بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی

بررسی کارایی روش LFA برای ارزیابی پایداری و میزان ماده آلی خاک در برخی از مکان‌های مرتعی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی

مائده ملائی رنانی

اساتید راهنما

دکتر حسین بشری – دکتر مهدی بصیری

۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی منابع طبیعی – بیابان‌زدایی خانم مائده ملائی

تحت عنوان

بررسی کارایی روش LFA برای ارزیابی پایداری و میزان ماده آلی خاک در برخی از مکان‌های مرتعی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱/۱۵ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر حسین بشری
۲- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر مهدی بصیری
۳- استاد مشاور	دکتر محمد رضا مصدقی
۳- استاد داور	دکتر رضا جعفری
۴- استاد داور	دکتر مصطفی ترکش
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر نوراله میرغفاری

حمد بی حد خدای را زیبد، حمدی که حدش بی نهایت، حسابش بی شمار، مقدارش نامتناهی و زمانش نامنقطع باشد.

(صحیفه سجادیه، باب اول)

و اما از آن جا که من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق بر خود لازم می دانم از اساتید راهنمای گرامی جناب آقایان دکتر حسین بشری و دکتر مهدی بصیری و جناب آقای دکتر محمد رضا مصدقی (مشاور) که با راهنمایی های ارزنده شان راه کسب علم و دانش را بر من هموار ساختند، کمال تشکر و قدر دانی را بنمایم.

هم چنین از آقایان دکتر مصطفی ترکش و دکتر رضا جعفری که زحمت باز خوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، صمیمانه تشکر می کنم.

از جناب آقای دکتر حمید رضا کریم زاده که زحمت پی گیری ساخت دستگاه MWD را بر عهده داشتند و دکتر نورالله میرغفاری مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده و آقای مهندس کوشیار مختاری مسئول آزمایشگاه آب و خاک و کلیه کسانی که به نوعی بنده حقیر را در اجرای پایان نامه یاری رساندند، سپاسگزارم و توفیق روز افزون همه این گرامیان را از خداوند منان خواستارم.

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به پدر که در راه ارتقاء اندیشه‌ام زحمات فراوانی متحمل شد

و مادر که در سایه مهرش تلاشم معنا گرفت

و تقدیم به همه کسانی که در این راه حامی و پشتیبانم بودند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست اشکال ..... یازده
فهرست جداول ..... سیزده
چکیده ۱
فصل اول: مقدمه ۶
فصل دوم: مروری بر منابع ۶
۲-۱ پایداری خاک ۷
۲-۱-۱ تعاریف ۷
۲-۱-۲ اهمیت بررسی ساختمان و پایداری خاک ۷
۲-۱-۳ تشکیل ساختمان خاک ۸
۲-۱-۴ عوامل مؤثر در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها ۸
۲-۱-۵ ترکیبات خاک و خاکدانه‌سازی ۸
۲-۱-۶ روش‌ها و شاخص‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک ۹
۲-۱-۷ پایداری ساختمان، فرسایش و کاربری زمین ۱۰
۲-۲ چرخه عناصر غذایی ۱۲
۲-۲-۱ تعریف ۱۲
۲-۲-۲ چرخه کربن در خاک ۱۲
۲-۲-۳ الگوی توزیع عناصر تغذیه‌ای در خاک ۱۵
۲-۳ روش LFA ۱۷
۲-۳-۱ چارچوب مفهومی روش LFA ۱۷
۲-۳-۲ کاربرد روش LFA در ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی ۱۹
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۳
۳-۱ معرفی مناطق مورد مطالعه ۲۳
۳-۱-۱ منطقه بردآسیاب ۲۳
۳-۱-۲ منطقه آقاگل ۲۵
۳-۱-۳ منطقه سه ۲۷
۳-۱-۴ منطقه موته ۲۷
۳-۲ گردآوری داده‌های میدانی ۳۰
۳-۲-۱ انتخاب مناطق مورد مطالعه ۳۰
۳-۲-۲ استقرار ترانسکت ۳۳
۳-۲-۳ توصیف ساختار چشم‌انداز ۳۳
۳-۲-۴ ارزیابی سطح خاک ۳۳

۳-۲-۵ نمونه‌برداری خاک ۴۰
۳-۳ آزمون‌های آزمایشگاهی ۴۱
۳-۳-۱ آماده‌سازی نمونه‌های خاک ۴۱
۳-۳-۲ بافت خاک ۴۱
۳-۳-۳ ماده آلی خاک ۴۱
۳-۳-۴ اسیدیته خاک ۴۱
۳-۳-۵ رسانایی الکتریکی خاک ۴۱
۳-۳-۶ کربنات کلسیم معادل خاک ۴۱
۳-۳-۷ کلسیم و منیزیم محلول خاک ۴۲
۳-۳-۸ سدیم محلول خاک ۴۲
۳-۳-۹ پایداری خاکدانه‌های خاک ۴۲
۳-۳-۹ الف میانگین وزنی قطر (MWD)خاکدانه‌ها ۴۳
۳-۳-۹ ب میانگین هندسی قطر (GMD)خاکدانه‌ها ۴۳
۳-۴ ورود داده‌ها در نرم‌افزار LFA ۴۳
۳-۴-۱ ورود داده‌های ساختار چشم‌انداز ۴۴
۳-۴-۲ ورود داده‌های ارزیابی سطح خاک ۴۵
۳-۵ تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۷
فصل چهارم: نتایج و بحث ۴۸
۴-۱نتایج ساختار مکان‌های مورد بررسی ۴۸
۴-۱-۱منطقه بردآسیاب ۴۸
۴-۱-۲ منطقه آقاگل ۴۹
۴-۱-۳ منطقه سه ۵۰
۴-۱-۴ منطقه موته ۵۲
۴-۲ شاخص‌های عملکرد و تجزیه و تحلیل داده‌ها ۵۵
۴-۲-۱ شاخص‌های عملکرد در وضعیت‌های مختلف منطقه بردآسیاب ۵۵
۴-۲-۱ الف شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف ۵۵
۴-۲-۱ ب شاخص‌های عملکرد بین پوشش گیاهی و خاک لخت یک ترانسکت ۵۷
۴-۲-۱ ج شاخص‌های کلی عملکرد کمی ۵۸
۴-۲-۲ شاخص‌های عملکرد در وضعیت‌های مختلف منطقه آقاگل ۶۱
۴-۲-۲ الف شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف ۶۱
۴-۲-۲ ب شاخص‌های عملکرد بین پوشش گیاهی و خاک لخت یک ترانسکت ۶۳
۴-۲-۲ ج شاخص‌های کلی عملکرد ۶۴
۴-۲-۳ شاخص‌های عملکرد در وضعیت‌های مختلف منطقه سه ۶۶
۴-۲-۳ الف شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف ۶۶
۴-۲-۳ ب شاخص‌های عملکرد بین پوشش گیاهی و خاک لخت یک ترانسکت ۶۷
۴-۲-۳ ج شاخص‌های کلی عملکرد ۶۹
۴-۲-۴ شاخص‌های عملکرد در وضعیت‌های مختلف منطقه موته ۷۱
۴-۲-۴ الف شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف ۷۱

۴-۲-۴ ب شاخص‌های عملکرد بین پوشش گیاهی و خاک لخت یک ترانسکت ۷۲
۴-۲-۴ ج شاخص‌های کلی عملکرد ۷۳
۴-۲-۵ مقایسه شاخص‌های عملکرد در مناطق استپی و نیمه‌استپی ۷۵
۴-۲-۵ الف مقایسه شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی و خاک لخت ۷۵
۴-۲-۵ ب مقایسه شاخص‌های کلی عملکرد ۷۶
۴-۳ تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از بررسی ساختار و عملکرد مناطق مورد بررسی ۷۶
۴-۴ نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک ۸۱
۴-۴-۱ نتایج بافت، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، نسبت جذب سدیم، اسیدیته و رسانایی الکتریکی ۸۱
۴-۴-۲ رابطه بین ویژگی‌های مختلف خاک در مناطق مورد بررسی ۸۷
۴-۴-۳ مقایسه کربنات کلسیم معادل، اسیدیته و نسبت جذب سدیم در وضعیت‌های متفاوت مناطق مورد بررسی ۸۹
۴-۴-۴ تعیین زمان مناسب الک‌کردن برای ارزیابی پایداری ساختمان به روش الک تر ۹۰
۴-۴-۵ ارتباط بین پایداری ساختمان و ویژگی‌های خاک ۹۱
۴-۴-۶ مقایسه MWDو GMD ۹۳
۴-۵ تعیین رابطه بین شاخص‌های LFA و داده‌های آزمایشگاهی به منظور تأیید شاخص‌های ارزیابی سطح خاک ۹۵
۴-۵ -۱ رابطه بین شاخص پایداری LFA و MWD ۹۵
۴-۵-۲ رابطه بین شاخص چرخه عناصر غذایی LFA و کربن آلی خاک ۹۷
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۱۰۰
ضمائم ۱۰۴
منابع مورد استفاده ۱۱۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ چرخه کربن خاک ۱۴
شکل ۲-۲ چارچوب مفهومی روش LFA ۱۸
شکل ۳-۱ موقعیت مناطق مورد بررسی در استان اصفهان ۲۴
شکل ۳-۲ وضعیت توپوگرافی چشم‌انداز برای پایش منطقه ۲۹
شکل ۳-۳ نمایی از منطقه بردآسیاب ۳۱
شکل ۳-۴ نمایی از منطقه آقاگل ۳۱
شکل ۳-۵ نمایی از منطقه سه ۳۲
شکل ۳-۶ نمایی از منطقه موته ۳۲
شکل ۳-۷ ساختار چشم‌انداز ۳۴
شکل ۳-۸ اندازه‌گیری طول و عرض لکه گیاهی ۳۴
شکل ۳-۹ آزمون پایداری در برابر وارفتگی ۳۹
شکل ۳-۱۰ واردکردن مناطق و لکه‌های شناسایی‌شده مشابه از لحاظ عملکرد در نرم‌افزار LFA ۴۴
شکل ۳-۱۱ ورود داده‌های ساختار چشم‌انداز در نرم‌افزار LFA ۴۴
شکل ۳-۱۲ ورود داده‌های ارزیابی سطح خاک در نرم‌افزار LFA ۴۵
شکل ۳-۱۳ نتایجی از ورود داده‌های ساختار و ارزیابی سطح خاک در نرم‌افزار LFA ۴۶
شکل ۳-۱۴ نمایش نتایج شاخص‌های عملکرد در نرم‌افزار LFA به صورت نمودار ۴۶
شکل ۴-۱ درصد خاک لخت و پوشش گیاهی در وضعیت‌های مختلف منطقه بردآسیاب ۴۹
شکل ۴-۲ درصد خاک لخت و پوشش گیاهی در وضعیت‌های مختلف منطقه آقاگل ۵۰
شکل ۴-۳ درصد خاک لخت و پوشش گیاهی در وضعیت‌های مختلف منطقه سه ۵۱
شکل ۴-۴ درصد خاک لخت و پوشش گیاهی در وضعیت‌های مختلف منطقه موته ۵۲
شکل ۴-۵ درصد شاخص سطح لکه در مناطق نیمه‌استپی و استپی ۵۴
شکل ۴-۶ شاخص نظام‌یافتگی چشم‌انداز در مناطق نیمه‌استپی و استپی ۵۴
شکل ۴-۷ شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف در منطقه بردآسیاب ۵۶
شکل ۴-۸ شاخص‌های عملکرد لکه‌های خاک لخت و پوشش گیاهی در ترانسکت‌های مختلف بردآسیاب ۵۷
شکل ۴-۹ شاخص‌های کلی عملکرد ترانسکت‌های مختلف در منطقه بردآسیاب ۶۰
شکل ۴-۱۰ درصد شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی منطقه آقاگل ۶۲
شکل ۴-۱۱ شاخص‌های عملکرد لکه‌های خاک لخت و پوشش گیاهی در یک ترانسکت منطقه آقاگل ۶۳
شکل ۴-۱۲ درصد شاخص‌های کلی عملکرد در منطقه آقاگل ۶۵
شکل ۴-۱۳ درصد شاخص‌های عملکرد لکه‌های پوشش گیاهی در ترانسکت‌های مختلف در منطقه سه ۶۷
شکل ۴-۱۴ شاخص‌های عملکرد لکه‌های خاک لخت و پوشش گیاهی در یک ترانسکت منطقه سه ۶۸

شکل ۴-۱۵ درصد شاخص‌های کلی عملکرد منطقه سه ۷۰
شکل ۴-۱۶ درصد شاخص‌های عملکرد لکه‌های پوشش گیاهی در منطقه موته ۷۱
شکل ۴-۱۷ شاخص‌های عملکرد لکه‌های پوشش گیاهی و خاک لخت در یک ترانسکت منطقه موته..... ۷۲
شکل ۴-۱۸ درصد شاخص‌های کلی عملکرد در منطقه موته ۷۴
شکل ۴-۱۹ اثر زمان تکان‌دادن الک‌ها در آب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ۹۱
شکل ۴-۲۰ توزیع تجمعی خاکدانه‌ها در مقیاس معمولی برای برخی از خاک‌های مورد بررسی..... ۹۴
شکل ۴-۲۱ توزیع تجمعی خاکدانه‌ها در مقیاس نیمه‌لگاریتمی برای برخی از خاک‌های مورد بررسی..... ۹۶
شکل ۴-۲۲ رابطه رگرسیونی بین شاخص پایداری LFA و MWD در مناطق مورد بررسی ۹۷
شکل ۴-۲۳ رابطه رگرسیونی بین شاخص پایداری LFA و GMD در مناطق مورد بررسی ۹۷
شکل ۴-۲۴ رابطه رگرسیونی بین شاخص پایداری LFA با MWD و GMD در منطقه سه پس از حذف داده های مکان پخش سیلاب..... ۹۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ گونه‌های همراه منطقه بردآسیاب ۲۵
جدول ۳-۲ گونه‌های همراه منطقه آقاگل ۲۶
جدول ۳-۳ گونه‌های همراه منطقه سه ۲۷
جدول ۳-۴ گونه‌های همراه منطقه موته ۲۸
جدول ۳-۵ اطلاعات کلی از مناطق مورد مطالعه ۲۹
جدول ۳-۶ حفاظت در برابر پاشمان ۳۳
جدول ۳-۷ پوشش یقه‌ای گیاهان چند ساله ۳۵
جدول ۳-۸درصد پوشش لاشبرگ ۳۵
جدول ۳-۹ درجه پوسیدگی لاشبرگ ۳۶
جدول ۳-۱۰ درصد پوشش نهان‌زادان آوندی ۳۶
جدول ۳-۱۱ میزان شکستگی سله ۳۷
جدول ۳-۱۲ نوع و شدت فرسایش خاک ۳۷
جدول ۳-۱۳ درصد مواد رسوبی ۳۸
جدول ۳-۱۴ ناهمواری سطح خاک ۳۸
جدول ۳-۱۵ مقاومت به تخریب ۳۹
جدول ۳-۱۶ وارفتگی در برابر رطوبت ۳۹
جدول ۳-۱۷ گروه‌بندی بافت خاک ۴۰
جدول ۳-۱۸ فاکتورهای یازده‌گانه ارزیابی خاک سطحی و هدف از آن ۴۰
جدول ۳-۱۹ ارتباط فاک‌تورهای یازده‌گانه ارزیابی خاک سطحی با شاخص‌های عملکرد ۴۷
جدول۴-۱ داده‌های ساختار چشم‌انداز دروضعیت‌های مختلف منطقه بردآسیاب ۴۹
جدول ۴-۲ داده‌های ساختار چشم‌انداز در وضعیت‌های مختلف منطقه آقاگل ۵۰
جدول ۴-۳ داده‌های ساختار چشم‌انداز در وضعیت‌های مختلف منطقه سه ۵۱
جدول ۴-۴ داده‌های ساختار چشم‌انداز در وضعیت‌های مختلف منطقه موته ۵۲
جدول ۴-۵ شاخص‌های عملکرد منطقه بردآسیاب در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف ۵۶
جدول ۴-۶ شاخص‌های کلی عملکرد در منطقه بردآسیاب ۵۹
جدول ۴-۷ شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی منطقه آقاگل ۶۲
جدول ۴-۸ مقایسه شاخص‌های کلی عملکرد در منطقه آقاگل ۶۴
جدول ۴- شاخص‌های عملکرد در پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف منطقه سه ۶۶
جدول ۴-۱۰ شاخص‌های کلی عملکرد در منطقه سه ۶۹
جدول ۴-۱۱ شاخص‌های عملکرد در لکه‌های پوشش گیاهی ترانسکت‌های مختلف موته ۷۱
جدول ۴-۱۲ شاخص‌های کلی عملکرد در وضعیت‌های مختلف منطقه موته ۷۳

جدول ۴-۱۳ مقایسه شاخص‌های عملکرد دو منطقه استپی و نیمه‌استپی در لکه‌های پوشش و خاک لخت ۷۶
جدول ۴-۱۴ مقایسه شاخص‌های کلی عملکرد در دو منطقه نیمه‌استپی و استپی ۷۶
جدول ۴-۱۵ ویژگی‌های خاک‌های منطقه بردآسیاب ۸۳
جدول ۴-۱۶ ویژگی‌های خاک‌های منطقه آقاگل ۸۴
جدول ۴-۱۷ ویژگی‌های خاک‌های منطقه سه ۸۵
جدول ۴-۱۸ ویژگی‌های خاک‌های منطقه موته ۸۶
جدول ۴-۱۹ همبستگی بین ویژگی‌های مختلف خاک منطقه بردآسیاب ۸۷
جدول ۴-۲۰ همبستگی بین ویژگی‌های مختلف خاک منطقه آقاگل ۸۷
جدول ۴-۲۱ همبستگی بین ویژگی‌های مختلف خاک منطقه سه ۸۸
جدول ۴-۲۲ همبستگی بین ویژگی‌های مختلف خاک منطقه موته ۸۸
جدول ۴-۲۳ ویژگی‌های خاک در وضعیت‌های مختلف مناطق مورد بررسی ۸۹
جدول ۴-۲۴ میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های ۱۰ نمونه خاک انتخابی برای تعیین زمان‌های الک‌کردن ۹۱
جدول ۴-۲۵ معادله رگرسیونی بین ویژگی‌های خاک و MWD ۹۲
جدول ۴-۲۶ روابط رگرسیونی بین شاخص پایداری LFA و MWD ۹۵
جدول ۴-۲۷ روابط رگرسیونی بین شاخص چرخه عناصر غذایی LFA و کربن آلی خاک ۹۸

چکیده

مناطق وسیعی از اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک جهان تخریب شده‌اند که احیای این اکوسیستم‌ها به دلیل شکنندگی، وسعت زیاد و هزینه آن‌ها از موضوعات چالش برانگیز می‌باشد. تغییرات پوشش گیاهی ممکن است، منجر به تغییرات پایدار در شرایط خاک گردد، به‌طوری‌که اکوسیستم توانایی بازگشت به وضعیت اولیه‌اش را نداشته باشد و منجر به بیابان‌زایی شود. ارزیابی ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها می‌تواند به فهم بهتر وصحیح‌تری از اکوسیستم‌های مرتعی منجر شود که این نیز به نوبه خود در مدیریت این اکوسیستم‌ها نقش تعیین کننده‌ای دارد. روش آنالیز عملکرد چشم‌انداز (LFA) روش کمّی است که در استرالیا ابداع شده و به طور گسترده در مناطق مختلف جهت ارزیابی عملکرد اکوسیستم‌ها به‌کار برده می‌شود. در این روش فاکتورهای یازده‌گانه، در لکه‌های پوشش گیاهی و فضای بین لکه‌ها (خاک لخت) در امتداد ترانسکت ۳۰ متری، برای به دست آوردن سه شاخص پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی ارزیابی می‌شود. هدف اصلی این تحقیق آزمون واسنجی روش LFA با شرایط اکولوژیکی مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران بود. هم‌چنین شاخص‌های LFA در مکان‌های قرق شده و قرق نشده مقایسه گردید. چهار مکان در مناطق آب و هوایی متفاوت در استان اصفهان انتخاب گردید که ۷ مکان در مناطق نیمه‌خشک بردآسیاب و آقاگل و ۷ مکان در مناطق خشک سه و موته واقع شده بود. شاخص‌های LFA در مکان‌های مورد بررسی به روش میدانی اندازه‌گیری گردید و برخی از ویژگی‌های نمونه‌های خاک سطحی در زیر لکه‌های پوشش گیاهی و در منطقه خاک لخت از جمله میانگین وزنی قطر (MWD)، درصد کربن آلی (OC%)، کربنات کلسیم معادل، نسبت جذب سدیم (SAR) و رسانایی الکتریکی (EC) در آزمایشگاه تعیین گردید. آنالیز همبستگی بین دو شاخص LFA (پایداری و چرخه عناصر غذایی) و میانگین وزنی قطر و درصد ماده آلی خاک انجام شد. هم‌چنین شاخص‌های LFA در مناطق قرق شده و قرق نشده توسط آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین LSD مقایسه گردید. همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری مستقیم (نتایج به‌دست آمده MWD و با داده‌های اندازه‌گیری‌های غیر مستقیم (پایداری و چرخه عناصر غذایی حاصل از LFA) در همه مناطق بجز سه معنی‌دار بود. بر طبق نتایج این مطالعه، شاخص‌های عملکرد در زیر لکه‌های پوشش گیاهی نسبت به خاک لخت بیشتر بودند. هم‌چنین شاخص‌های LFA در لکه‌های پوشش گیاهی و در کل (لکه‌های پوشش و خاک لخت با توجه به سطح و تعداد آن‌ها) در برخی از مکان‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. شاخص‌های عملکرد به علت شدت چرا در مناطق بردآسیاب و آقا گل کاهش یافته بودند. شاخص پایداری در منطقه قرق سه نسبت به خارج قرق به طور معنی‌داری($P<0.05$) کمتر و شاخص نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی بیش‌تری داشت، دلیل کمتر بودن شاخص پایداری تجمع رسوبات به خصوص در زیر لکه‌های پوشش گیاهی در این مکان بود. هم‌چنین با مقایسه شاخص‌ها در مناطق نیمه‌خشک و خشک، تفاوت معنی‌داری($P<0.05$) بین شاخص‌های LFA در لکه‌های پوشش گیاهی وجود داشت، در حالی‌که در مقایسه خاک لخت این مناطق تنها شاخص چرخه عناصر غذایی تفاوت معنی‌داری ($P<0.05$) را نشان داد. بارش بیش‌تر در مراتع نیمه‌خشک نسبت به مناطق خشک سبب تراکم بیشتر پوشش گیاهی و افزایش شاخص‌های عملکرد این مناطق گردیده است. یافته‌های این مطالعه نشان داد که روش LFA می‌تواند در مراتع ایران به عنوان روشی ساده و ارزان برای مطالعه عملکرد اکوسیستم‌ها به‌کار رود، که به پیش‌گویی و پیش‌گیری از تغییرات نامطلوب کمک می‌کند. بنابراین نتایج این روش می‌تواند اطلاعات مفیدی از روند تغییرات مراتع را ارئه کرده و در فرآیند تصمیم گیری به کار گرفته شود. البته اجرای روش LFA به کارشناسان با تجربه نیاز دارد، در غیر این صورت نتایج می‌تواندگمراه کننده باشد.

کلمات کلیدی: پایداری خاک، ماده آلی، شاخص‌های عملکرد، مرتع، اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک

فصل اول
مقدمه

مناطق وسیعی از اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک جهان تخریب شده‌اند که بازسازی و مدیریت این عرصه‌ها به دلیل وسعت زیاد آن‌ها، محدودیت بودجه، شکنندگی و قابلیت ارتجاع کم این مناطق از چالش‌های اساسی دانشمندان منابع طبیعی می‌باشد [۹۱]. حدود ۴۰٪ از خشکی‌های زمین [۱۰۹] و بیش از ۹۰٪ کشور ایران [۳۳] جزء اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردند. اکوسیستم این مناطق شکننده و بی‌ثبات بوده و تغییر در پوشش گیاهی ممکن است، منجر به تغییری مداوم در شرایط خاک این مناطق گردد، به‌طوری‌که برای سالیان متمادی توانایی بازگشت به وضعیت اولیه‌اش را نداشته باشد [۳۳] و منجر به بیابان‌زایی (کاهش پتانسیل تولیدی اکوسیستم) شود. خاک از مهم‌ترین فاکتورهای اساسی تشکیل‌دهنده اکوسیستم‌های مرتعی است و تخریب آن چه از لحاظ کاهش تولید و چه از لحاظ هزینه‌های لازم جهت به‌سازی، باعث بروز خسارت‌های فراوان می‌شود [۱۵].

افزایش جمعیت و نیاز روز افزون بشر به منابع غذایی، تبدیل زمین‌های جنگلی و مرتعی به کشاورزی، عدم تعادل دام و مرتع و غیره تخریب خاک و بیابان‌زایی را روز به روز فزونی می‌بخشد. بهره‌برداری از منابع طبیعی و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل کمبود بارش، فرسایش زیاد و استفاده‌های غیراصولی از این منابع روش‌های مدیریتی خاصی را می‌طلبد. بنابراین ارزیابی سلامت و وضعیت اکوسیستم‌ها در طول زمان از اهمیت زیادی برخوردار است که نتایج آن می‌تواند برای ارزیابی و پایش بیابان‌زایی و تفسیر فعالیت‌های مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد.

عموماً بررسی تغییرات پوشش گیاهی شامل توجه به ترکیب و ساختار گونه‌های گیاهی با تأکید کم‌تر بر نقش عملکردی آن در چشم‌اندازها بوده است و غالباً نشان‌دهنده سرگذشت اکوسیستم بوده و قابلیت پیش‌بینی خوبی ندارند [۱۰۸]. ارزیابی سلامت چشم‌انداز به وسیله پایش شرایط مکانی و زمانی برای این است که مدیران عرصه‌های منابع طبیعی فهم خود را از چگونگی عملکرد (فرآیندهای اکولوژیکی) اکوسیستم افزایش داده و بتوانند به گونه‌ای

مناسب این عرصه‌ها را مدیریت و اصلاح نمایند [۸۴]. پیش‌نیاز تعیین سلامت اکوسیستم، ارزیابی ساختار و عملکرد منطقه و مقایسه آن با مکان مورد نظر مرجع می‌باشد. عوامل بوم‌شناختی در طول زمان بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها تأثیر دارند. ساختار اکوسیستم قسمتی مربوط به پوشش گیاهی و فرم‌های رویشی مختلف است که در آن مباحثی چون درصد تاج پوشش، تولید و تراکم مطرح می‌گردد، اما ارزیابی عملکرد اکوسیستم‌ها از آن جهت دارای اهمیت است که علاوه بر در نظر گرفتن چگونگی ساختار آن، موارد عملکردی و پایه‌ای (برای نمونه میزان نفوذپذیری، چرخه عناصر غذایی و پایداری) را نیز در نظر می‌گیرد. با ورود و گسترش بیش‌تر مفاهیم بوم‌شناختی در حوزه علوم مدیریت منابع طبیعی "ارزیابی ساختار اکوسیستم" جای خود را به "ارزیابی عملکرد اکوسیستم" داده است. به دلیل این‌که اندازه‌گیری عملکرد در عرصه، به علت پیچیدگی اکوسیستم‌های مرتعی دشوار است، برای اندازه‌گیری آن‌ها از شاخص‌های اکولوژیک (شاخص‌های کیفی پوشش گیاهی و خاک) استفاده می‌شود. اگرچه ممکن است روش‌های کمّی نسبت به روش‌های کیفی دارای دقت بیش‌تری باشند ولی چون روش‌های کیفی پیچیدگی‌ها و تغییرات زمانی و مکانی اکوسیستم‌ها را بهتر نشان می‌دهند احتمالاً از صحت بیش‌تری برخوردارند [۱۲]. این‌که تعیین عملکرد و شاخص‌های سلامت خاک در مراتع از نیازهای اساسی مدیریت است امری واضح است، اما لازم است که این بررسی به شکل مؤثری اندازه‌گیری شده و با هزینه کم بتواند در عرصه‌های وسیع به راحتی انجام گیرد [۶۷]. این روش‌ها بایستی بتوانند تغییرات نامطلوب را پیش‌بینی نموده و در اسرع وقت و به موقع هشدار دهند تا مدیران منابع طبیعی در اخذ تصمیم‌های مدیریتی بتوانند از آن بهره گیرند. شاخص‌های سلامت مرتع می‌توانند برای تخمین عملکرد یک مکان استفاده شده و معیاری از قابلیت ارتجاع مراتع را نشان دهد [۵۸]. اگرچه شاخص‌های بسیاری برای انعکاس عملکرد خاک وجود دارد، اما تعداد کمی از این شاخص‌ها می‌توانند ظرفیت خاک را برای بررسی عملکرد تحت تغییرات منفی آینده پیش‌گویی کند [۷۰].

تاکنون روش‌های متعددی برای ارزیابی وضعیت (روش چهارفاکتوره، شش‌فاکتوره، فرکانس و...)، سلامت و عملکرد [۹۷, ۱۰۰] اکوسیستم‌های مرتعی و بیابانی ابداع شده است. در سال‌های اخیر استفاده از شاخص‌های عملکرد اکوسیستم به منظور ارزیابی فرآیندهای بوم‌شناختی (چرخه آب، چرخه انرژی و چرخه عناصر غذایی) در حال تکامل و توسعه است و سلامت مرتع جایگاه ویژه‌ای را در ارزیابی مراتع به خود اختصاص داده است [۹۹]. یکی از این روش‌ها، روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز[1] (LFA) است [۱۰۶, ۱۰۸] که یک شیوه ساده ارزیابی عملکرد اکوسیستم طبیعی بوده و به طور بسیار گسترده در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است [۱, ۶۰, ۷۳, ۹۰, ۹۶] و می‌تواند در ارزیابی عملکرد مراتع نیز به‌کار رود. بررسی عملکرد چشم‌انداز این امکان را به کارشناس می‌دهد تا در مورد تغییرات حاصل از فعالیت‌های مدیریتی و تغییرات اکولوژیکی مرتع قضاوت کند. در صورتی‌که عملیات پایش بتواند به صورت روندی از سری‌های زمانی تغییرات اکوسیستم را نشان دهد، نتایج روش LFA دارای توان پیش‌بینی خواهند بود [۱۰۸].

از مزایای این روش می‌توان در نظر گرفتن شاخص‌های نفوذپذیری، پایداری و چرخه عناصر غذایی با توجه به ویژگی‌های خاک رویین و فاکتورهای ارزیابی (فاکتورهای یازده‌گانه)، هم‌پوشانی آن‌ها در شاخص‌های مذکور،

[1] Landscape function analysis

کاربرد در دامنه وسیعی از چشم‌اندازها، قابلیت استفاده توسط کاربران مختلف با سرعت زیاد و هزینه کم در مقایسه با روش‌های مستقیم اندازه‌گیری این شاخص‌ها اشاره کرد.

نظر به این‌که شیوه‌های متعدد تعیین وضعیت و عملکرد مراتع اغلب دارای نواقصی می‌باشند و تاکنون شیوه‌ای منطبق با نیازهای اکولوژیک کشور در زمینه ارزیابی و پایش عملکرد اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک معرفی نشده است، بدیهی است دستیابی به یک شیوه کارا و مؤثر در مرحله نخست نیازمند توسعه و تکوین مفاهیم بومی است زیرا روش‌های غیربومی ممکن است در شرایط اکولوژیکی و محیطی خاصی تنظیم شده باشند که بایستی با احتیاط و چون و چرا همراه گردند. این شیوه‌ها در عرصه‌های وسیع باید مورد آزمون قرار گرفته و داده‌ها و اطلاعات حاصل از آن در مناطق مختلف کشور مورد ارزیابی و واسنجی قرا گیرد [۱۲]

ضرورت انجام تحقیق

ضرورت و اهمیت تعیین شاخص‌های سلامت و عملکرد در عرصه‌های طبیعی برای ارزیابی عملکرد و جلوگیری از تخریب و تسهیل تصمیمات مدیریتی امری بدیهی است، اما اندازه‌گیری این شاخص‌ها وقت‌گیر، پرهزینه و خسته کننده می‌باشد و روشی نیاز است که بتواند تغییرات حاصل از فعالیت‌های مدیریتی را نشان داده و در عین حال ساده، و کم هزینه باشد. روش LFA، روشی است که با استفاده از فاکتورهای یازده‌گانه صحرایی، سه شاخص عملکرد (پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) را با هزینه و زمان کم در اختیار مدیران و کارشناسان قرار می‌دهد.

فرضیه تحقیق

فرض بر این است که نتایج روش تجزیه و تحلیل چشم‌انداز (LFA) می‌تواند به طور مناسبی میزان پایداری خاک و چگونگی چرخه عناصر غذایی را در مکان‌های مرتعی خشک و نیمه‌خشک برآورد نماید.

اهدف تحقیق

هدف کلی

اعتبارسنجی روش LFA با شرایط اکولوژیکی مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران

اهداف فرعی

۱- ارزیابی و مقایسه عملکرد اکوسیستم مراتع در شرایط قرق و خارج از آن با روش LFA.

۲- ارزیابی و مقایسه عملکرد اکوسیستم مراتع در وضعیت‌های مختلف مرتع با روش LFA.

۳- ارزیابی و مقایسه عملکرد اکوسیستم مراتع در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک با روش LFA.

فصل دوم
مروری بر منابع

لزوم استفاده از سیستم‌های پایش و ارزیابی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت به‌سزایی دارد. زیرا برگشت‌پذیری این اکوسیستم‌ها پس از گذر از یک‌سری آستانه‌ها، ساده نیست و حتی در برخی موارد غیرممکن است. ارزیابی، فرآیندی است که بر نمونه‌برداری آماری به شکل علمی از یک منطقه استوار بوده و برای این کار داده‌های کافی از وضعیت اکوسیستم در یک محدوده جغرافیایی نیاز می‌باشد [۳۷]. ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی برای فهم و پیش‌بینی روند تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی و یا عوامل تخریب طبیعی دارای اهمیت می‌باشد. ارزیابی این اکوسیستم‌ها، کارشناسان، مدیران و بهره‌برداران را از روند تغییرات آگاه کرده و آنها را در یافتن روش-های درست مدیریتی یاری می‌نماید. با پیدایش فرسایش خاک، ظهور سیل‌های مخرب، وجود طوفان‌های گرد و غبار، مسائل زیست محیطی و حیات وحش اهمیت روش‌های ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی بیش‌تر نمایان می‌گردد. بیش‌تر مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا در معرض بیابانی‌شدن قرار دارند، احیای این مناطق نیازمند شناخت دقیق از وضعیت فعلی و تعیین مکان‌هایی است که با کم‌ترین هزینه، بتوان مؤثرترین و پایدارترین اقدامات اصلاحی را برای کارکرد آن اکوسیستم فراهم کرد [٤٣].

ارزیابی اکوسیستم‌های طبیعی از دو راه ارزیابی ساختار[1] و عملکرد[2] انجام می‌گیرد، که بدون آن، ارائه روش-های درست مدیریتی و بهره‌برداری از این اکوسیستم‌ها میسر نمی‌باشد. برای ارزیابی ساختار مواردی مانند پراکنش مکانی گونه‌ها، تیپ ظاهری آن‌ها (اندازه، شکل و...)، تنوع زیستی بررسی می‌شوند در حالی‌که برای بررسی چگونگی عملکرد به بررسی مواردی مانند چرخه عناصر غذایی، تجزیه مواد، جریان آب، انرژی و پایداری خاک پرداخته می‌شود.

[1] Structural
[2] Functional