با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و سیستم اطلاعات جغرافیایی، توسط [۴۸] تهیه و ارائه شده است.

استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری و کشور

۲.۲. نمونه برداری پوشش گیاهی

نمونه برداری از پوشش در فصل اوج رشد گونه های گیاهی و در اواسط خرداد ماه ۱۳۹۶ در پلات های ۳۰*۳۰ متر مربعی صورت گرفت. در هر پلات، سه کوادرات ۲*۲ متر مربعی برای برداشت داده ها استفاده شد به صورتی که پس از برداشت اطلاعات، با میانگین گیری از سه کوادرات، یک واحد نمونه (پلات) مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر منطقه، ۱۰ پلات و در مجموع ۲۰ پلات و ۶۰ کوادرات مورد استفاده قرار گرفت. اندازه کوادرات ها بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط تحقیقات پیشین [۵۴] و انتخاب سه کوادرات بر اساس نتایج [۳۰] صورت پذیرفت زیرا این دو تحقیق در مناطقی مشابه به تحقیق حاضر انجام شده اند. همچنین موقعیت جغرافیای مرکز هر پلات با استفاده از GPS ثبت گردید. در هر کوادرات علاوه بر ثبت درصد پوشش گیاهی، زیتوده گیاهی سطح زمین نیز برداشت شد. برای برداشت زیتوده گیاهی بالای سطح زمین، گیاهان یک ساله از یک سانتی متری سطح زمین و برای گیاهان بوته ای از روش موسوم به آدلاید (حدود ۱۰ تا ۲۰٪ کل گیاه) استفاده شد [۵].

۳.۲. شاخص های پوشش گیاهی سنجش از دوری

پس از تهیه تصویر ماهواره ای که دارای حداقل مقدار ابرناکی و نزدیک ترین زمان به فصل نمونه برداری باشد (۲۰۱۷/۵/۲۲)، تصحیحات اتمسفریک با استفاده از روش Cost(t) صورت پذیرفت. سپس، برخی از مهم ترین شاخص های گیاهی (فاصله-محور، شیب-محور و تبدیلی) انتخاب و محاسبه شدند. لیست شاخص های مورد استفاده در این تحقیق در جدول (۱) ارائه شده است.

۴.۲. تجزیه و تحلیل آماری

پیش از تجزیه و تحلیل داده ها، نرمال بودن و همگنی واریانس داده ها با استفاده از آزمون های به ترتیب کلموگروف-اسمیرنوف و لیون مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه میانگین تاج پوشش و زیتوده گیاهی در دو منطقه قرق و چرا شده با استفاده از آزمون T-student test مستقل صورت گرفت. بررسی ارتباط بین داده های متغیر وابسته (تاج پوشش و زیتوده گیاهی) با متغیر مستقل (شاخص های پوشش گیاهی) با استفاده از تحلیل رگرسیونی انجام شد. با توجه به نتایج تحقیقات گذشته [۴۴]، علاوه بر رابطه خطی از رابطه توان دوم (درجه دوم) نیز استفاد گردید. تمامی تجزیه و تحلیل های آماری در نرم افزار SPSS ver. 25 و ترسیم نمودار ها در نرم افزار Excel ver. 2016 انجام پذیرفت.

۳. نتایج

نتایج آزمون لیون نشان داد که داده های برداشتی دو متغیر تاج پوشش ($F\text{-value}=0.54$, $P\text{-value}=0.473$) و زیتوده گیاهی ($F\text{-value}=3.315$, $P\text{-value}=0.085$) همگن هستند. نتایج مقایسه میانگین به طور مشابهی نشان داد که بین مقادیر تاج پوشش ($t\text{-value}=-2.527$, $P\text{-value}=0.022$) و زیتوده گیاهی ($t\text{-value}=-2.459$, $P\text{-value}=0.024$) در مناطق مورد بررسی (قرق و چرا) اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تاج پوشش گیاهی در دو منطقه قرق و چرا شده نشان داد که مقدار تاج پوشش در منطقه چرا شده (۵۷ درصد) و به گونه ای معنی دار ($P\leq 0.05$) از مقدار تاج پوشش منطقه قرق شده (۴۶ درصد) بیشتر است (شکل ۲). به گونه ای مشابه و معنی دار ($P\leq 0.05$)، مقدار زیتوده گیاهی سطح زمین نیز در منطقه چرا شده (۱۶۵۶ کیلوگرم در هکتار) بیش از مقدار آن در منطقه قرق شده (۱۰۱۱ کیلوگرم در هکتار) برآورد شد (شکل ۲).

بررسی ارتباط بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص های گیاهی نشان داد که در منطقه چرا شده، شاخص های TSAVI1 ($R^2=0.828$)، NDVI ($R^2=0.827$) و TTVI ($R^2=0.825$) دارای بهترین ارتباط با درصد تاج پوشش گیاهی بودند. همچنین نوع رابطه بین متغیر

*Levene

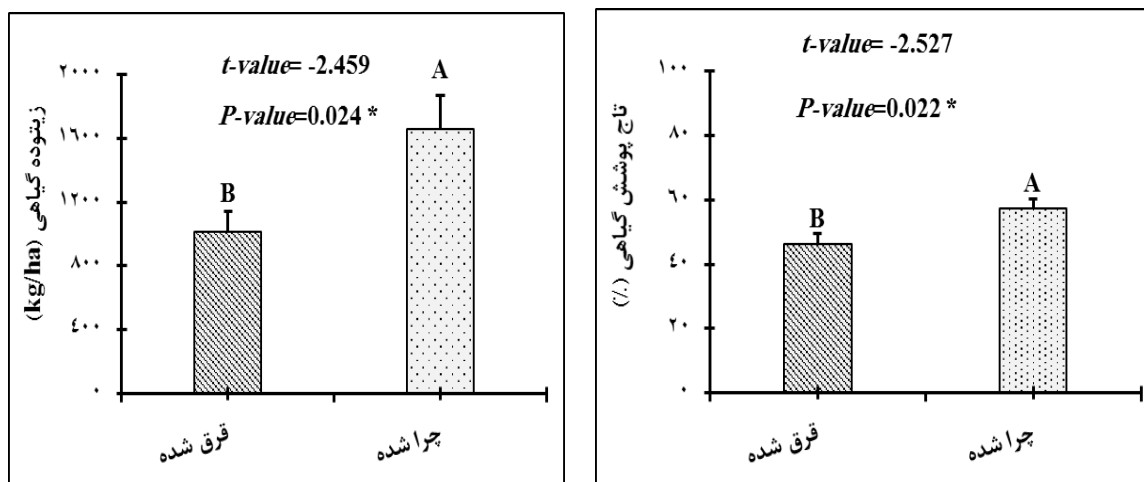
*Kolmogorov-Smirnov test

دیگر، تنها دو شاخص PVI3 و Wetness فاقد ارتباط معنی‌داری (چه خطی و چه توان دوم) با درصد تاج پوشش گیاهی بودند (جدول ۲).

وابسته و مستقل در همه موارد با توان دوم رابطه بهتری را برای همه شاخص‌ها در مقایسه با روابط خطی (که ارتباط معنی‌داری را نشان ندادند) نشان دادند. از طرفی

جدول ۱. شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده برای تعیین ارتباط بین پوشش گیاهی زیتوده گیاهی بالای سطح زمین.
a: عرض از مبدأ خط خاک، b: شیب خط خاک، L: فاکتور تعدیل تاج پوشش گیاهی، C1 و C2: ضرایب پایداری ضرات معلق، Rgg: رگرسیون خط خاک.

منبع	رابطه	دسته بندی	اصطلاح کامل	شاخص پوشش گیاهی
[۶]	$\frac{MSS7 - MSS5}{In OLI: NIR - Red}$	فاصله-محور	Ashburn Vegetation Index	AVI
[۴۲]	$\frac{NDVI + 0.5}{ABS(NDVI + 0.5)} \times \sqrt{ABS(NDVI + 0.5)}$	شیب-محور	Corrected Transformed Vegetation Index	CTVI
[۴۹]	$bNIR - Red$	فاصله-محور	Difference vegetation index	DVI
[۲۹]	$G \frac{NIR - Red}{NIR + C_1 Red - C_2 B + L}$	شیب-محور	Enhanced Vegetation Index	EVI
[۴۶]	$\frac{NIR - Red}{(NIR + Red + L)} \times (1 + L)$	فاصله-محور	Modified Soil-Adjusted Vegetation Index 1	MSAVI1
[۴۶]	$\frac{20000 + 1 - \sqrt{(20000 + 1)^2 - 8(NIR - Red)^2}}{2}$	فاصله-محور	Modified Soil-Adjusted Vegetation Index 2	MSAVI2
[۵۰]	$\frac{NIR - Red}{NIR + Red}$	شیب-محور	Normalized Difference Vegetation Index	NDVI
[۴۹]	$\sqrt{(Rgg - NIR)^2 + (Rgg - Red)^2}$	فاصله-محور	Perpendicular vegetation index	PVI
[۴۲]	$\frac{(bNIR - Red) + a}{\sqrt{b^2 + 1}}$	فاصله-محور	Perpendicular vegetation index ۱	PVI1
[۱۱]	$\frac{(NIR - b) \times (Red + a)}{\sqrt{1 + b^2}}$	فاصله-محور	Perpendicular vegetation index ۲	PVI2
[۴۶]	$aNIR - bRed$	فاصله-محور	Perpendicular vegetation index ۳	PVI3
[۵۰]	NIR/Red	شیب-محور	Ratio Index	Ratio
[۴۹]	Red/NIR	شیب-محور	Ratio Vegetation Index	RVI
[۱۳ و ۱۲]	$\frac{b(NIR - bRed - a)}{(Red + bNIR - ab)}$	فاصله-محور	Transformed Soil-Adjusted Vegetation Index 1	TSAVI1
[۱۳ و ۱۲]	$\frac{b(NIR - bRed - a)}{Red + bNIR - ab + 0.08(1 + b^2)}$	فاصله-محور	Transformed Soil-Adjusted Vegetation Index 2	TSAVI2
[۵۵]	$\sqrt{ABS(NDVI + 0.5)}$	شیب-محور	Thiam's Transformed Vegetation Index	TTVI
[۱۸]	$\sqrt{\left(\frac{NIR - Red}{NIR + Red}\right) + 0.5}$	شیب-محور	Transformed Vegetation Index	TVI
[۱۷]	$NIR - bRed$	فاصله-محور	Weighted Difference Vegetation Index	WDVI
[۱۰]	$(OLI2*0.3029) + (OLI3*0.2786) + (OLI4*0.4733) + (OLI5*0.5599) + (OLI6*0.5080) + (OLI7*0.1872)$	تغییر یافته	Brightness components of tasseled cap	Brightness
[۱۰]	$(OLI2*(-0.2941)) + (OLI3*(-0.2430)) + (OLI4*(-0.5424)) + (OLI5*0.7276) + (OLI6*0.0713) + (OLI7*(-0.1608))$	تغییر یافته	Greenness components of tasseled cap	Greenness
[۱۰]	$(OLI2*0.1511) + (OLI3*0.1973) + (OLI4*0.3283) + (OLI5*0.3407) + (OLI6*(-0.7117)) + (OLI7*(-0.4559))$	تغییر یافته	Yellowness components of tasseled cap	Wetness



شکل ۲. مقایسه میانگین تاج پوشش و زیتوده گیاهی بالای سطح زمین در مناطق قرق و چرا شده که با آزمون T-student برای داده‌های غیر جفتی مورد مقایسه قرار گرفته است (مقادیر A و B گویای تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین برآوردها می‌باشند).

جدول ۲. نتایج ارتباط خطی و توان دوم بین درصد تاج پوشش گیاهی (متغیر وابسته) با شاخص‌های سنجش ازدوری (متغیر مستقل) در مناطق قرق و چرا شده در منطقه سبزکوه چهارمحال و بختیاری

منطقه قرق شده				منطقه چرا شده				شاخص
توان دوم		رابطه خطی		توان دوم		رابطه خطی		
F-value	R ²	F-value	R ²	F-value	R ²	F-value	R ²	
۱۰/۲۰**	۰/۷۴۵	۲۱/۲۱***	۰/۷۲۶	۸/۱۰*	۰/۷۶۴	۰/۶۳۴	۰/۰۹۶	AVI
۱۸/۴۱***	۰/۸۴	۳۰/۳۸***	۰/۷۹۲	۱۱/۷۹**	۰/۸۲۵	۰/۳۵۲	۰/۰۵۵	CTVI
۱۰/۵۶**	۰/۷۵۱	۲۲/۰۵***	۰/۷۳۴	۸/۳۴*	۰/۷۶۹	۰/۶۱۱	۰/۰۹۲	DVI
۱۴/۸۸***	۰/۸۱	۳۰/۱۷***	۰/۷۹	۹/۸۶**	۰/۷۹۸	۰/۴۵۸	۰/۰۷۱	EVI
۱۳/۸۲**	۰/۷۹۸	۲۹/۷۷***	۰/۷۸۸	۱۰/۴**	۰/۸۰۶	۰/۴۱۹	۰/۰۶۵	MSAVI1
۱۳/۸۹**	۰/۷۹۹	۲۹/۵۴***	۰/۷۸۷	۱۰/۳۸**	۰/۸۰۶	۰/۴۲۹	۰/۰۶۷	MSAVI2
۱۸/۸۹***	۰/۸۴۴	۳۲/۵۵***	۰/۸۰۳	۱۱/۹۷**	۰/۸۲۷	۰/۳۰۷	۰/۰۴۹	NDVI
۱۰/۵۶**	۰/۷۵۱	۲۲/۰۵***	۰/۷۳۴	۸/۳۴*	۰/۷۶۹	۰/۶۱۱	۰/۰۹۲	PVI
۱۰/۵۶**	۰/۷۵۱	۲۲/۰۵***	۰/۷۳۴	۸/۳۴*	۰/۷۶۹	۰/۶۱۱	۰/۰۹۲	PVI1
۸/۸۸**	۰/۷۱۷	۱۷/۷۱**	۰/۶۸۹	۷/۲۴*	۰/۷۴۳	۰/۷۳	۰/۱۰۸	PVI2
۲۶/۶۹***	۰/۸۸۴	۲۵/۵۱***	۰/۷۶۱	۱/۰۱	۰/۲۸۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰	PVI3
۲۲/۶۲***	۰/۸۶۶	۵۱/۳***	۰/۸۶۵	۱۰/۳۶**	۰/۸۰۶	۰/۰۶۱	۰/۰۱	Ratio
۱۷/۵۳***	۰/۸۳۴	۲۶/۹۱***	۰/۷۷۱	۱۱/۲۲**	۰/۸۱۸	۰/۴۳۳	۰/۰۶۷	RVI
۵/۶۹*	۰/۶۱۹	۱۲/۸۲**	۰/۶۱۶	۴/۸۹*	۰/۶۰۹	۳/۳۴	۰/۳۵۷	Brightness
۱۲/۶۸**	۰/۷۸۴	۲۷/۲۸***	۰/۷۷۳	۱۰/۳۱**	۰/۸۰۵	۰/۵۲۷	۰/۰۸۱	Greenness
۱۲/۴۳***	۰/۷۶۵	۲۰/۵۲***	۰/۷۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰	Wetness
۱۹/۳۳***	۰/۸۴۷	۳۳/۵۷***	۰/۸۰۸	۱۲/۰۴**	۰/۸۲۸	۰/۲۸	۰/۰۴۵	TSAVI1
۱۶/۴۸***	۰/۸۲۵	۳۱/۹۹***	۰/۸۰۰	۱۱/۴۵**	۰/۸۲۱	۰/۳۷	۰/۰۵۸	TSAVI2
۱۸/۴۱***	۰/۸۴۰	۳۰/۳۸***	۰/۷۹۲	۱۱/۷۹**	۰/۸۲۵	۰/۳۵۲	۰/۰۵۵	TTVI
۱۸/۴۱***	۰/۸۴۰	۳۰/۳۸***	۰/۷۹۲	۱۱/۷۹**	۰/۸۲۵	۰/۳۵۲	۰/۰۵۵	TVI
۹/۸۶**	۰/۷۳۸	۲۰/۳۷***	۰/۷۱۸	۷/۸۸*	۰/۷۵۹	۰/۶۵۶	۰/۰۹۹	WDVI

* معنی‌داری در سطح $P < 0.05$, ** در سطح $P < 0.01$ و *** در سطح $P < 0.001$ را نشان می‌دهند.

قوی‌تر از منطقه چرا شده است (جدول ۲).

بررسی ارتباط بین زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های گیاهی به صورت کلی دارای نتایج مشابهی با نتایج درصد تاج پوشش گیاهی بود. نتایج بررسی ارتباط بین زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های گیاهی در منطقه چرا شده نشان داد که تنها شاخص ($R^2=0.46$) Brightness دارای ارتباط خطی معنی‌داری با مقدار زیتوده گیاهی است، حال آنکه، سایر شاخص‌ها ارتباط معنی‌داری را ارائه نکردند. از طرف دیگر، ۱۰ شاخص از ۲۱ شاخص مورد بررسی دارای ارتباط توان دوم معنی‌داری ($P \leq 0.05$) با زیتوده گیاهی بالای سطح زمین بودند که در میان آن‌ها شاخص PVI2 ($R^2=0.698$) و پس از آن دو شاخص WDI ($R^2=0.684$) و AVI ($R^2=0.679$) بهترین نتایج را ارائه کردند (جدول ۳).

نتایج بررسی ارتباط بین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده و درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه قرق شده نتایج متفاوت با منطقه چرا شده داشت. نتایج گویای آن است که تمامی شاخص‌های گیاهی دارای ارتباط معنی‌داری ($\alpha < 0.05$)، با درصد تاج پوشش گیاهی بودند ولی در همه موارد سطح ارتباط توان دوم قوی‌تر از ارتباط خطی بود. بهترین ارتباط خطی بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی مربوط به شاخص Ratio ($R^2=0.865$) و سپس دو شاخص TSAVI1 ($R^2=0.808$) و ($R^2=0.803$) NDVI بود در حالی که بهترین شاخص در رابطه توان دوم شاخص PVI3 ($R^2=0.884$) و پس از آن دو شاخص Ratio ($R^2=0.866$) و TSAVI1 ($R^2=0.847$) بودند. در نهایت سطح ارتباطات بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های پوشش گیاهی در حالت توان دوم بهتر و قوی‌تر از حالت خطی است و این ارتباطات در منطقه قرق شده

جدول ۳. نتایج ارتباط خطی و توان دوم بین زیتوده گیاهی بالای سطح زمین (متغیر وابسته) با شاخص‌های گیاهی (متغیر مستقل) در مناطق قرق و چرا شده در منطقه سبزکوه چهارمحال و بختیاری

منطقه قرق شده				منطقه چرا شده				شاخص
توان دوم		رابطه خطی		توان دوم		رابطه خطی		
F-value	R ²	F-value	R ²	F-value	R ²	F-value	R ²	
۷/۱۶*	۰/۷۰۵	۱/۶۶۸	۰/۱۹۲	۵/۲۹*	۰/۶۷۹	۲/۸۹۸	۰/۳۲۶	AVI
۴/۷۹*	۰/۶۱۵	۱/۰۳۹	۰/۱۲۹	۲/۹۹	۰/۵۴۵	۱/۸۵۸	۰/۲۳۶	CTVI
۶/۹۷*	۰/۶۹۹	۱/۶۵	۰/۱۹۱	۵/۱۷*	۰/۶۷۴	۲/۸۳	۰/۳۲۰	DVI
۵/۳۳*	۰/۶۴	۱/۶۵	۰/۱۹۱	۴/۲۳*	۰/۶۲۷	۱/۳۵۱	۰/۲۸۲	EVI
۶/۲۳*	۰/۶۷۵	۱/۸۷	۰/۲۱۱	۴/۱۷*	۰/۶۲۵	۲/۳	۰/۲۷۷	MSAVI1
۶/۰۱*	۰/۶۶۷	۱/۷۵	۰/۲۰	۴/۱۶*	۰/۶۲۴	۴/۳	۰/۲۷۷	MSAVI2
۴/۸۸*	۰/۶۱۹	۱/۱۷	۰/۱۴۳	۲/۸۳	۰/۵۳۱	۱/۷۷	۰/۲۲۸	NDVI
۶/۹۷*	۰/۶۹۹	۱/۶۵	۰/۱۹۱	۵/۱۷*	۰/۶۷۴	۲/۸۲۵	۰/۳۲۰	PVI
۶/۹۷*	۰/۶۹۹	۱/۶۵	۰/۱۹۱	۵/۱۷*	۰/۶۷۴	۲/۸۲۵	۰/۳۲۰	PVI1
۷/۹۶**	۰/۷۲۶	۱/۷۳	۰/۱۹۸	۵/۷۷*	۰/۶۹۸	۳/۲۱	۰/۳۴۹	PVI2
۶/۴۲*	۰/۶۸۲	۰/۷۵۲	۰/۰۹۷	۰/۱۳۷	۰/۰۵۲	۰/۳۰۷	۰/۰۴۹	PVI3
۵/۷۸*	۰/۶۵۸	۳/۵۵	۰/۳۳۷	۱/۹۱	۰/۴۳۳	۱/۲۲۸	۰/۱۷۰	Ratio
۴/۶۲*	۰/۶۰۶	۰/۸۴۲	۰/۱۰۷	۳/۲۷	۰/۵۶۶	۲/۰۰	۰/۲۵۰	RVI
۰/۷۴۲	۰/۱۹۸	۰/۳۴۳	۰/۰۴۷	۳/۷۴	۰/۵۹۹	۵/۱۱*	۰/۴۶	Brightness
۷/۰۵*	۰/۷۰۱	۱/۵۴	۰/۱۸۱	۴/۴۵*	۰/۶۴۵	۲/۴۶	۰/۲۹۱	Greenness
۳/۹۶	۰/۵۶۹	۱/۱۶۳	۰/۱۴۲	۰/۸۷۳	۰/۲۵۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰	Wetness
۴/۹۳*	۰/۶۲۲	۱/۲۲	۰/۱۴۸	۲/۶۹	۰/۵۱۸	۱/۷۱	۰/۲۲	TSAVI1
۵/۰۹۲*	۰/۶۲۹	۱/۳۵۸	۰/۱۶۳	۳/۴۷	۰/۵۸۱	۲/۰۲	۰/۲۵۲	TSAVI2
۴/۷۹*	۰/۶۱۵	۱/۰۳۹	۰/۱۲۹	۲/۹۹	۰/۵۴۵	۱/۸۶	۰/۲۳۶	TTVI
۴/۷۹*	۰/۶۱۵	۱/۰۳۹	۰/۱۲۹	۲/۹۹	۰/۵۴۵	۱/۸۶	۰/۲۳۶	TVI
۷/۳۶۱*	۰/۷۱۰	۱/۶۸۵	۰/۱۹۴	۵/۴۱*	۰/۶۸۴	۲/۹۷	۰/۳۳۱	WDVI

* معنی‌داری در سطح $P < 0.05$ ، ** در سطح $P < 0.01$ و *** در سطح $P < 0.001$ را نشان می‌دهند

گذشته که مدیریت بهتری بر آن اعمال شده است به خوبی نشان داده است، دلیل این تناقض در یافته‌های این تحقیق با سایر تحقیق‌های مشابه را می‌توان در همین امر و همچنین طول مدت قرق بودن منطقه (۲۶ سال) دانست. در این منطقه به دلیل نبود عوامل خارجی از قبیل چرای شدید دام، رقابت میان و بین گیاهان منجر به غالب شدن گروه اندکی گیاهان خانواده گندمیان از قبیل *Agropyron repens* L.، *Hordeum bulbosum* L. و *Bromus tomentellus* Boiss در درون قرق در مقایسه با ترکیبی از این گیاهان با گیاهان غالب بوته‌ای در منطقه تحت چرا از قبیل *Astragalus adsendens* Boiss و *Daphne mucronata* و *Astragalus susianus* Boiss. Royle. دانست که علاوه بر داشتن تاج پوشش کمتر، مقدار زیتوده گیاهی کمتری نیز تولید می‌کنند. این درحالی است که در سایر مناطق کشور که عمدتاً بارندگی کمتری را دریافت می‌کنند و شدت چرای دام‌ها نیز بیشتر است، تأثیر مثبت قرق بر پوشش گیاهی گزارش شده است. برای مثال [۸] در منطقه صدرآباد ندوشن با بارندگی ۱۵۰ میلی‌متر و [۳] در بررسی مراتع رود شور با بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر، به ترتیب ۶ و ۸ درصد افزایش پوشش گیاهی را در اثر قرق گزارش نموده‌اند. در صورتی که در منطقه سبزکوه، شرایط محیطی مناسب عاملی است تا گیاهان بعد از چرای دام، به سرعت خود را بازسازی و تولید جبرانی، اندام‌های از دست رفته خود را بازبانی کنند.

از طرفی دیگر، غالب بودن دام گوسفند، به‌خصوص نژاد لری بختیاری و ترجیحات غذایی این دام (پهن‌برگان علفی) موجب افزایش نسبت گیاهان بوته‌ای از قبیل شوخ (*Daphne mucronata* Royle.) و گون (*Astragalus adsendens* Boiss) در منطقه تحت چرای سبک نسبت به منطقه قرق شده، گردیده است. هم‌راستا با این نتایج، کاهش گیاهان بوته‌ای و افزایش گیاهان گندمی در اثر قرق توسط [۳] گزارش شده است. به همین دلیل می‌توان انتظار داشت که با ادامه این روند و افزایش

در منطقه قرق شده، هیچ کدام از شاخص‌های مورد بررسی، در حالت خطی ارتباط معنی‌داری ($P \leq 0.05$) با مقدار تاج پوشش گیاهی نداشتند در صورتی که در حالت توان دوم، به‌جز شاخص $Brightness$ ($R^2=0.198$)، تمامی شاخص‌های مورد استفاده، دارای ارتباط معنی‌داری ($P \leq 0.05$) با مقدار زیتوده گیاهی بالای سطح زمین بودند. به‌صورت کاملاً مشابهی با منطقه چرا شده، در منطقه قرق نیز بهترین ارتباط مربوط به شاخص $PVI2$ ($R^2=0.726$) و پس از آن شاخص‌های $WDVI$ ($R^2=0.71$) و AVI ($R^2=0.705$) بود (جدول ۳). مقایسه کلی ارتباطات بین مقدار زیتوده گیاهی بالای سطح زمین با شاخص‌های گیاهی مورد بررسی، مشابه با نتایج کلی درصد تاج پوشش گیاهی بوده و مبین وجود ارتباط توان دوم قوی‌تری نسبت به رابطه خطی است (جدول ۳).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تعیین اینکه کدام شاخص گیاهی در شریط مدیریتی مختلف (قرق و چرا) ارزیابی بهتری از معیارهای تاج پوشش گیاهان و زیتوده بالای سطح زمین را ارائه می‌دهند، در راستای استفاده مناسب از شاخص‌های پوشش گیاهی حاصل از سنجش از دور برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و اکوسیستم‌های مرتعی از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر درصد پوشش و زیتوده گیاهی در مناطق تحت چرای دام بیش از منطقه قرق است. این نتایج برخلاف گزارش‌های سایر محققین مبنی بر تأثیر مثبت قرق بر درصد پوشش گیاهی [۵۲] و مقدار زیتوده گیاهی [۲۱] که عمدتاً در مناطق استپی و نیمه استپی (خشک و نیمه‌خشک) با بارندگی تا حداکثر ۴۵۰ میلی‌متر واقع شده اند، می‌باشد. منطقه سبزکوه که در ارتفاعات با میانگین ۲۴۵۶ متر بالای سطح دریا قرار گرفته و دارای بارشی حدود ۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد از توان اکولوژیکی بسیار بالایی برخوردار است که توان احیاء خود را در سال‌های

درصد گیاهان بوته در منطقه تحت چرا و افزایش گندمیان چندساله در منطقه قرق موجب افزایش بیشتر مقدار زیتوده گیاهی بالای سطح زمین در منطقه تحت چرا شود. در تحقیقی [۳۱] در استان چهارمحال و بختیاری نشان دادند که درصد گیاهان بوته‌ای به صورت معنی‌داری در مناطق تحت چرای سبک بیشتر از مناطق قرق شده است در صورتی که بین مقادیر سایر فرم‌های رویشی (پهن‌برگ‌های علفی و گندمیان) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. گیاهان بوته‌ای دارای تاج پوشش بزرگ‌تر و مقدار زیتوده بیشتری هستند که در نهایت منجر به افزایش درصد پوشش و زیتوده گیاهی منطقه چرا شده نسبت به منطقه قرق شده می‌گردند (جداول ۳ و ۴ و شکل ۲). تاکنون بسیاری از تحقیقات به اثبات رسانده‌اند که برای حداکثر شدن تولید و تنوع در اکوسیستم‌های مناطق با قابلیت تولید بالا، وجود آشفستگی محیطی لازم است [۲۰، ۲۶]، زیرا در صورت عدم وجود آشفستگی، میزان رقابت بین گیاهان برای کسب منابع غذایی افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، افزایش میزان رقابت منجر به غالب شدن گروه اندکی از گیاهان (رقابت‌کننده: Competitor) خواهد شد که موجب حذف بسیاری از گیاهان موجود در هر منطقه می‌شود. در این تحقیق در منطقه قرق شده ۵۰ و در منطقه تحت چرا ۵۵ گونه گیاهی مشاهده شد که نشانگر تأثیر منفی قرق بلند مدت و افزایش تنوع توسط مدیریت مناسب با استفاده از چرای سبک دام است. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که نبود عوامل اخلاک‌گر و آشفستگی‌های طبیعی از قبیل چرای دام، به‌خصوص در مناطق با پتانسیل تولید بالا (به دلیل داشتن بارندگی بالا) موجب افزایش رقابت بین گیاهان شده و در نهایت تنها گروه اندکی از گیاهان در منطقه قرق غالب خواهند شد. به عبارت دیگر، قرق بلند مدت در منطقه سبزکوه منجر به غالب شدن برخی فرم‌های رویشی از قبیل گندمیان شده که علاوه بر داشتن تاج پوشش و زیتوده کمتر نسبت به مناطق تحت چرای سبک، حساسیت این منطقه را به آتش‌سوزی بسیار افزایش داده و احتمال می‌رود که در

سال‌های آتی با این تهدید بالقوه مواجه شوند. بررسی ارتباط بین درصد تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی مبتنی بر سنجش از دور نشان داد که رابطه دوجمله‌ای شاخص‌های TSAVI1 ($R^2=0.828$) و NDVI ($R^2=0.827$) در منطقه چرا شده و رابطه شاخص PVI3 ($R^2=0.884$) و پس از آن شاخص‌های Ratio ($R^2=0.866$) و TSAVI1 ($R^2=0.847$) در منطقه قرق شده بهترین برآورد را برای پوشش تاجی دارا بودند. به عبارتی می‌توان گفت شاخص‌های اصلاح‌کننده اثر خط خاک (TSAVI1 و PVI3) و شاخص‌های شیب-محور (NDVI و Ratio) نتایج بهتری را در برآورد پوشش گیاهی ارائه کردند.

نتایج تحقیقات پیشین نیز بر کارایی بالاتر شاخص‌های اصلاح‌کننده اثر خط خاک را نسبت به سایر شاخص‌های گیاهی ارائه می‌دهند [۳۳]. در نتیجه‌گیری مشابهی، [۴۷] در تحقیقی در استان اصفهان نیز بر کارایی بالای شاخص TSAVI1 نسبت به سایر شاخص‌های مورد استفاده تأکید نمودند. از طرفی دیگر، نتایج نشان داد که کارایی شاخص‌های اصلاح‌کننده اثر خط خاک در منطقه قرق بهتر از منطقه چرا شده بود. این نتیجه به دلیل وجود درصد بالاتر گونه‌های گندمی چندساله در ترکیب گیاهی منطقه قرق نسبت به منطقه تحت چرا می‌باشد. از جمله این گیاهان می‌توان به گونه‌های غالب از قبیل *Hordeum bulbosum* L.، *Agropyron repens* L. و *tomentellus* Boiss اشاره نمود. نتایج تحقیقات نشان داده است که وجود گندمیان چندساله موجب تشدید تأثیر اثر خط خاک خواهد شد که به عنوان اثر گندمیان چندساله (Senescent grasses effects) شناخته می‌شود [۴۵]. به عبارت دیگر، گیاهان خانواده گندمیان چند ساله به دلیل داشتن انعکاس طیفی شبیه به خاک لخت، اثر خاک را تشدید می‌کنند. به همین دلیل شاخص‌های اصلاح‌کننده خط خاک در مناطق دارای درصد بالای خاک لخت و یا درصد بالای گیاهان گندمی چندساله، نتایج بهتری ارائه می‌کنند [۱۳، ۴۵]. بر همین اساس،

نکته مهم دیگر در تحقیق حاضر، معنی دار بودن هر دو نوع رابطه خطی و دو جمله ای در بررسی ارتباط بین پوشش گیاهی و شاخص های سنجش از دوری (تنها) در منطقه قرق بود در حالی که تحت چرا و همچنین در بررسی رابطه زیتوده بالای سطح زمین در هر دو منطقه قرق و چرا تنها رابطه دوجمله ای وجود داشت. این نتیجه را می توان ناشی از اثر اشباع (Saturation effect) دانست که برای شاخص های سنجش از دور در مقادیر بالای پوشش و زیتوده بالای زمین اتفاق می افتد. به عبارت دیگر، در مناطق با پوشش متراکم یا زیتوده بالا، اکثر شاخص های سنجش از دوری قدرت تفکیک و تمایز بین درصدهای مختلف سبزینگی گیاهان را ندارند [۵۶] و اصطلاحاً اشباع می گردند، به همین دلیل ممکن است رابطه خطی بین شاخص های سنجش از دور و مقادیر پوشش گیاهی یا زیتوده بالای زمین در مقادیر بالا از حالت خطی به سایر حالت ها از جمله نمایی و دو جمله ای تغییر یابد. در این راستا، [۲۲] گزارش دادند که افزایش زیتوده گیاهی بالای زمین به مقدار بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۰۰ گرم در مترمربع) موجب اشباع رابطه آن با شاخص های سنجش از دوری شده و رابطه خطی بین زیتوده و شاخص های سنجش از دوری از حالت خطی به سایر روابط از جمله نمایی تغییر می یابد. بنابراین، می توان نتیجه گیری نمود که زیادی مقدار زیتوده بالای سطح زمین در هر دو منطقه قرق و در حال چرا (به ترتیب برابر با ۱۶۵۶ و ۱۰۱۱ کیلوگرم در هکتار)، دلیلی بر عدم وجود رابطه خطی بین زیتوده بالای سطح زمین و شاخص های گیاهی مورد بررسی در هر دو منطقه قرق و تحت چرای دام است. از طرفی دیگر، بر خلاف منطقه قرق شده، رابطه خطی بین درصد پوشش گیاهی و اکثر شاخص های سنجش از دوری در محدوده قرق مشاهده شد. هر چند تاکنون در مقالات و منابع علمی، آستانه مشخصی برای اشباع رابطه خطی بین پوشش و شاخص های سنجش از دوری گزارش نشده است، ولی کمتر بودن مقدار پوشش گیاهی در منطقه قرق (۴۶

دلیل برتری نسبی در نتایج شاخص PVI3 در منطقه قرق نسبت به شاخص TSAVI1 در منطقه چرا در مطالعه حاضر نیز شاید تا حدودی توجیه پذیر باشد. نکته مهم و قابل توجه دیگر، کارایی مناسب شاخص های شیب-محور در دو منطقه قرق و تحت چرای دام بود که می تواند ناشی از ماهیت کوهستانی منطقه سبزکوه باشد. تحقیقات نشان داده است که شاخص های شیب-محور (برای مثال شاخص Ratio) در مناطق دارای توپوگرافی زیاد نتایج بهتری ارائه می دهند. همچنین کارایی بالاتر شاخص Ratio در مناطق با پوشش متراکم و بالاتر در مقایسه با مناطق با پوشش گیاهی تنک گزارش شده است [۶۰].

بررسی ارتباط بین زیتوده گیاهی با شاخص های پوشش گیاهی نشان داد که نتایج مشابهی مبنی بر کارایی شاخص های پوشش گیاهی در برآورد زیتوده گیاهی وجود دارد. نتایج نشان داد که در منطقه چرا شده شاخص PVI2 ($R^2=0.698$) و پس از آن دو شاخص ($R^2=0.684$) و WDI ($R^2=0.679$) و در منطقه قرق شده بهترین ارتباط مربوط به شاخص PVI2 ($R^2=0.726$) و پس از آن شاخص های WDI ($R^2=0.71$) و ($R^2=0.705$) بود. به عبارتی دیگر، شاخص های اصلاح کننده اثر خط خاک دارای کارایی بهتری نسبت به سایر شاخص ها در برآورد زیتوده گیاهی بودند. این نتیجه به دلیل دو عامل (۱) اصلاح اثر خط خاک [۳۳] و (۲) اصلاح تأثیر گندمیان چندساله [۱۳ و ۴۵] موجود در ترکیب گیاهی منطقه مورد بررسی می باشد. با نگاهی به مقادیر پوشش گیاهی در می یابیم که اگرچه میانگین پوشش گیاهی منطقه نسبتاً بالاست (۵۷ درصد در منطقه چرا شده و ۴۶ درصد در منطقه قرق)، ولی هنوز حدود ۵۰ درصد از منطقه را پوشش خاک، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه می پوشاند که تأثیر زیادی بر روی رابطه بین پوشش گیاهی و شاخص های گیاهی خواهد گذاشت. همچنین نتیجه بهتر این شاخص ها در منطقه قرق نسبت به منطقه تحت چرای دام ناشی از بالاتر بودن میزان خاک لخت و غالبیت بیشتر گندمیان چندساله می تواند باشد.

پوشش گیاهی و زیتوده بالای سطح زمین با شاخص‌های سنجش از دوری در مناطق با مدیریت متفاوت، شاخص‌های سنجش از دوری کارآیی بالایی در برآورد صحیح ویژگی‌های مختلف پوشش گیاهی دارند. همچنین مدیریت بلند مدت پوشش گیاهی، موجب کاهش نسبی پوشش و زیتوده گیاهی در منطقه سبزکوه چهارمحال و بختیاری که توان تولیدی بالایی دارد، شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در سایر مناطق مشابه با پتانسیل تولید زیتوده و پوشش گیاهی بالا، استفاده بلند مدت از سیاست مدیریتی از قبیل قرق کامل، گاهاً می‌تواند علاوه بر کاهش تنوع (تعداد گونه)، پوشش کل و زیتوده بالای سطح زمین، موجب افزایش حساسیت اکوسیستم‌های مرتعی به آتش‌سوزی شود و فشار چرای بر سایر مناطق را نیز بیشتر خواهد ساخت. هر چند این مناطق به عنوان یک ذخیرگاه ژنتیکی محسوب می‌گردند ولی استفاده از منابع علوفه‌ای این مناطق هر چند به صورت موقت، علاوه بر استفاده از این منابع برای تعلیف دام و کاهش فشار چرای دام در سایر مناطق، موجب جلوگیری از افزایش رقابت بین گیاهان شده و با افزایش تنوع، موجب بهبود ویژگی‌های اکوسیستم‌های مذکور شود. در نهایت با توجه به وجود ارتباطات مختلف شاخص‌های پوشش گیاهی با ویژگی‌های مختلف اکوسیستم، بررسی قابلیت تعمیم شاخص‌های پوشش گیاهی به مناطق با الگوی چرای مختلف، نیازمند تحقیق و بررسی بیشتری است.

درصد) نسبت به منطقه تحت چرای دام (۵۷ درصد) تأییدی بر وجود تأثیر اشباع و تغییر نوع رابطه بین پوشش گیاهی و شاخص‌های سنجش از دوری از حالت خطی در منطقه قرق به حالت دو جمله‌ای در منطقه تحت چرا می‌باشد.

هرچند شاخص‌های پوشش گیاهی نتایج یکسانی در برآورد زیتوده گیاهی در مناطق قرق و چرا شده در منطقه سبزکوه ارائه کردند، نتیجه‌گیری در مورد قابلیت تعمیم یک شاخص پوشش گیاهی به مناطق گسترده و دارای الگوهای مختلف چرای، نیازمند بررسی تأثیر نوع مدیریت (متغیر مستقل) بر ارتباط بین پوشش و زیتوده گیاهی با شاخص‌های گیاهی است.

مراعات از مهمترین اکوسیستم‌ها هستند که علاوه بر دارا بودن تنوع بالای گیاهی و تأمین علوفه برای انواع مختلف دام، دارای خدمات و کارکردهای اکوسیستمی فراوانی هستند. حفاظت از این منابع مهم در گروه بررسی و پایش اثرات عوامل مختلف بر آن‌ها می‌باشد. در این راستا چرای دام یکی از بدیهی‌ترین فعالیت‌های همیشگی و همراه مراتع است که دارای اثرات گوناگونی بر پوشش و زیتوده گیاهی است. سنجش از دور از جمله مهم‌ترین تکنیک‌های است که به دلیل قابلیت ارائه داده‌های کمی و قابل تکرار در پهنه‌هایی وسیع، نقش مهمی در بررسی و پایش پوشش گیاهی مراتع دارد. نتایج این تحقیق آشکار ساخت که به دلیل وجود ارتباط بین

References

- [1] Abdolalizadeh, Z. and Ebrahimi, A. (2017). Change detection of land cover in recent three decades using RS and GIS in Sabzkouh protected area. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 69(3): 621-631.
- [2] Abdolalizadeh, Z., Ghorbani, A., Mostafazadeh, R. and Moameri, M. (2020). Rangeland canopy cover estimation using Landsat OLI data and vegetation indices in Sabalan rangelands, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(6): 1-13.
- [3] Akbarzadeh, M. (2005). Investigation of vegetation changes inside and outside of Rudshur enclosure. *Rangeland and Desert Research*, 12(19): 167-188.
- [4] Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A. and Alavipanah, S.K. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area. *Iran. Remote sensing of environment*, 113(12): 2606-2617.

- [5] Andrew. M.H.I., Noble, R. and Lange. R.T. (1976). A Non-Destructive Method for Estimating the Weight of Forage on Shrubs. *The Rangeland Journal*, 1(3): 225-31.
- [6] Ashburn, P. (1979). The vegetative index number and crop identification.
- [7] Asner, G.P., Archer, S., Hughes, R.F., Ansley, R.J. and Wessman, C.A. (2003). Net changes in regional woody vegetation cover and carbon storage in Texas drylands, 1937-1999. *Global Change Biology*, 9(3): 316-335.
- [8] Baghestani, N.M., Zare, M.T. and Abdollahi, J. (2006). Effects of 2-decade livestock exclusion on vegetation changes in steppic rangelands of Yazd province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(4): 337-346.
- [9] Bai, Y., Wu, J., Clark, C.M., Pan, Q., Zhang, L., Chen, S., Wang, Q. and Han, X. (2012). Grazing alters ecosystem functioning and C: N: P stoichiometry of grasslands along a regional precipitation gradient. *Journal of Applied Ecology*, 49(6): 1204-1215.
- [10] Baig, M.H.A., Zhang, L., Shuai, T. and Tong, Q. (2014). Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance. *Remote Sensing Letters*, 5(5): 423-431.
- [11] Bannari, A., Huete, A.R., Morin, D. and Zagolski, F. (1996). Effets de la couleur et de la brillance du sol sur les indices de végétation. *International Journal of Remote Sensing*, 17(10): 1885-1906.
- [12] Baret, F. and Guyot, G. (1991). Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote sensing of environment*, 35(2-3): 161-173.
- [13] Baret, F., Guyot, G. and Major, D.J. (1989), July. TSAVI: a vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 1989. IGARSS'89. 12th Canadian Symposium on Remote Sensing, 3(1): 1355-1358.
- [14] Bonham, C.D. (2013). *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley & Sons.
- [15] Broich, M., Tulbure, M.G., Verbesselt, J., Xin, Q. and Wearne, J. (2018). Quantifying Australia's dryland vegetation response to flooding and drought at sub-continental scale. *Remote Sensing of Environment*, 212(1): 60-78.
- [16] Carlsson, B.A. and Callaghan, T.V. (1991). Positive plant interactions in tundra vegetation and the importance of shelter. *The Journal of Ecology*, 79(4): 973-983.
- [17] Clevers, J.G.P.W. (1989). Application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf area index by correcting for soil moisture. *Remote Sensing of Environment*, 29(1): 25-37.
- [18] Deering, D.W. (1975). Measuring" forage production" of grazing units from Landsat MSS data. In *Proceedings of the Tenth International Symposium of Remote Sensing of the Environment*.
- [19] Ebrahimi A. (2017). Effect of sampling groups and life forms on relationship between above-ground biomass and canopy cover. *Journal of Range and Watershed Management*, 70(1): 19-30.
- [20] Erfanzadeh, R., Omidipour, R. and Faramarzi, M. (2015). Variation of plant diversity components in different scales in relation to grazing and climatic conditions. *Plant Ecology and Diversity*, 8(4): 537-545.
- [21] Ghafari, S., Ghorbani, A., Arjomand, K., Tamorzadeh, A., Hasemi, K.M., Jafari, S. and Dabiri, V. (2017). Effect of grazing intensity on vegetation and soil physio-chemical properties (Case study: in rangelands of Kolash village, ParsAbad, Ardabil province). *Journal of Plant Ecosystems and Conservation*, 5(10): 175-196
- [22] Goswami, S., Gamon, J., Vargas, S. and Tweedie, C. (2015). Relationships of NDVI, Biomass, and Leaf Area Index (LAI) for six key plant species in Barrow, Alaska. *PeerJ*, 3: e913v1.
- [23] Gu, Y. and Wylie, B.K. (2015). Developing a 30-m grassland productivity estimation map for central Nebraska using 250-m MODIS and 30-m Landsat-8 observations. *Remote Sensing of Environment*, 171: 291-298.
- [24] Guerini Filho, M., Kuplich, T.M. and Quadros, F.L.D. (2020). Estimating natural grassland biomass by vegetation indices using Sentinel 2 remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 41(8):2861-2876.
- [25] Hankerson, B.R., Schierhorn, F., Prishchepov, A.V., Dong, C., Eisfelder, C. and Müller, D. (2019). Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan. *PloS one*, 14(1): e0210051
- [26] Heydari, M., Omidipour, R., Abedi, M. and Baskin, C. (2017). Effects of fire disturbance on alpha and beta diversity and on beta diversity components of soil seed banks and aboveground vegetation. *Plant Ecology and Evolution*, 150(3): 247-256.

- [27] Higginbottom, T.P., Symeonakis, E., Meyer, H. and van der Linden, S. (2018). Mapping fractional woody cover in semi-arid savannahs using multi-seasonal composites from Landsat data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 139: 88-102.
- [28] Hill, M.J. (2013). Vegetation index suites as indicators of vegetation state in grassland and savanna: An analysis with simulated SENTINEL 2 data for a North American transect. *Remote Sensing of Environment*, 137: 94-111.
- [29] Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. and Ferreira, L.G. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote sensing of environment*, 83(1-2): 195-213.
- [30] Imani, J., Ebrahimi, A., Tahmasebi, P. and Gholinejad, B. (2017). Comparison ground samples establishing, number and areas in Landsat 8, 30×30 pixels to aware correlation plant cover percentage with NDVI index in three study areas (Study area: Rangelands around Choghakhor Dam Lake in Chaharmahal & Bakhtiari province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(2): 429-440.
- [31] Jafari, A., Rahimi, M.B. and Tahmasebi, O. (2017). Change Detection of Plants Diversity and Community Composition Due to Grazing in Rangelands of Toof Sefid Watershed. *Environmental Research*, 8(15): 131-142.
- [32] Jansen, V.S., Kolden, C.A., Greaves, H.E. and Eitel, J.U.H. (2019). Lidar provides novel insights into the effect of pixel size and grazing intensity on measures of spatial heterogeneity in a native bunchgrass ecosystem. *Remote Sensing of Environment*, 235, p.111432.
- [33] Jiang, Z., Huete, A.R., Li, J. and Qi, J. (2007). Interpretation of the modified soil-adjusted vegetation index isolines in red-NIR reflectance space. *Journal of Applied Remote Sensing*, 1(1): p.013503.
- [34] Kawamura, K., Akiyama, T., Yokota, H.O., Tsutsumi, M., Yasuda, T., Watanabe, O. and Wang, S. (2005). Quantifying grazing intensities using geographic information systems and satellite remote sensing in the Xilingol steppe region, Inner Mongolia, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 107(1): 83-93.
- [35] Komaki, C.B., Asadikia, R. and Niknahad, G.H. (2019). Estimation of vegetation cover percentage and biomass using remote sensing indices (Case study: protected areas of Southern Alborz, Karaj). 10(1): 1-16.
- [36] Liu, Y.Y., Evans, J.P., McCabe, M.F., De Jeu, R.A., van Dijk, A.I., Dolman, A.J. and Saizen, I. (2013). Changing climate and overgrazing are decimating Mongolian steppes. *PloS one*, 8(2): p.e57599.
- [37] Loch, R.J. (2000). Effects of vegetation cover on runoff and erosion under simulated rain and overland flow on a rehabilitated site on the Meandu Mine, Tarong, Queensland. *Soil Research*, 38(2): 299-312.
- [38] Ma, Q., Chai, L., Hou, F., Chang, S., Ma, Y., Tsunekawa, A. and Cheng, Y. (2019). Quantifying grazing intensity using remote sensing in alpine meadows on Qinghai-Tibetan Plateau. *Sustainability*, 11(2): 417.
- [39] Nakano, T., Bavuudorj, G., Iijima, Y. and Ito, T.Y. (2020). Quantitative evaluation of grazing effect on nomadically grazed grassland ecosystems by using time-lapse cameras. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 287:106685.
- [40] Nautiyal, M.C., Nautiyal, B.P. and Prakash, V. (2004). Effect of grazing and climatic changes on alpine vegetation of Tungnath, Garhwal Himalaya, India. *Environmentalist*, 24(2): 125-134.
- [41] Osem, Y., Perevolotsky, A. and Kigel, J. (2002). Grazing effect on diversity of annual plant communities in a semi-arid rangeland: interactions with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity. *Journal of Ecology*, 90(6): 936-946.
- [42] Perry Jr, C.R. and Lautenschlager, L.F. (1984). Functional equivalence of spectral vegetation indices. *Remote sensing of environment*, 14(1-3): 169-182.
- [43] Podwojewski, P., Poulenard, J., Zambrana, T. and Hofstede, R. (2002). Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management*, 18(1): 45-55.
- [44] Pordel, F., Ebrahimi, A. and azizi, Z. (2017). Evaluating spatio-temporal phytomass changes using vegetation index derived from Landsat 8 (Case study: Mrajan rangeland, Boroujen). *Journal of Rangeland*. 11(2): 166-178
- [45] Purevdorj, T.S., Tateishi, R., Ishiyama, T. and Honda, Y. (1998). Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices. *International journal of remote sensing*, 19(18): 3519-3535.
- [46] Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A.R., Kerr, Y.H. and Sorooshian, S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index. *Remote sensing of environment*, 48(2): 119-126.

- [47] Rahdari, V. and. Maleki N.A.S. (2011). Compression of Vegetation Indices for Vegetation Cover Mapping in Arid and Semi-arid Environment Using Satellite Data (case study: Mouteh Wild Life Sanctuary). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 1(1): 79-87.
- [48] Rahmani, SH, Ebrahimi, A. and Davoudian, A.R. (2013). Generating a Vegetation Map in Mountainous Region of Sabzkouh Using a Digital Elevation Model *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 69(3): 621-631. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 69(3): 621-631. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 69(3): 621-631. *Journal of Rangeland and Watershed Management*, 66(1): 89-109.
- [49] Richardson, A.J. and Wiegand, C.L. (1977). Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 43(12): 1541-1552.
- [50] Rouse Jr, J., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA. Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symp*, 1: 309-317.
- [51] Sanaee, Z. and Ebrahimi, A. (2019). Investigating the possibility of comparing the production and vegetation of natural rangelands and plowed rangelands using vegetation indices of Landsat satellite images8 (Case study: Chaharmahal and Bakhtiari province ranges). *Rangeland*, 13(4): 645-657.
- [52] Sheida-karkaj, E. Motamedi, J., Alilu, F. and Sirusi, H. (2017). Role of Livestock Management on Vegetation Properties in Summer Rangelands of Chahr Bagh, Golestan. *Journal od Rangeland and Watershed Management*, 69(4): 949-961.
- [53] Su, R., Cheng, J., Chen, D., Bai, Y., Jin, H., Chao, L., Wang, Z. and Li, J. (2017). Effects of grazing on spatiotemporal variations in community structure and ecosystem function on the grasslands of Inner Mongolia, China. *Scientific Reports*, 7(1): 40.
- [54] Tahmasebi, P., Ebrahimi, A. and Yarali, N.A. (2012). The Most Appropriate Quadrature Size and Shape for Determing Some Characteristics of a Semi-steppic Rangeland, *Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(2):203-216.
- [55] Thiam, A.K. (1997). Geographic information systems and remote sensing methods for assessing and monitoring land degradation in the Sahel region: The case of southern Mauritania. 490 p.
- [56] van Wijk, M.T. and Williams, M. (2005). Optical instruments for measuring leaf area index in low vegetation: application in arctic ecosystems. *Ecological Applications*, 15(4): 1462-1470.
- [57] Veraverbeke, S., Dennison, P., Gitas, I., Hulley, G., Kalashnikova, O., Katagis, T., Kuai, L., Meng, R., Roberts, D. and Stavros, N. (2018). Hyperspectral remote sensing of fire: state-of-the-art and future perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 216: 105-121.
- [58] Wan, H., Bai, Y., Hooper, D.U., Schönbach, P., Gierus, M., Schiborra, A. and Taube, F. (2015). Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape ecology*, 30(9): 1767-1782.
- [59] Xu, D., Chen, B., Yan, R., Yan, Y., Sun, X., Xu, L. and Xin, X. (2019). Quantitative monitoring of grazing intensity in the temperate meadow steppe based on remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 40(5-6): 2227-2242.
- [60] Xue, J. and Su, B. (2017). Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications. *Journal of Sensors*, 2017(1): 1-17.

