

نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۰۱

ص ۲۳۳-۲۵۲

بررسی وضعیت تخریب پوشش گیاهی در منطقه شرق

اصفهان به کمک روش لادا

- ❖ بهزاد رایگانی؛ استادیار دانشکده علوم محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه محیط زیست
- ❖ غلامرضا زهتابیان*؛ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ حسین آذر نیوند؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ سیدجمال‌الدین خواجه‌الدین؛ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- ❖ سید کاظم علوی پناه؛ استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده

مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل حساس بودن، اکوسیستم‌های متغیری دارند. بنابراین، برای اجرای اغلب فعالیت‌های مدیریتی و اصلاح این فعالیت‌ها به ارزیابی و پایش مداوم این محیط‌ها نیاز است. پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین ابزارهای ارزیابی اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌رود و اغلب از آن همچون معیاری برای ارزیابی و پایش بسیاری از کارکردهای اکوسیستمی استفاده می‌شود. در این پژوهش، برای نخستین بار در کشور ایران، وضعیت پوشش گیاهی یک منطقه بیابانی به وسیله روش ارائه‌شده توسط پروژه ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک (لادا) - که یکی از آخرین دستورالعمل‌های بررسی تخریب پوشش گیاهی نیز به‌شمار می‌رود - ارزیابی شده است. در این مدل برای ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی از ۱۶ معیار مختلف استفاده می‌شود: کل خاک لخت، لکه‌های بدون پوشش، ماده آلی، قدرت پوشش گیاهی، نسبت گونه‌های دائمی، نسبت گونه‌های مفید، نسبت هر طبقه، گونه‌های کم‌شونده، گونه‌های زیادشونده، گیاهان سمی، گونه مهاجم، خسارت ناشی از آفات، خسارت در اثر بیماری، تجاوز بوته‌ها، بهره‌برداری (بوته‌کشی)، و کاهش بایومس. پس از اجرای این مدل در مراتع بیابانی ناحیه شرق اصفهان و مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با واقعیت، مشخص شد عملکرد این مدل دست‌کم برای مناطق بیابانی این ناحیه بسیار مناسب است.

واژگان کلیدی: ارزیابی، تخریب پوشش گیاهی، لادا، وضعیت مرتع

مقدمه

با توجه به جهانی‌بودنی مشکل بیابان‌زایی، ارزیابی دقیق وضعیت و تغییر وضعیت یا گرایش بیابان‌زایی به توسعه فعالیت‌های بین‌المللی به منظور ممانعت و ریشه‌کنی آن کمک می‌کند [۳۸].

دست‌نیافتن به چارچوبی دقیق از بیابان‌زایی باعث شده UNCCD اخیراً در این زمینه بدین گونه اظهار نظر کند: اگرچه تا به امروز داده‌های بی‌شماری از منابع زمین به دست آمده است، هنوز هم به تصویر روشنی از وضعیت تخریب زمین در سطوح ملی و منطقه‌ای دست نیافته‌ایم [۳۷].

اما بحث و مناظره درباره دار درباره طبیعت بیابان‌زایی لزوماً به معنی آن نیست که نباید درباره روش‌های ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی به نتیجه برسیم. در کل، مناقشه درباره طبیعت بیابان‌زایی بیشتر حول و حوش این قبیل موضوعات است: پیامدهای بیابان‌زایی، برگشت‌پذیری یا برگشت‌ناپذیری آن، اهمیت نسبی اقتصادی-اجتماعی آن یا جنبه‌های اقلیمی آن و ... [۳۷].

با در نظر گرفتن جنبه‌های گسترده و تهدیدکننده پدیده بیابان‌زایی در سراسر جهان، محققان بسیاری سعی نموده‌اند آن را از طریق روش‌ها و مدل‌های تجربی [۷، ۱۷، ۱۸، ۳۸]، روش‌های سنجش از دوری [۹، ۱۱، ۱۲، ۲۹]، و مدل‌سازی [۶، ۱۰، ۱۳، ۱۵، ۲۴، ۳۰، ۳۲، ۳۳، ۴۲] تجزیه و تحلیل نمایند. تا به امروز پذیرفته‌شده‌ترین تعریف بیابان‌زایی بدین صورت است [۳۶]: بیابان‌زایی معادل تخریب زمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک، و خشک نیمه‌مرطوب در اثر فاکتورهای مختلف مانند تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است.

به منظور کنترل تخریب زمین باید شدت تخریب

و گسترش فضایی زمین تخریب‌یافته ارزیابی شود [۱۸]. ارزیابی تخریب زمین پیش‌نیاز رسیدن به کاربری‌های پایدار زمین است [۲]. از اصطلاح تخریب زمین، اغلب، بدون درک درستی از پروسه‌های آن استفاده می‌شود تا فقط یک پدیده زیست‌محیطی متأثرکننده مناطق خشک را نشان دهد [۳۲]. معمولاً تخریب زمین به معنی کاهش یا هدررفت توان تولید بیولوژیکی و اقتصادی زمین‌های کشاورزی، مراتع، چراگاه‌ها، و بیشه‌زارهاست [۲، ۳۲]. پیچیدگی تخریب زمین باعث می‌شود در مدل‌سازی و پایش آن با محدودیت مواجه شویم [۳۷]. معمولاً برای ارزیابی حساسیت‌پذیری زمین از یک رشته معیار^۲، که وضعیت اقلیم، خاک، و پوشش گیاهی را بررسی می‌کند، استفاده می‌شود [۲، ۶، ۱۲]. مثلاً این معیارها در روش Esas در یک شاخص ترکیبی، که حساسیت زمین را نشان می‌دهد، ادغام شده‌اند [۲، ۳۲].

معیار پارامتر یا ارزشی از یک پارامتر است که اطلاعاتی درباره یک پدیده و شرح وضعیت آن می‌دهد، به طوری که هر ارزشی از پارامتر به طور مستقیم با آن پدیده در ارتباط است و با آن رابطه معنی‌داری دارد [۴۲]. معیارهای کلیدی زیست‌محیطی را بدین شکل تعریف کرده‌اند: یک معیار زیست‌محیطی یک مشخصه یا ویژگی زیست‌محیطی است که وقتی اندازه‌گیری شود، بزرگی استرس واردشده، ویژگی‌های زیستگاهی، درجه در معرض آن استرس بودن یا درجه پاسخ اکولوژیکی به در معرض آن استرس قرار گرفتن را نشان دهد [۳]. از معیارهای بیولوژیکی، مانند گونه‌های شاخص، برای شناخت یک رشته از اهداف اکولوژیکی، مانند بررسی کارکرد درست اکوسیستم، بررسی تنوع زیستی، و تغییرات زیست‌محیطی، استفاده می‌شود. در طی

1. The United Nations Convention to Combat Desertification

2. Indicator

بیوژئوشیمیایی در سطح خشکی‌ها نیز به‌شمار می‌رود. همچنین، با توجه به حساسیت پوشش گیاهی به تغییر اقلیمی، از پویایی‌های آن به عنوان معیار بررسی تغییرات جهانی اکوسیستم‌های خشکی استفاده می‌شود [۲۷].

اهمیت پوشش گیاهی در کنترل فرسایش و رواناب کاملاً پذیرفته شده است [۳۴]. در کوتاه‌مدت پوشش گیاهی با دریافت بارش و حفاظت سطح خاک در مقابل برخورد قطرات باران و نفوذ دادن رواناب بر فرسایش اثر می‌گذارد. در بلندمدت پوشش گیاهی با افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها و افزایش چسبندگی، در نتیجه، با بهبود نفوذپذیری، بر روی جریان آب و رسوب اثر می‌گذارد.

پوشش گیاهی و ترکیب پوشش گیاهی از معمول‌ترین شاخصه‌ها در بسیاری از اکوسیستم‌های خشکی شناخته می‌شوند [۸، ۲۳]. این شاخصه‌ها با بسیاری از خدمات اکوسیستمی، از جمله تنوع زیستی، حفاظت آب و خاک، تولید غذا، و فیبر، در ارتباط‌اند. همچنین، کاربرد این دو شاخص برای ارزیابی تخریب و احیای زمین و موفقیت پروژه‌های احیایی معمول است [۸].

معمولاً از مطالعات پوشش گیاهی و ترکیب پوشش گیاهی برای ارزیابی فراوانی هر فرم گیاهی، تنوع گونه‌ای، وضعیت گیاهان غیربومی، تولید اولیه خالص، مواد غذایی، کربن آلی خاک، فعالیت میکروبی، حساسیت‌پذیری سطح خاک به فرسایش، بررسی زیستگاه و علوفه حیات وحش و حیوانات اهلی استفاده می‌شود. مطالعات بلندمدت پوشش گیاهی و ترکیب پوشش گیاهی برای ارزیابی وضعیت و میزان تغییرات در آن و برای پیش‌بینی شرایط آینده و گرایش جهت‌دار در آن‌ها ضروری است. پایش پوشش گیاهی برای مدیرانی که در مقیاس‌های مختلف به ارزیابی‌های پیچیده شرایط اکوسیستمی، از

دهه‌های گذشته سعی شده است، با طبقه‌بندی کارکردی گیاهان، ابزارهایی برای ارزیابی و پایش وضعیت گونه‌ها در محیط‌های در حال تغییر یافت شود [۴].

تخریب زمین دارای سه بُعد مختلف است: تخریب خاک، تخریب پوشش گیاهی، و تخریب آب. بررسی هر یک از این سه بُعد نیازمند معیارهای زیست‌محیطی خاصی است. در اغلب بررسی‌های تخریب زمین و بیابان‌زایی با روش‌های مختلف پوشش گیاهی معیار مهمی به‌شمار می‌رود [۱۱، ۱۲]. حتی گاهی پوشش گیاهی تنها معیار تشخیص بیابان‌زایی و تخریب زمین به‌کار گرفته شده است [۱۰، ۱۵، ۲۹]. برای کمی‌سازی و مدل‌سازی پروسه‌های تخریب زمین در مناطق خشک، اطلاع از فرایندهای تغییر در پوشش گیاهی و رابطه این تغییر با سایر پارامترهای زیست‌محیطی ضروری است [۳۰].

تغییر پوشش گیاهی یکی از مباحث زیست‌محیطی بسیار مهم در دنیای امروز به‌شمار می‌رود. برآورد شده است که تغییر پوشش گیاهی سلامت یک‌ششم از جمعیت جهان و یک‌چهارم از اکوسیستم‌های خشکی را تهدید می‌کند [۱۴].

پوشش گیاهی می‌تواند جنبه‌های خاصی از کارکرد اکوسیستم را نشان دهد. پوشش گیاهی، به دلیل داشتن یک رشته ویژگی‌ها-مانند عدم تحرک (بنابراین قدرت فرار از استرس‌های محلی را ندارد)، میزان رشد نسبتاً بالا، گسترش، بردباری به شرایط حاد، و نسبتاً ساده بودن نمونه‌برداری از آن- به عنوان یک معیار زیستی پُرکاربرد در ارزیابی‌های اکولوژیکی مطرح است [۲۸].

پوشش گیاهی نه تنها بخش اصلی اکوسیستم‌های خشکی را تشکیل می‌دهد، بلکه واسطه مهمی برای تبادلات انرژی، چرخه آب، و چرخه‌های

بنابراین، اکولوژیست‌ها، برای ارزیابی اکوسیستم‌های در حال احیا، با تلفیق متغیرهای احیایی مختلف یک رشته روش‌های ارزیابی جامع را توسعه داده‌اند [۳۸]. در حال حاضر، روش‌های بسیار زیادی برای کمی‌سازی این شاخص‌ها به کار گرفته می‌شود. با آنکه بسیاری از این روش‌ها بر پایه استفاده از آنالیزهای سنجش از دوری هستند، هنوز هم اندازه‌گیری‌های میدانی برای اجرای برنامه‌های پایش محلی و کالیبراسیون داده‌های سنجش از دوری ضروری است [۸].

در کل، داده‌های مشاهداتی زمینی در یک سطح گسترده می‌تواند به درک بیشتر ما از پویایی‌های پوشش گیاهی کمک کند و ما را قادر سازد تا فرضیات اکولوژیکی تخریب زمین را آزمایش کنیم [۳۵].

در این تحقیق یکی از آخرین دستورالعمل‌های بررسی وضعیت پوشش گیاهی به منظور سنجش و ارزیابی تخریب زمین، که توسط پروژه ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک^۱ یا LADA ارائه شده است، در سطحی گسترده بررسی و ارزیابی شده است [۲۰، ۲۱].

در این پژوهش سعی شده است با بررسی یک منطقه بیابانی گسترده به پاسخ این سؤال برسیم که آیا روش لادا برای ارزیابی پوشش گیاهی شرایط بیابانی ایران نیز مناسب است؟

منطقه مورد مطالعه

با توجه به مسطح بودن بیشتر بخش‌های منطقه شرق اصفهان، این ناحیه یکی از کم‌بارش‌ترین نواحی استان اصفهان به‌شمار می‌رود، به طوری که میانگین بارش در مناطق کم‌ارتفاع آن از حدود ۵۰ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند [۱]. با توجه به مشکلات ناشی از بیابان‌زایی، که در این نواحی به وفور دیده می‌شود، در مطالعات

جمله تعیین درجه تخریب زمین، نیاز دارند بسیار مهم است [۲۳].

شرایط پوشش گیاهی معیار زیست‌محیطی برای بررسی وضعیت یک محیط شناخته می‌شود. همچنین، معمولاً از آن همچون ابزاری برای ارزیابی عملکرد یک پروژه احیایی پوشش گیاهی استفاده می‌شود [۲۵].

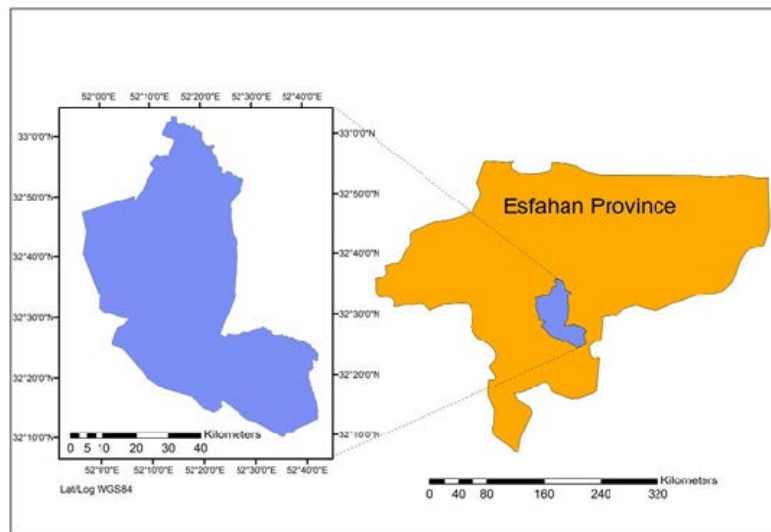
اندازه‌گیری پوشش گیاهی و مشخص نمودن ترکیب و وضعیت آن در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک کار پُرچالشی به‌شمار می‌رود، زیرا در این محیط‌ها پوشش معمولاً پراکنده است و گیاهان به صورت تکی و منفصل فضاها را پوشش داده‌اند [۲۳].

سازمان‌ها و آژانس‌های ملی و خصوصی زیادی در سراسر جهان برای کشف روش ارزیابی شرایط پوشش گیاهی وارد عمل شده‌اند [۱۰، ۱۵، ۱۹، ۲۲، ۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۹، ۴۱]. به‌رغم این تلاش‌های گسترده، هنوز هم اتفاق نظر اندکی درباره چگونگی ارزیابی آن وجود دارد. یکی از مشکلات در این زمینه مربوط می‌شود به معنی «شرایط». واژه «شرایط» یک مفهوم وابسته به عقیده است. تعریف شفاف این مفهوم انتخاب معیارهای مناسب برای بررسی آن را تسهیل می‌نماید [۲۵].

امروزه، برای ارزیابی میزان دستیابی به اهداف ازپیش‌تعیین‌شده احیایی یا سنجش کارایی مدیریتی در این پروژه‌ها کاربرد روش‌های ارزیابی تک‌معیاره و روش‌های ارزیابی جامع، که در آن‌ها مجموعه‌ای از معیارها در نظر گرفته می‌شود، معمول است. برای دستیابی به این هدف در روش‌های ارزیابی تک‌معیاره، اکولوژیست‌ها معمولاً یکی از این معیارها را انتخاب می‌کنند: گونه‌های شاخص، گونه‌های کلیدی، تنوع پوشش گیاهی، سطح تاج پوشش گیاهی، میزان زی‌توده یا یک شاخص مربوط به چشم‌انداز. به هر حال، یک معیار فقط می‌تواند یک جنبه خاص از فعالیت احیایی را ارزیابی نماید.

۰۹ ۴۱" شمالی و ۵۱° ۵۶' ۲۹ تا ۵۲° ۴۲' ۲۲ عرض‌های شمالی ۳۲° تا ۳۳° ۰۳' ۰۵ قرار گرفته است (شکل ۱).
 کاربری‌های عمده زمین در این ناحیه مطالعاتی شامل مراتع و زمین‌های بدون پوشش (حدود ۶۵ درصد)، زمین‌های کشاورزی (حدود ۱۷ درصد)، و تاغزارها و ماسهزارها (حدود ۱۳ درصد) است (شکل ۲).

قبلی بیابان‌زایی، بخشی از آن به عنوان منطقه پایلوت بیابان‌زایی در نظر گرفته شده است [۱]. در این تحقیق نیز، با توجه به اهمیت پوشش گیاهی در کنترل و ارزیابی تخریب زمین و بیابان‌زایی [۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۲۱، ۲۷، ۲۸، ۳۳] به مطالعه وضعیت پوشش گیاهی این ناحیه پایلوت پرداخته شد. محدوده مورد مطالعه با مساحت ۳۴۵۵۹۱ هکتار بین طول‌های شرقی



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان



شکل ۲. کاربری‌های زمین در منطقه مورد مطالعه

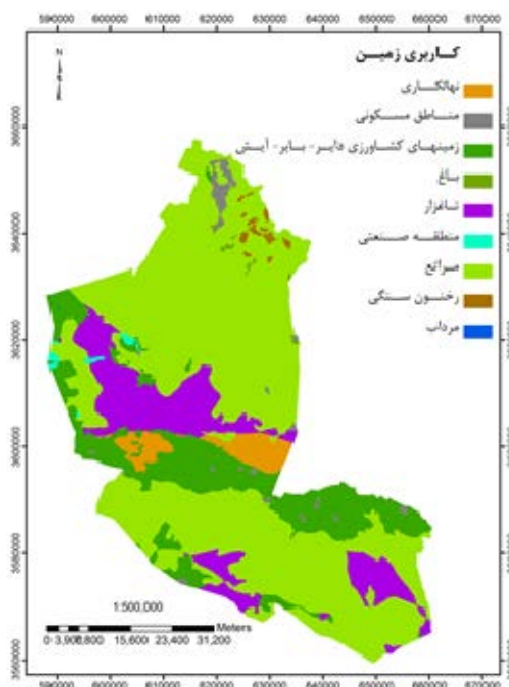
چند لایه اطلاعاتی، به تعریف یک سری چندضلعی‌های همگن یا لایه‌های همگن اقدام می‌نمایند تا نمونه‌برداری به صورت تصادفی در داخل این واحدهای همگن انجام گیرد [۱۹، ۲۸، ۳۰، ۳۹]. با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه، به منظور تحت پوشش قرارگرفتن بیشتر تغییرات موجود در ناحیه مطالعاتی، نقشه‌های کاربری زمین، شیب، سنگ‌شناسی، گروه بزرگ خاک در طبقه‌بندی FAO، و تیپ پوشش گیاهی با یکدیگر ترکیب شدند. با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای LISSIII سال ۲۰۰۸ برخی از مناطق همگن دیگر به نقشه ترکیبی مذکور اضافه شد تا بیشتر تغییرات ممکن در ناحیه مطالعاتی تحت پوشش قرار گیرد. در نهایت، ۱۷۲ ناحیه همگن به دست آمد که از آن‌ها به عنوان واحدهای اندازه‌گیری زمینی یا واحدهای کاری یاد خواهد شد (شکل ۳). با توجه به فرض همگنی این واحدهای کاری، سایت‌های نمونه‌برداری به صورت تصادفی در داخل این واحدها انتخاب شدند.

ارتفاع ناحیه مطالعاتی بین حدود ۱۱۰۰ متر در جلگه‌های جنوبی تا حدود ۳۵۰۰ متر در کوه‌های شمال شرق منطقه متغیر است. بخش وسیعی از محدوده مطالعاتی در جنوب جلگه‌ای به ارتفاع متوسط ۱۴۰۰ متر را تشکیل می‌دهد. میانگین بارش سالانه در منطقه کم‌ارتفاع حدود ۵۰ میلی‌متر و در مناطق مرتفع شمال در حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است. رژیم بارندگی محدوده مطالعاتی مدیترانه‌ای با فصل خشک متمرکز بر تابستان است. حداکثر بارش سالانه در بهمن‌ماه با میانگین ۱۵۳ درصد بارش سالانه و حداقل آن در شهریورماه با متوسط ۰۲ درصد بارندگی سالانه به وقوع می‌پیوندد [۱].

روش مطالعه

همگن‌سازی برای نمونه‌برداری

در اندازه‌گیری‌های میدانی، وسعت زیاد این اجازه را به بررسی‌کنندگان نمی‌دهد که همه سطح مورد مطالعه را بررسی نمایند. بنابراین، در این مطالعات، با تلفیق



شکل ۳. واحدهای نمونه‌برداری همگن (واحد کاری)

است و شواهد بسیار ناچیزی از تخریب و یا استفاده نامناسب از آن یا فعالیت نامناسب، که به آن تخریب وارد می‌کند، وجود دارد).

۲. شناسایی گیاهان شاخص در زمینه تخریب زمین، حفاظت یا بهبود زمین.

۳. ارزیابی مراتع و چراگاه‌ها از نظر توان تولیدی و فعالیت اکولوژیکی و ظرفیت حفظ خدمات اکوسیستمی.

۴. شناسایی علل مستقیم تخریب پوشش گیاهی و اثر مستقیم فعالیت مدیریتی پایدار در زمین^۱ (SLM).

ب) روش‌ها و شاخص‌های چشمی

در جدول ۱، برای ارزیابی چشمی شرایط مراتع و چراگاه، یک سری از شاخص‌ها توسط روش لادا پیشنهاد شده است.

دقت این امتیازدهی‌ها به قدرت قضاوت کاربر بستگی دارد، ولی نیازی نیست که آن کاربر از آن چراگاه اطلاعات عمیقی داشته باشد و استفاده از آن‌ها راحت است. در امتیازدهی‌ها بهتر است عکس سایت نیز برای اصلاحات احتمالی اضافه شود. با این کار، در صورتی که امتیازدهی به وسیله افراد متفاوت در زمان‌های مختلف انجام گیرد، امکان پایش وجود دارد و ارزش و امتیاز داده شده را می‌توان بررسی و اصلاح کرد. بنابراین، دقت بهبود می‌یابد.

مطالعه پوشش گیاهی به کمک دستورالعمل لادا

در روش لادا به طور کلی ۵ مورد از مهم‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی در ارزیابی تخریب انتخاب شده‌اند [۲۰، ۲۱]:

- کاهش پوشش گیاهی (گیاه و لاش‌برگ)؛

- تغییر در ساختار پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ها؛

- کاهش تنوع گونه‌ها و زیستگاه؛

- تغییر در فراوانی گونه‌های شاخص (که میزان چرای کم و زیاد یا کیفیت خاک را نشان می‌دهند یا در رابطه با تخریب زمین هستند یا ظهور گونه‌های مهاجم را نشان می‌دهند)؛

- کاهش توان تولیدی.

در روش لادا برای ارزیابی و ارزش‌گذاری شرایط پوشش گیاهی در مراتع و چراگاه‌ها، به طور کلی، از ابزار خاصی استفاده می‌شود: ابزار ارزیابی چشمی وضعیت، کیفیت، و گرایش در مراتع و چراگاه‌ها.

ارزیابی چشمی وضعیت، کیفیت، و گرایش

در مراتع و چراگاه‌ها

الف) اهداف

۱. مقایسه وضعیت و گرایش پوشش گیاهی (تخریب یا بهبود) بین دو واحد زمین (یکی زمین مورد بررسی و دیگری زمینی که تحت حفاظت با مدیریت مناسب

جدول ۱. شاخص‌ها و کلاس‌های ارزیابی کیفیت مرتع و چراگاه

طبقة	مباحث و شاخص‌های بنیادی
	۱. پوشش گیاهی و لاش‌برگ
	۱.۱ کل پوشش گیاهی و خاک بدون پوشش تخمین درصد پوشش (با استفاده از ترانسکت خطی یا کودرات): پوشش گیاهی برای حفاظت از خاک در برابر برخورد قطرات باران، درجه حرارت بالا، و کاهش میزان و حجم رواناب بسیار مهم است.

ادامه جدول ۱. شاخص‌ها و کلاس‌های ارزیابی کیفیت مرتع و چراگاه

طبقة	مباحث و شاخص‌های بنیادی
	۲.۱ نقاط یا لکه‌های فاقد پوشش
لکه‌های بدون پوشش گیاهی. در ساوانا ۲ متر یا بیشتر. اندازه مورد توافق ممکن است در هر ناحیه اکولوژیکی متفاوت باشد.	ندارد
لکه و ناحیه‌ای دیده نمی‌شود.	کم
دیده می‌شود، اما درخور ملاحظه نیست و نمی‌توان آن را یکی از ویژگی‌های ناحیه شمرد.	زیاد
از ویژگی‌های ناحیه به‌شمار می‌رود.	غالب است
سطح آن از سطح دارای پوشش بیشتر است.	۳.۱ پوشش لاش‌برگ یا ماده آلی موجود
هرچه بیشتر باشد سطح ناحیه بهتر حفاظت می‌شود. متوسطی از وضعیت چرای دام را نشان می‌دهد.	در سطح
خاک زیر لاش‌برگ قرار گرفته است.	متراکم
خاک لخت را می‌توان دید.	زیاد
پوشش لاش‌برگ دیده می‌شود، ولی اثر آن درخور توجه نیست.	کم
دیده نمی‌شود.	وجود ندارد
۲. ترکیب و کیفیت پوشش گیاهی	
اندازه‌گیری مربوط به رشد: ارتفاع و قطر مقابل سینه و الگوی رشد و مواردی مانند کوتاه‌شدگی و بی‌برگ‌شدگی. اندازه‌گیری‌های مربوط به قدرت: قطر ساقه، متوسط طول جست‌زنی، و قطر یقه.	۱.۲ ارتفاع پوشش گیاهی، قطر، و قدرت گونه‌های دائمی (بوت‌ها و درختان) و گونه‌های علفی، گراس‌ها، و گلووم‌ها
با استفاده از ترانسکت‌های خطی یا کودرات و مقایسه نمودن زمین‌هایی که خوب مدیریت شده‌اند با زمین‌هایی که مدیریت ضعیفی دارند یا استفاده از مناطق محافظت‌شده برای مقایسه و یادداشت زمان و فصل سال.	خوب
ارتفاع پوشش گیاهی و قطر آن و قدرت گیاه با سایت نماینده به‌خوبی مقایسه شده است و، با توجه به شرایط اقلیمی و فصلی (مانند خشک‌سالی و بارندگی)، این اندازه‌گیری به حالت بهینه نزدیک است.	متوسط
	فقیر
کاهش جدی در بایومس دیده می‌شود (تولید پوشش گیاهی کاهش یافته)، در نتیجه، در الگوی رشد کوتاه‌شدن و بی‌برگ‌شدن دیده می‌شود و قدرت گیاه بسیار کم است.	خیلی فقیر
این امر کیفیت چرا و برگشت‌پذیری از خشک‌سالی را نشان می‌دهد (گونه‌های لیگنین کمتر و پروتئین بیشتری دارند؛ گونه‌های چوبی لیگنین بالاتر و پروتئین کمتری دارند).	۲.۲ نسبت گونه‌های دائمی به یک‌ساله
تمامی گونه‌ها دائمی‌اند.	گونه‌های دائمی غالب‌اند
یک‌ساله‌ها منفرد وجود دارند.	بسیار زیادند
گونه‌های دائمی وجود دارند، ولی مهم نیستند.	کم
دیده نمی‌شوند.	وجود ندارند
این مفید بودن می‌تواند در زمینه فعالیت‌های اکولوژیکی باشد یا مربوط به پوشش تاجی، یا مربوط به ریشه‌دوانی مقاومت و برگشت‌پذیری از خشک‌سالی، توانایی تجدید حیات بعد از آتش‌سوزی، یا مربوط به خوش‌خوراکی، و یا تولیدات مفید برای انسان‌ها.	۳.۲ میزان یا نسبت گونه‌های مفید (غالبیت آن‌ها)
همه یا اغلب گونه‌ها مفیدند.	غالب است

ادامه جدول ۱. شاخص‌ها و کلاس‌های ارزیابی کیفیت مرتع و چراگاه

طبقة	مباحث و شاخص‌های بنیادی
زیاد است	به طور متوسط گونه‌های مفید وجود دارند.
ناچیز است	برخی گونه‌های مفید وجود دارند.
نیست	دیده نمی‌شوند.
۳. تناسب (درستی) اکولوژیکی، تنوع زیستی، و تغییر در پویایی‌ها	
۱.۳ میزان و نسبت هر طبقه پوشش گیاهی	درصد نسبی درختان، بوته‌ها، فرب‌ها، گراس‌ها
۲.۳ گونه‌هایی که با فشار چرا کاهش می‌یابند (به وسیله دام استفاده می‌شوند و ترجیح داده می‌شوند)	برای هر طبقه گیاهی (علفی (گراس‌ها و فرب‌ها)؛ بوته‌ای‌ها و درختان): تشخیص گونه‌هایی که ترجیح داده می‌شوند. گونه‌هایی که با فشار چرا کاهش می‌یابند، مثل گونه‌های خوش‌خوراک که نقش مهمی در رژیم غذایی حیوانات خانگی دارند (شبردر، پانیکوم، و ...). مقایسه نمودن آن‌ها با مناطق محافظت‌شده.
۳.۳ گونه‌هایی که با فشار چرا افزایش می‌یابند (مقاومت به لگدمال‌شدن، گونه‌های غیرخوش‌خوراک)	شناسایی گونه‌های کلیدی که با فشار چرا افزایش می‌یابند، مثل گونه‌هایی که به لگدمال‌شدن مقاوم‌اند، مثل <i>Eragrostis spp. E.rigidior</i> . مقایسه نمودن سایت با سایت‌های لگدمال‌شده.
۴.۳ گیاهان سمی	شناسایی گونه‌هایی که دام‌ها از آن‌ها استفاده نمی‌کنند، مانند <i>E. muticus</i>
۵.۳ گیاهان هرز یا مهاجم	<i>C.plurinodis, Bothriochloa radicans</i>
۶.۳ خسارت ناشی از آفات	مقایسه آن‌ها با مناطقی که به میزان کم یا متوسط از آن‌ها استفاده می‌شود. شناسایی گیاهان سمی برای دام (این سمی بودن در هر ناحیه متفاوت است). شناسایی گونه‌های هرز یا مهاجم که موجب کاهش توان تولیدی مرتع یا مزارع می‌شوند. حضور آن‌ها یا درصد پوشش آن‌ها. مشخص کردن شدت و گستردگی خسارت به وسیله الف) موربانه‌ها؛ پوشش گیاهی بی‌برگ مشاهده می‌شود یا آشیانه موربانه‌ها دیده می‌شود. ب) جوندگان ج) ملخ‌ها د) دیگر جانداران دیده نمی‌شود.
هیچ	خسارت واقعی نیست یا لکه‌ای است.
ناچیز	خسارت دیده می‌شود، ولی در کل ناحیه نیست.
زیاد	کل ناحیه خسارت دیده است.
غالب	با مشاهده خسارت ناشی از آفات قابل ارزیابی است.
۷.۳ خسارت در اثر بیماری	یک فاکتور کلیدی تخریب مراتع به‌شمار می‌رود که می‌تواند شامل افزایش گونه‌های سمی (غیرخوش‌خوراک، مهاجم، یا چوبی) باشد. افزایش زیاد بوته‌ها یا درختان می‌تواند تولید گراس‌ها را کاهش دهد (چون ظرفیت حامل برای حیوانات اهلی را کاهش می‌دهد) و ممکن است دسترسی به آب را نیز کاهش دهد.
۸.۳ تجاوز و پیشروی بوته‌ها	درختان بیش از ۳۰ متر از هم فاصله دارند.
نیست یا پراکنده است	وجود دارند و ۲۰۰ متر یا بیشتر از هم فاصله دارند.
باز است	۵۰ متر فاصله دارند؛ افراد و دام می‌توانند حرکت کنند.
متراکم است	نفوذ به درون آن‌ها آسان نیست.
خیلی متراکم است	

ادامه جدول ۱. شاخص‌ها و کلاس‌های ارزیابی کیفیت مرتع و چراگاه

طبقة	مباحث و شاخص‌های بنیادی
۹.۳ جنگل‌زدایی	جنگلی‌زدایی به معنی کاهش جنگل‌ها و ساوانا و بیشه‌زارها و دیگر استفاده‌های زمین در اثر برش درختان است. نتیجه جنگل‌زدایی فرسایش خاک است که در اثر کاهش حفاظت از خاک و کاهش ظرفیت نگهداری آب توسط خاک به وجود می‌آید. علائمی وجود ندارد.
نیست	
برخی	برخی نشانه‌ها وجود دارد، ولی این پروسه هنوز در فاز ابتدایی است. می‌توان جلوی آن را گرفت و خسارت ایجادشده با اندکی تلاش جبران می‌شود.
متوسط	جنگل‌زدایی مشخص است، اما کنترل آن و احیای کامل زمین با برخی تلاش‌های قابل ملاحظه ممکن است.
شدید	علائم واضحی از جنگل‌زدایی دیده می‌شود. تغییرات در ویژگی‌های زمین قابل ملاحظه است یا حتی احیا در بازه زمانی توجیه‌آور خیلی مشکل است.
۱۰.۳ کاهش بایومس	تعداد گیاهان در استفاده‌های مختلف کاهش یافته است. بسته به زمان سال‌ها تخمین‌های بایومس انجام می‌شود و این تخمین در سایت‌ها با مدیریت مناسب و نامناسب مقایسه می‌شود تا کاهش تولید مشخص شود. علائمی از کاهش بایومس وجود ندارد.
وجود ندارد	
برخی	نشانه‌هایی از کاهش بایومس دیده می‌شود، ولی این پروسه هنوز در فاز ابتدایی قرار دارد و می‌توان به راحتی آن را متوقف کرد و احیای کامل زمین با تلاش اندک مقدور است.
متوسط	کاهش بایومس مشخص است، ولی کنترل و احیای کامل آن با تلاش زیاد هنوز ممکن است.
شدید	علائم مشهودی از کاهش بایومس دیده می‌شود. تغییر در ویژگی‌های زمین قابل ملاحظه یا حتی غیر قابل احیاست و احیا در بازه زمانی توجیه‌آور خیلی مشکل است.

مطمئن شد که ارزیابی چشمی همه تغییرات اصلی را، که در گروه‌ها و شرایط پوشش گیاهی مشاهده می‌شود، پوشش داده است. شاخص‌های دیگر و مناسب با محل را می‌توان در صفحه امتیازدهی (جدول ۲) وارد کرد یا می‌توان از شاخص‌های موجود، با اضافه کردن توضیحات بیشتر، ارزیابی کامل‌تر یا پُر جزئیات‌تری انجام داد.

وقتی پوشش گیاهی سریع ارزیابی شد، شرایط پوشش گیاهی را می‌توان امتیازدهی کرد. در جدول ۲ امتیازاتی که برای هر سایت یا هر گروه پوشش گیاهی باید استفاده شود آورده شده است. در مناطق بزرگ‌تر و بسیار متغیر به مشاهدات بیشتری نیاز است تا به کیفیت مرتع امتیاز مناسب‌تری داده شود. باید از نمونه‌برداری از مناطق گذار اجتناب شود و باید

جدول ۲. امتیازدهی با استفاده از شاخص‌های چشمی برای ارزیابی کیفیت مرتع

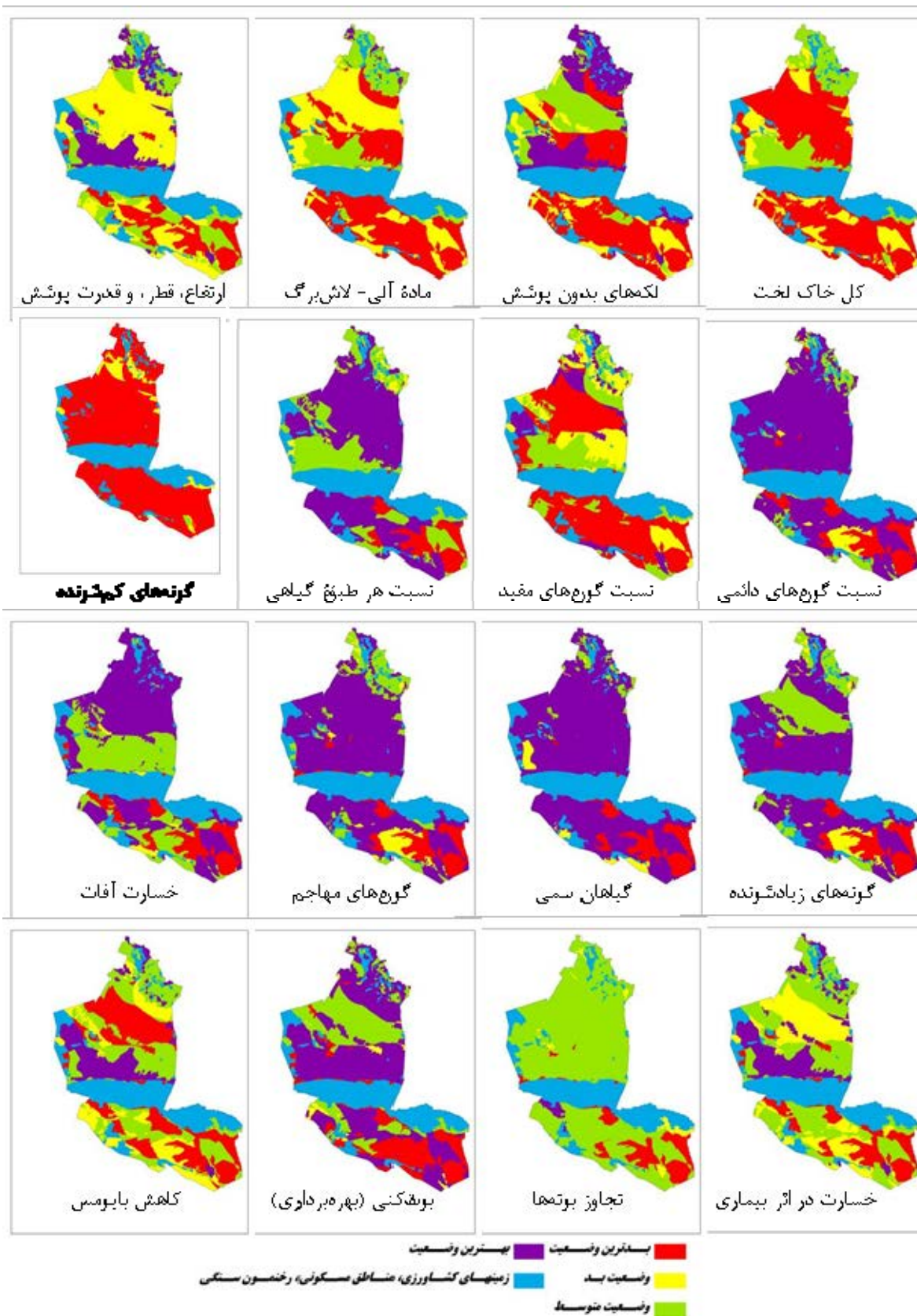
شاخص نشان‌دهنده شرایط مرتع	بهترین کلاس	متوسط	فقیر	بدترین کلاس
۱.۱ کل خاک لخت	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۲.۱ لکه‌های بدون پوشش	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۳.۱ ماده آلی - پوشش لاش‌برگ	متراکم	زیاد	ناچیز	وجود ندارد
۱.۲ ارتفاع قطر و قدرت پوشش گیاهی	خوب	متوسط	فقیر	خیلی فقیر
۲.۲ نسبت گونه‌های دائمی به یک‌ساله	غالب	زیاد	ناچیز	وجود ندارد
۳.۲ نسبت گونه‌های مفید	غالب	زیاد	ناچیز	وجود ندارد
۱.۳ نسبت هر طبقه گیاهی (گراس، بوته، درختچه، و درخت)	غالب	زیاد	ناچیز	وجود ندارد
۲.۳ گونه‌هایی که با چرا کاهش می‌یابند	غالب	زیاد	ناچیز	وجود ندارد
۳.۳ گونه‌هایی که با فشار چرا افزایش می‌یابند	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۴.۳ گیاهان سمی	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۵.۳ گونه‌های مهاجم بیگانه یا گونه‌های هرز	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۶.۳ خسارت آفات	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۷.۳ خسارت در اثر بیماری	وجود ندارد	ناچیز	زیاد	غالب
۸.۳ تجاوز بوته‌ها	پراکنده	باز	متراکم	خیلی متراکم
۹.۳ جنگل‌زدایی، بوته‌کشی، و بهره‌برداری	وجود ندارد	برخی	متوسط	شدید
۱۰.۳ کاهش بایومس	وجود ندارد	کم	زیاد	غالب
امتیاز	۵	۳	۱	۰
جمع امتیاز				

شاخص کلی سایت مورد بررسی با هم جمع می‌شوند. این امتیاز مجموع به درصد تبدیل می‌شود (تا در صورت عدم استفاده از یک ردیف باز هم به یک شکل بتوان آن را ارزیابی کرد؛ برای رسیدن به درصد امتیاز کل تقسیم بر مجموع امتیازهای حداکثر یا تعداد شاخص ضربدر ۵ ضربدر صد) و شرایط مرتع و گرایش آن مطابق با جدول ۳ ارزیابی خواهد شد.

برای هر یک از شاخص‌ها یک ستون ضربدر می‌خورد. ستون‌ها دارای این ارزش‌ها هستند: ستون اول: ۵ امتیاز؛ ستون دوم: ۳ امتیاز؛ ستون سوم: ۱ امتیاز؛ ستون چهارم: ۰ امتیاز
مجموع تعداد خانه‌های ضربدرخورده در ارزش ستون مربوطه، امتیاز مجموع یک ستون را نشان می‌دهد. سپس، تمامی امتیازها برای به‌دست‌آوردن

جدول ۳. تفسیر امتیازهای کیفیت مراتع

امتیاز	شرایط مرتع	گرایش
۱۰۰-۹۰	عالی	-
۹۰-۷۱	خوب	پایدار و ثابت
۷۰-۵۱	متوسط	رو به بهبود
۵۰-۳۱	بد	رو به فقیر
۳۰-۰	بسیار بد	-



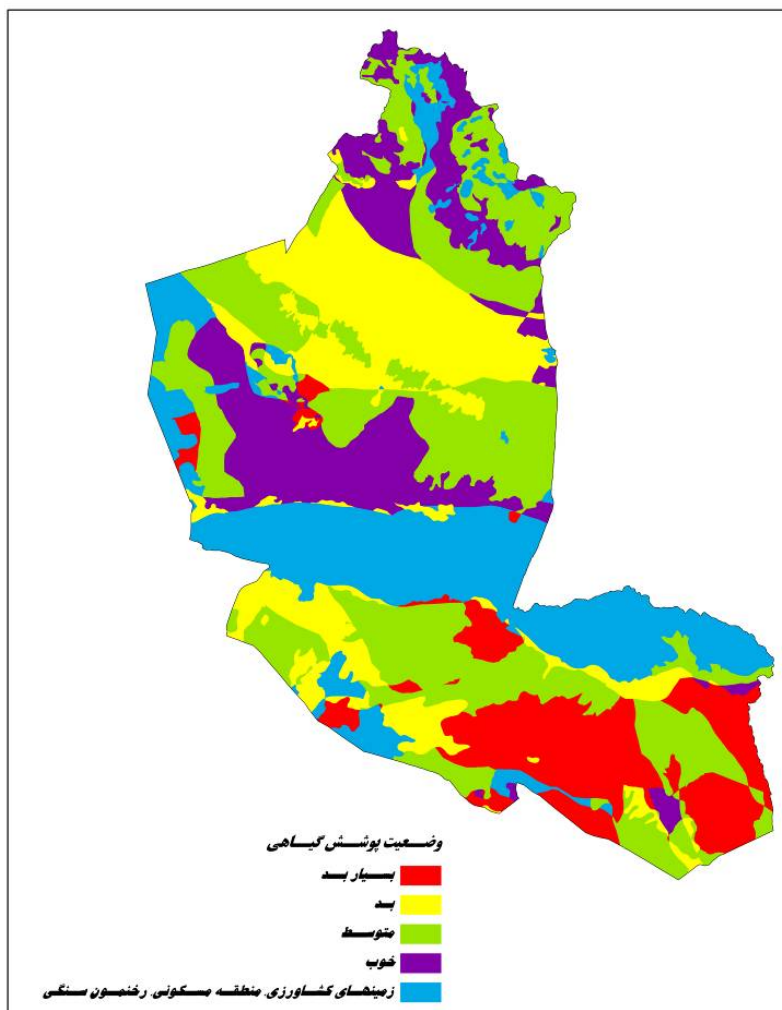
شکل ۴. وضعیت انواع مختلف تخریب در پوشش گیاهی

روش مطالعه

پس از تهیه نقشه واحدهای کاری، برای هر واحد کاری، با توجه به جدول‌های ۱ و ۲، امتیازهای پارامترهای اندازه‌گیری‌کننده وضعیت پوشش گیاهی مشخص شد. سپس، با محاسبه درصد امتیاز کل به کمک جدول ۳، وضعیت پوشش گیاهی در واحدهای مختلف مشخص گردید. به منظور مقایسه عملکرد مدل در واحدهای کاری مختلف، از کلیه واحدها عکس‌های زیادی تهیه شد تا در ارزیابی نهایی مدل و بررسی مجدد امتیازها از آنها استفاده شود [۲۰، ۲۱].

نتایج

شکل ۴ وضعیت پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی در هر یک از پارامترهای مورد بررسی در روش لادا را نشان می‌دهد. مطابق با شکل ۴، بدترین پارامتر در منطقه مطالعاتی مربوط است به وضعیت گونه‌های کم‌شونده (شکل ۴)؛ که این امر به دلیل بیابانی بودن منطقه دور از ذهن نیست. وضعیت نهایی پوشش گیاهی، که با تلفیق همه نقشه‌های وضعیت به‌دست آمده است (شکل ۴)، در شکل ۵ قابل مشاهده است.



شکل ۵. وضعیت نهایی پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی

سلامت زمین نیاز است [۲، ۱۶، ۱۹، ۳۷]. پوشش گیاهی یکی از اساسی‌ترین ابزارهای پایش این محیط‌ها به‌شمار می‌رود [۸، ۱۰، ۱۱، ۱۵، ۲۳، ۲۹، ۳۰]، پس به لحاظ مدیریتی ناگزیر به بررسی و ارزیابی مداوم آن هستیم. برای بررسی و ارزیابی به معیارهای خاصی احتیاج است [۲، ۳، ۶، ۱۷، ۴۰، ۴۲]. در روش ارائه‌شده توسط لادا، سعی شده است از اغلب معیارهایی که برای ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی در مطالعات مختلف به‌کار رفته [۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۹، ۳۱] استفاده شود. بنابراین، حداقل، به لحاظ تئوری، روش مذکور جزو کامل‌ترین روش‌ها به‌شمار می‌آید. اما پس از اجرای این مدل در یک ناحیه وسیع بیابانی، از نظر عملی هم می‌توان این مدل را مثبت ارزیابی کرد، به گونه‌ای که نتایج به‌دست‌آمده کاملاً با عکس‌های گرفته‌شده از سایت‌های نمونه‌برداری هم‌خوانی دارد. مثلاً چند عکس ارائه‌شده از هر طبقه وضعیت پوشش گیاهی به‌خوبی این تطابق با واقعیت را نشان می‌دهد (شکل‌های ۶ تا ۹).

بررسی مساحت هر یک از وضعیت‌ها نشان می‌دهد که از کل منطقه حدود ۱۲ درصد دارای وضعیت بسیار بد، حدود ۲۰ درصد دارای وضعیت بد، حدود ۳۱ درصد دارای وضعیت متوسط، و حدود ۱۶ درصد دارای وضعیت خوب پوشش گیاهی بوده است (۲۱ درصد از مساحت منطقه مربوط به زمین‌های غیرمرتعی است). مطابق با شکل ۵، نقاط بحرانی^۱ در بخش جنوبی و جنوب شرقی منطقه واقع شده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

پایش محیط‌های در حال تغییر به لحاظ مدیریتی و اجرای عملیات‌های احیایی بسیار بااهمیت است [۴، ۴۱]. مناطق خشک معمولاً اکوسیستم‌های حساسی دارند که دائماً در حال تغییرند. سیستم‌های مناطق خشک وضعیت ثابت و پایداری ندارند و اغلب در شرایط مختلف وضعیت‌های اکولوژیکی متفاوتی نشان می‌دهند [۳۱]. بنابراین، به منظور ارزیابی و اصلاح فعالیت‌های مدیریتی در چشم‌اندازهای خشک و نیمه‌خشک، مانند مراتع، به پایش مداوم شرایط یا



شکل ۶. تصاویر واحدهای کاری ۴۴ (الف) با امتیاز کیفیت ۲۶ و واحد کاری ۶۵ (ب) با امتیاز کیفیت ۱۴؛ در هر دو سایت، به‌غیر از گونه مهاجم (الف) و سمی (ب)، گونه دیگری دیده نمی‌شود و هر دو بدترین کلاس کیفیت مرتع را دارند.



شکل ۷. تصاویر واحدهای کاری ۱۳۰ (الف) با امتیاز کیفیت ۴۲ و واحد کاری ۱۲۸ (ب) با امتیاز کیفیت ۴۲؛ در هر دو سایت هر چند گونه مهاجم و سمی دیده نمی‌شود، اغلب پوشش گیاهی در حال از بین رفتن است (کاهش شدید زی توده) و کلاس کیفیت مرتع در آن‌ها بد است.



شکل ۸. تصاویر واحدهای کاری ۱۵۲ (الف) با امتیاز کیفیت ۶۱ و واحد کاری ۱۴۶ (ب) با امتیاز کیفیت ۶۱؛ در هر دو سایت اثر اندکی از تخریب (ورود گونه مهاجم و سمی) دیده می‌شود، ولی وضعیت پوشش گیاهی در آن‌ها رو به بهبود است و کلاس کیفیت مرتع آن‌ها متوسط به دست آمده است.



شکل ۹. تصاویر واحدهای کاری ۱۸ (الف) با امتیاز کیفیت ۸۲ و واحد کاری ۱۴۰ (ب) با امتیاز کیفیت ۸۰؛ اثری از تخریب و ورود گونه مهاجم و سمی دیده نمی‌شود، فقط امتیاز کل خاک لخت، لکه‌های بدون پوشش، ماده آلی و گونه‌های کم‌شونده در این واحدها باعث شده در کلاس عالی قرار نگیرند و کلاس کیفیت مرتع آن‌ها خوب است.

مهر تأییدی است بر کارکرد درست مدل لادا؛ زیرا دست‌کم، از نظر تئوری، مدل عملکرد درستی نشان داده است. جالب آنکه، پس از پارامتر بهره‌برداری، خسارت در اثر بیماری (علت طبیعی) بیشترین همبستگی را با وضعیت پوشش گیاهی نشان می‌دهد و پس از این دو پارامتر، کاهش بایومس - که نتیجه این دو علت طبیعی و انسانی به‌شمار می‌آید - بیشترین همبستگی را داشته است.

بنابراین، هر طور که به مدل بنگریم، عملکرد آن هم به لحاظ تئوری (جدول ۴) و هم از نظر عملی (مقایسه با شکل‌های ۶ تا ۹) درخور تأمل و تأییدشدنی است.

بهترین ارزیابی از مدل لادا را می‌توان در جدول ۴ مشاهده کرد. در این جدول ضرایب همبستگی پیرسون بین همه پارامترهای مدل و وضعیت نهایی پوشش گیاهی نمایش داده شده است (جدول ۴). نکته بسیار جالب آن است که پارامتر بهره‌برداری (بوته‌کنی و جنگل‌زدایی یا علت انسانی) بیشترین همبستگی را با وضعیت نهایی پوشش گیاهی نشان می‌دهد. مطابق با آنچه تا به امروز درباره تخریب پوشش گیاهی به نگارش درآمده است، بهره‌برداری بیش از حد باعث تخریب پوشش گیاهی می‌شود [۴، ۱۶، ۱۸، ۴۱]؛ بنابراین، نشان‌دادن بیشترین همبستگی بین وضعیت پوشش گیاهی و بهره‌برداری

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین پارامترهای مختلف مدل و وضعیت پوشش گیاهی

وضعیت پوشش	کل خاک لخت	لکه‌های بدون پوشش	ماده آلی	قدرت پوشش	نسبت گونه‌های دائمی	نسبت گونه‌های مفید	نسبت هر طبقه	گونه‌های کم شونده	گونه‌های زیادشونده	گیاهان سمی	گونه مهاجم	خسارت آفات	خسارت در اثر بیماری	تجاوز بوته‌ها	بهره‌برداری	کاهش بایومس
وضعیت پوشش	۱	۰.۵۸۹	۰.۶۴۹	۰.۴۹۷	۰.۶۴۶	۰.۵۶۸	۰.۶۵۳	۰.۵۰۸	۰.۳۶۴	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۷۲۸	۰.۳۶۵	۰.۷۵۷	۰.۶۵۹
کل خاک لخت	۰.۵۸۹	۱	۰.۸۴۶	۰.۸۱۲	۰.۶۵۱	-۰.۱	۰.۳۶۱	۰.۰۸۲	۰.۲۳۳	۰.۰۹۱	۰.۱۴۸	۰.۱۱۶	۰.۳۳۷	۰.۴۶۷	-۰.۰۸۶	۰.۴۹۵
لکه‌های بدون پوشش	۰.۶۴۹	۰.۸۴۶	۱	۰.۷۸۴	۰.۶۶۶	۰.۶۶۲	۰.۴۴۴	۰.۱۰۸	۰.۲۹۰	۰.۱۲۵	۰.۱۲۸	۰.۱۶۱	۰.۴۳۱	۰.۵۲۳	۰.۱۵	۰.۵۱۴
ماده آلی	۰.۴۹۷	۰.۸۱۲	۰.۷۸۴	۱	۰.۵۳۱	۰.۳۰	۰.۲۷۰	-۰.۰۴	۰.۰۸۵	۰.۰۷۷	۰.۱۱۹	۰.۰۷۸	۰.۲۹۵	۰.۳۲۴	-۰.۱۹	۰.۳۶۱
قدرت پوشش	۰.۶۴۶	۰.۶۵۱	۰.۶۶۶	۰.۵۳۱	۱	۰.۲۸۷	۰.۴۳۸	۰.۲۵۹	۰.۲۳۹	۰.۲۷۰	۰.۲۷۳	۰.۴۳۴	۰.۵۷۲	۰.۱۷۹	۰.۴۴۷	۰.۵۸۵
نسبت گونه‌های دائمی	۰.۵۶۸	۰.۶۵۱	۰.۶۶۲	۰.۳۰	۰.۲۸۷	۱	۰.۳۴۵	۰.۵۸۴	۰.۲۱۴	۰.۷۶۷	۰.۵۵۲	۰.۷۱۶	۰.۴۵۸	۰.۳۹۰	۰.۴۷۵	۰.۲۵۷
نسبت گونه‌های مفید	۰.۶۵۳	۰.۶۵۱	۰.۶۶۲	۰.۳۰	۰.۲۸۷	۰.۲۸۷	۱	۰.۳۴۵	۰.۴۳۸	۰.۲۷۰	۰.۲۷۳	۰.۴۳۴	۰.۵۷۲	۰.۱۷۹	۰.۴۴۷	۰.۵۸۵
نسبت هر طبقه	۰.۵۰۸	۰.۰۸۲	۰.۱۰۸	۰.۲۷۰	۰.۲۸۷	۰.۲۸۷	۰.۲۸۷	۱	۰.۳۴۰	۰.۴۳۸	۰.۲۷۰	۰.۴۳۴	۰.۵۷۲	۰.۱۷۹	۰.۴۴۷	۰.۵۸۵
گونه‌های کم شونده	۰.۳۶۴	۰.۲۳۳	۰.۲۹۰	۰.۰۸۵	۰.۲۳۹	۰.۲۳۹	۰.۲۳۹	۰.۲۳۹	۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱	۰.۲۴۱
گونه‌های زیادشونده	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۱	۰.۲۲۵	۰.۲۲۵	۰.۲۲۵	۰.۲۲۵	۰.۲۲۵	۰.۲۲۵
گیاهان سمی	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۰.۶۱۹	۰.۶۴۵	۰.۶۷۴	۱	۰.۶۵۷	۰.۶۵۷	۰.۶۵۷	۰.۶۵۷	۰.۶۵۷
گونه مهاجم	۰.۶۱۹	۰.۱۱۶	۰.۱۶۱	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۰.۱۷۹	۱	۰.۵۷۷	۰.۵۷۷	۰.۵۷۷	۰.۵۷۷	۰.۵۷۷
خسارت آفات	۰.۵۹۹	۰.۳۳۷	۰.۴۳۱	۰.۲۹۵	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۰.۴۳۴	۱	۰.۴۶۰	۰.۴۶۰	۰.۴۶۰	۰.۴۶۰
خسارت بیماری	۰.۷۲۸	۰.۴۶۷	۰.۵۲۳	۰.۳۲۴	۰.۵۷۲	۰.۳۲۴	۰.۵۷۲	۰.۳۲۴	۰.۵۷۲	۰.۳۲۴	۰.۳۲۴	۱	۰.۶۱۰	۰.۶۱۰	۰.۶۱۰	۰.۶۱۰
تجاوز بوته‌ها	۰.۳۶۵	-۰.۰۸۶	۰.۱۵	-۰.۱۹	۰.۱۷۹	-۰.۱۹	۰.۱۷۹	-۰.۱۹	۰.۱۷۹	-۰.۱۹	۰.۳۰۲	۰.۳۰۲	۱	۰.۳۰۲	۰.۳۰۲	۰.۳۰۲
بهره‌برداری	۰.۷۵۷	۰.۳۸۶	۰.۴۲۶	۰.۳۶۵	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۰.۴۴۷	۱	۰.۳۷۲	۰.۵۰۴
کاهش بایومس	۰.۶۵۹	۰.۴۹۵	۰.۵۱۴	۰.۳۶۱	۰.۵۸۵	۰.۲۵۷	۰.۴۰۷	۰.۳۲۸	۰.۲۳۲	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۰.۱۷۹	۰.۵۰۴

تقدیر و تشکر

از تلاش‌های دلسوزانه جناب آقای مهندس پرویز براتی و سرکار خانم مهندس سوسن براتی، که ما را

در اجرای کلیه مراحل اندازه‌گیری میدانی و نگارش این مقاله یاری رسانیدند، تشکر و قدردانی می‌نماییم و برای این عزیزان موفقیت روزافزون آرزو مندیم.

References

- [1] Ahmadi, H. (2003). *The final report of compiling a comprehensive service plan and methodology of indicators and indices of desertification potential assessment in Iran*, College of Agriculture & Natural Resources, Faculty of Natural Resources, Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, University of Tehran.
- [2] Bakr, N., Weindorf, D.C., Bahnassy, M.H. and El-Badawi, M.M. (2012). Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators, *Ecological Indicators*, 15, 271-280.
- [3] Cammeraat, L.H. and Imeson, A.C. (1998). Deriving indicators of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France, *Geomorphology*, 23, 307-321.
- [4] Cousins, S.A.O. and Lindborg, R. (2004). Assessing changes in plant distribution patterns—indicator species versus plant functional types, *Ecological Indicators*, 4, 17-27.
- [5] Durán Zuazo, V.H., Rodríguez Pleguezuelo, C.R., Martín Peinado, F.J., de Graaff, J., Francia Martínez, J.F. and Flanagan, D.C. (2011). Environmental impact of introducing plant covers in the taluses of terraces: Implications for mitigating agricultural soil erosion and runoff, *Catena*, 84, 79-88.
- [6] Feoli, E., Vuerich, L.G. and Zerihun, W. (2002). Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio-economic factors, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91, 313-325.
- [7] Geist, H. and Lambin, E.F. (2004). Dynamic Causal Patterns of Desertification, *BioScience*, Vol. 54, No. 9, 817-830.
- [8] Godínez-Alvarez, H., Herrick, J.E., Mattocks, M., Toledo, D. and Van Zee, J. (2009). Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment and monitoring, *Ecological indicators*, 9, 1001-1008.
- [9] Haijiang, L., Chenghu, Z., Weiming, C., En, L. and Rui, L. (2008). Monitoring sandy desertification of Otindag Sandy Land based on multi-date remote sensing images, *Acta Ecologica Sinica*, 28(2), 627-635.
- [10] Hanafi, A. and Jauffret, S. (2008). Are long-term vegetation dynamics useful in monitoring and assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia, *Journal of Arid Environments*, 72, 557-572.
- [11] Helldén, U. and Tottrup, C. (2008). Regional desertification: A global synthesis, *Global and Planetary Change*, 64, 169-176.
- [12] Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, Th., Roder, A. and Sommer, S. (2008). Mediterranean desertification and land degradation Mapping related land use change syndromes based on satellite observations, *Global and Planetary Change*, 64, 146-157.
- [13] Ibanez, J., Valderrama, J.M. and Puigdefabregas, J. (2008). Assessing desertification risk using system stability condition analysis, *Ecological modeling*, 213, 180-190.
- [14] Jabbar, M.T., Zhi-Hua, S., Tian-Wei, W. and Chong-Fa, C. (2006). Vegetation Change Prediction with Geo-Information Techniques in the Three Gorges Area of China, *Pedosphere*, 16(4), 457-467.
- [15] Jauffret, S. and Visser, M. (2003). Assigning life-history traits to plant species to better qualify arid land degradation in Presaharian Tunisia, *Journal of Arid Environments*, 55, 1-28.
- [16] Kotze, D.C., Ellery, W.N., Macfarlane, D.M. and Jewitt, G.P.W. (2012). A rapid assessment method for coupling anthropogenic stressors and wetland ecological condition, *Ecological Indicators*, 13, 284-293.

- [17] Ladisa, G., Todorovic, M. and Liuzzi, G.T. (2011). A GIS-based approach for desertification risk assessment in Apulia region, SE Italy, *Physics and Chemistry of the Earth*, 49, 103-113.
- [18] Liu, Y., Gao, J. and Yang, Y. (2003). A Holistic Approach Towards Assessment Of Severity Of Land Degradation Along The Greatwall In Northern Shaanxi Province, CHINA, *Environmental Monitoring and Assessment*, 82, 187-202.
- [19] Ludwig, J.A., Bastin, G.N., Chewings, V.H., Eager, R.W. and Liedloff, A.C. (2007). Leakiness: A new index for monitoring the health of arid and semiarid landscapes using remotely sensed vegetation cover and elevation data, *Ecological Indicators*, 7, 442-454.
- [20] McDonagh, J.S., Bunning, D., McGarry, H., Liniger and Rioux, J. (2009). Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands; LADA-L Part 1: Methodological Approach, Planning and Analysis, LADA, in: http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=168&lang=en
- [21] McDonagh, J.S., Bunning, D., McGarry, H., Liniger and Rioux, J. (2009). Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands; LADA-L Part 2: Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork, LADA, In: http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=168&lang=en
- [22] Mostacedo, B. and Fredericksen, T.S. (1999). Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations, *Forest Ecology and Management*, 124, 263-273.
- [23] Munson, S.M., Webb, R.H. and Hubbard, A. (2011). A comparison of methods to assess long-term changes in Sonoran Desert vegetation, *Journal of Arid Environments*, 75, 1228-1231.
- [24] Okin, G.S., Parsons, A.J., Wainwright, J., Herrick, J.E., Bestelmeyer, B.T., Peters, D.P.C. and Fredrickson, E.L. (2009). Do changes in connectivity explain desertification? *BioScience*, 59, 237-244.
- [25] Oliver, I. (2002). An expert panel-based approach to the assessment of vegetation condition within the context of biodiversity conservation Stage 1: the identification of condition indicators, *Ecological Indicators*, 2, 223-237.
- [26] Ouyang, W., Hao, F., Skidmore, A.K., Groen, T.A., Toxopeus, A.G. and Wang, T. (2012). Integration of multi-sensor data to assess grassland dynamics in a Yellow River sub-watershed, *Ecological Indicators*, 18, 163-170.
- [27] Peng, J., Liu, Z., Lui, Y., Wu, J. and Ha, Y. (2012). Trend analysis of vegetation dynamics in Qinghai-Tibet Plateau using Hurst Exponent, *Ecological Indicators*, 14, 28-39.
- [28] Raab, D. and Bayley, S.E. (2012). A vegetation-based Index of Biotic Integrity to assess marsh reclamation success in the Alberta oil sands, Canada, *Ecological Indicators*, 15, 43-51.
- [29] Rasmussen, K., Fog, B. and Madsen, J.E. (2001). Desertification in reverse? Observations from northern Burkina Faso, *Global Environmental Change*, 11, 271-282.
- [30] Ravi, S., Breshears, D.D., Huxman, T.E. and D'Odorico, P. (2010). Land degradation in drylands: Interactions among hydrologic-aeolian erosion and vegetation dynamics, *Geomorphology*, 116, 236-245.
- [31] Reynolds, J.F., Smith, D.M.S., Turner, B.L., Mortimore, M., Battetbury, S.P.J., Downing, T.E., Dowlatabadi, H., Fernández, R.J.F., Herrick, J.E., Huber-Sannwald, E., Jiang, H., Leemans, R., Lynam, T., Maestre, F.T., Ayarza, M. and Walker, B. (2007). Global desertification: Building a science for dryland development, *Science*, 316, 847-851.
- [32] Salvati, L. and Zitti, M. (2009). Assessing the impact of ecological and economic factors on land degradation vulnerability through multiway analysis, *Ecological Indicators*, 9, 357-363.
- [33] Santini, M., Caccamo, G., Laurenti, A., Noce, S. and Valentini, R. (2010). A multi-component

- GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index, *Applied Geography*, 30, 394-415.
- [34] Sauer, T., Ries, J.D. (2008). Vegetation cover and geomorphodynamics on abandoned fields in the Central Ebro Basin (Spain), *Geomorphology*, 102, 267-277.
- [35] Trodd, N.M. and Dougill, A.J. (1998). Monitoring vegetation dynamics in semi-arid African rangelands Use and limitations of Earth observation data to characterize vegetation structure, *Applied Geography*, Vol. 18, No. 4, 315-330.
- [36] UN (United Nations) (1994). UN Earth Summit. Convention on Desertification. UN Conference in Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, June 3-14, 1992. DPI/SD/1576. United Nations, New York.
- [37] Veron, S.R., Paruelo, J.M. and Oesterheld, M. (2006). Assessing desertification, *Journal of Arid Environments*, 66, 751-763.
- [38] Wang, Z., Duan, C., Yuan, L., Ro, J., Zhou, Z., Li, J., Yang, C. and Xu, W. (2010). Assessment of the restoration of a degraded semi-humid evergreen broadleaf forest ecosystem by combined single-indicator and comprehensive model method, *Ecological Engineering*, 36, 757-767.
- [39] Weissteiner, C.J., Strobl, P. and Sommer, S. (2011). Assessment of status and trends of olive farming intensity in EU-Mediterranean countries using remote sensing time series and land cover data, *Ecological Indicators*, 11, 601-610.
- [40] Yang, X., Zhang, K. and Ci, B. (2005). Desertification assessment in China: An overview, *Journal of Arid Environments*, 63, 517-531.
- [41] Zenger, A., Gibbons, P., Seddon, J., Briggs, S. and Freudenberger, D. (2009). A method for predicting native vegetation condition at regional scales, *Landscape and Urban Planning*, 91, 65-77.
- [42] Zucca, C., Della Peruta, R., Salvia, R., Sommer, S. and Cherlet, M. (2012) Towards a World Desertification Atlas. Relating and selecting indicators and data sets to represent complex issues, *Ecological Indicators*, 15, 157-170.