

ایجاد یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای ارزیابی و مدیریت مراتع (مطالعه موردی: مراتع نیمه‌استپی فریدن - اصفهان)

- ❖ نیما شاکری بروجنی*؛ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
- ❖ حسین بشری؛ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
- ❖ مصطفی ترکش اصفهانی؛ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف ایجاد و کاربرد یک مدل پشتیبان تصمیم‌گیری برای کمک به مرتع‌داران برای تعیین وضعیت مرتع و گرفتن تصمیم‌های آگاهانه در مراتع شهرستان فریدن انجام شد. در این مطالعه فراوانی گونه‌های گیاهی در ۳۱ مکان مطالعاتی در سه شدت چرای مختلف با استفاده از روش قدم نقطه و برداشت ۴۰۰ نقطه در هر مکان در طول ۴ ترانسکت متعامد اندازه‌گیری و با استفاده از آنالیز گرادیان چرای، گونه‌های معرف شدت چرای شناسایی شدند. سپس وضعیت مرتع بر اساس فراوانی گونه‌های شاخص در طول گرادیان چرای با استفاده از سیستم تفسیر داده‌ها و منابع محیطی (REDIS) تعریف شد. بر اساس اطلاعات موجود برای هر طبقه وضعیت مرتع، راهکارهای مناسب مدیریتی و اطلاعات اکولوژیکی ارائه شد. کاربر با وارد کردن فراوانی گونه‌های شاخص در این سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری می‌تواند وضعیت مرتع و اطلاعات اکولوژیکی و راهکارهای مدیریتی هر وضعیت را دریافت کند. بر اساس نتایج این تحقیق، فراوانی شش گونه گیاهی در منطقه مورد مطالعه به‌عنوان گونه‌های معرف در مدل REDIS، تعیین‌کننده طبقه وضعیت مراتع منطقه مورد مطالعه می‌باشد. برای صحت‌سنجی این سیستم، فراوانی گونه‌های معرف در ۱۲ مکان مرتعی مجزا به مدل وارد شد و وضعیت تعیین شده با نتایج روش چهار فاکتوری مقایسه شد که نتایج مؤید صحت ۹۱ درصدی مدل طراحی شده بود. این سیستم با قابلیت حفظ کردن وضعیت مرتع در حافظه خود، امکان پایش و در نتیجه بررسی تغییرات گرایش مرتع توسط مدیران را به شکل ساده‌ای فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، گونه معرف، گرادیان چرا، سیستم تفسیر داده‌ها و منابع محیطی

۱. مقدمه

مراتع از منابع مهم تجدیدشونده هر کشوری هستند و نقش اساسی در تأمین علوفه دام‌ها و پروتئین کشور دارند. برای مدیریت این منابع حیاتی، استفاده از روش‌ها و ابزارهای ارزیابی مناسب برای بررسی تغییرات وضعیت و سلامت آنها لازم و ضروریست. در این میان مدیران مرتع ناچار به تصمیم‌گیری در مورد نحوه مدیریت خود می‌باشند و باید بدانند که چه راهکاری را با توجه به وضعیت مرتع استفاده کنند. واژه وضعیت مرتع برای توصیف وضعیت پوشش گیاهی در رابطه با توان بلندمدت آن استفاده می‌شود [۱۷، ۲۰]. بیشتر روش‌های تعیین وضعیت مرتع مانند روش چهار فاکتوره، روش آفریقای، شش فاکتوری و غیره از شاخصه‌هایی مانند تولید، بنیه و شادابی گیاهی، وضعیت خاک، ترکیب گیاهی و غیره استفاده می‌کنند که اغلب آنها، کیفی هستند و نحوه اندازه‌گیری و امتیازدهی به آنها در روش‌های تعیین وضعیت مرتع از فردی به فرد دیگر می‌تواند متفاوت باشد. همچنین اندازه‌گیری اغلب این فاکتورها پرهزینه و وقت‌گیر است. استفاده از روش‌های کمی برای ارزیابی وضعیت مراتع که سلیقه افراد و برآورد افراد مختلف در آن تأثیری نداشته باشد، بسیار حائز اهمیت است [۲۴]. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری می‌توانند در این زمینه نقش مؤثری را ایفا و به مدیران مرتع کمک کنند تا هم وضعیت مرتع را تعیین و هم بر طبق آن روش مدیریتی مناسب را بیابند. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)^۱ یک رویکرد تلفیقی برای کمک به افراد برای گرفتن تصمیم‌های بهتر می‌باشند. این سیستم‌ها برای حل مسائل نیمه‌ساختار یافته است که با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای و غیره راه‌حل‌های مناسبی را به افراد ارائه می‌کنند. این سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری ممکن است توسط گروه‌ها و یا افراد ذینفع در بسیاری از موارد از جمله در مدیریت اکوسیستم‌های چرایبی مورد استفاده قرار گیرند. از جمله سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری معروف در زمینه مدیریت اکوسیستم‌های

مرتعی می‌توان به [۱۶] Range pack، [۸] Beefman، [۱۴] Stockpol و [۴] ISPD اشاره کرد. سیستم تفسیر داده‌ها و منابع محیطی (REDIS)^۲ یکی دیگر از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری است که در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله نیوزلند، استرالیا، آفریقای جنوبی، ترکیه و غیره استفاده شده است. ورودی این سیستم، اطلاعات پوشش گیاهی مناطق دارای شرایط نسبتاً همگن است که در آن فاکتورهای مختلف نظیر میزان بارندگی، درجه حرارت، فاکتورهای اداپتیکی و غیره نسبتاً یکسان هستند. این سیستم به وسیله نتایج حاصل از انجام تحلیل چند متغیره بر روی داده‌های جمع‌آوری شده از مطالعات میدانی ساخته می‌شود و در مرحله بعدی می‌تواند برای کمک به مرتع‌داران و مدیران مرتع برای ارزیابی وضعیت مرتع و گرفتن تصمیم‌های بهتر مورد استفاده قرار گیرد. از جمله ویژگی‌های این سیستم، بهبود تدریجی آن طی زمان است. به این معنی که محتویات مدل می‌تواند در طول زمان کامل‌تر و بهبود یابد.

در مطالعه‌ای در سال ۱۹۹۱ در مراتع آفریقای جنوبی، ترکیب گونه‌ای و پوشش یقه در ۸۴ پلات که به لحاظ شرایط اکولوژیکی دارای وضعیت یکسان بودند و اختلافات ترکیب گیاهی در آنها به علت اختلاف فشار چرا بود جمع‌آوری شد. پس از اطمینان از نشان دادن گرادیان چرایبی توسط محور اول رج‌بندی تحلیل مؤلفه‌های اصلی، این گرادیان به صورت توصیفی به پنج طبقه شدت مختلف چرایبی تقسیم شد و تغییرات فراوانی گونه‌های گیاهی با استفاده از تحلیل رگرسیونی در این پنج طبقه مطالعه گردید و از نتایج آن برای دسته‌بندی گونه‌های گیاهی به سه گروه کم‌شونده، زیادشونده و مهاجم استفاده شد. سپس با استفاده از ترکیب نسبی این گروه‌ها و داده‌های مربوط به پوشش یقه گیاهان و ویژگی‌های مختلف خاک، یک مدل ارزیابی وضعیت همراه با تفسیر اکولوژیکی برای هر یک از این پنج

^۱ Decision Support System

^۲ Integrated System for Plant Dynamics

^۳ Resource & Environmental Data Interpretation System

ارائه روش کار استفاده شده است.

۲. روش‌شناسی

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

منطقه انتخاب‌شده برای انجام این مطالعه، جزو مناطق نیمه‌استپی استان اصفهان، شهرستان فریدن واقع در ۲۰۰ کیلومتری غرب این استان و ۲۰ کیلومتری شمال‌غرب شهر بوئین و میاندشت بین طول‌های جغرافیایی $42^{\circ} 54'$ تا $49^{\circ} 58' 50''$ و عرض‌های $33^{\circ} 4' 54''$ تا $33^{\circ} 12'$ واقع شده است (شکل ۱). مساحت این منطقه حدود ۳۲۱۷ هکتار و ارتفاع آن بین ۲۵۲۳ تا ۲۷۷۳ متر از سطح دریا متغیر است. میزان متوسط بارش سالانه این منطقه ۴۳۰ میلی‌متر است که عمدتاً به صورت برف می‌باشد. اقلیم این منطقه بر اساس روش طبقه‌بندی دو مارتن نیمه‌مرطوب، میانگین حداکثر و حداقل سالیانه دما در این منطقه به ترتیب $21/7$ و $6/3$ درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت سالیانه منطقه ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. تیپ گیاهی غالب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش فیزیونومیک- فلوریستیک^۵ *Agropyron trichophorum - Astragalus verus* می‌باشد.

۲.۲. مراحل ساخت سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری

در این مطالعه، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری ارزیابی و مدیریتی مرتع در دو مرحله ساخته شد. در مرحله اول فراوانی گونه‌های معرف در هر سطح چرایبی تعیین و در مرحله دوم یک مدل ارزیابی وضعیت مرتع با استفاده از فراوانی گونه‌های معرف ایجاد گردید و صحت‌سنجی شد (شکل ۲).

طبقه ارائه شد [۶]. طی مطالعه‌ای در سال ۱۹۹۶ در مراتع اناگوی مرکزی نیوزلند، ۶۹ مکان مطالعاتی بررسی و پوشش نسبی ۱۲۵ گونه گیاهی نمونه‌برداری گردید و با استفاده از تحلیل تطبیقی قوس گیر شده^۱، دو گروه مختلف از سایت‌های نمونه‌برداری شده تشخیص داده شد. سپس با انجام تحلیل مرکزی مؤلفه‌های اصلی^۲ بر روی هریک از گروه‌ها بعد از اطمینان ظاهر شدن گرادیان چرا توسط محور اول، نمودار پاسخ گونه‌های گیاهی بر روی این محور پلات و با انجام تحلیل‌های رگرسیونی گونه‌های معرف شناسایی شدند [۱۰]. در گراسلندهای واقع در مراتع نیمه‌خشک آفریقای جنوبی در سال ۲۰۰۵ داده‌های فرکانس از سه سایت با شدت‌های چرایبی مختلف جمع‌آوری و تغییر ترکیب گونه‌ای بررسی شد. سپس با انجام تحلیل‌های آماری گونه‌های معرف شدت‌های مختلف چرایبی شناسایی شدند و از این گونه‌ها برای ساخت مدل تعیین وضعیت استفاده شد [۲۳]. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۳ در مراتع استپی ترکیه، فراوانی ۱۸۵ گونه گیاهی در ۳۱ مکان مطالعاتی نمونه‌برداری شد. سپس با انجام تحلیل DCA گروه‌های همگن شناسایی و با استفاده از تحلیل مرکزی مؤلفه‌های اصلی تغییرات پوشش گیاهی در طول محور اول بررسی گردید و پس از اطمینان از ظاهر شدن گرادیان چرا در طول این محور، دو مقدار ضریب تبیین^۳ و شاخص پذیرش^۴ برای هر گونه بدست آمد. گونه‌هایی که دارای مقدار ضریب تبیین و شاخص پذیرش بالای $0/3$ بودند به‌عنوان گونه‌های معرف شدت‌های مختلف چرا انتخاب شدند [۲۱]. در رابطه با شناسایی گونه‌های معرف و استفاده از این گونه‌ها برای ساخت مدل ارزیابی وضعیت مرتع در ایران، تاکنون مطالعه چندانی انجام نشده است. هدف این مقاله ایجاد یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری ارزیابی وضعیت و مدیریت مرتع با استفاده از مدل REDIS می‌باشد که علاوه بر کاربرد آسان و سریع، بتواند به شکل کمی وضعیت و گرایش مراتع را بررسی کند. در این مقاله از یک مطالعه موردی در مراتع نیمه‌استپی شهرستان فریدن استان اصفهان برای

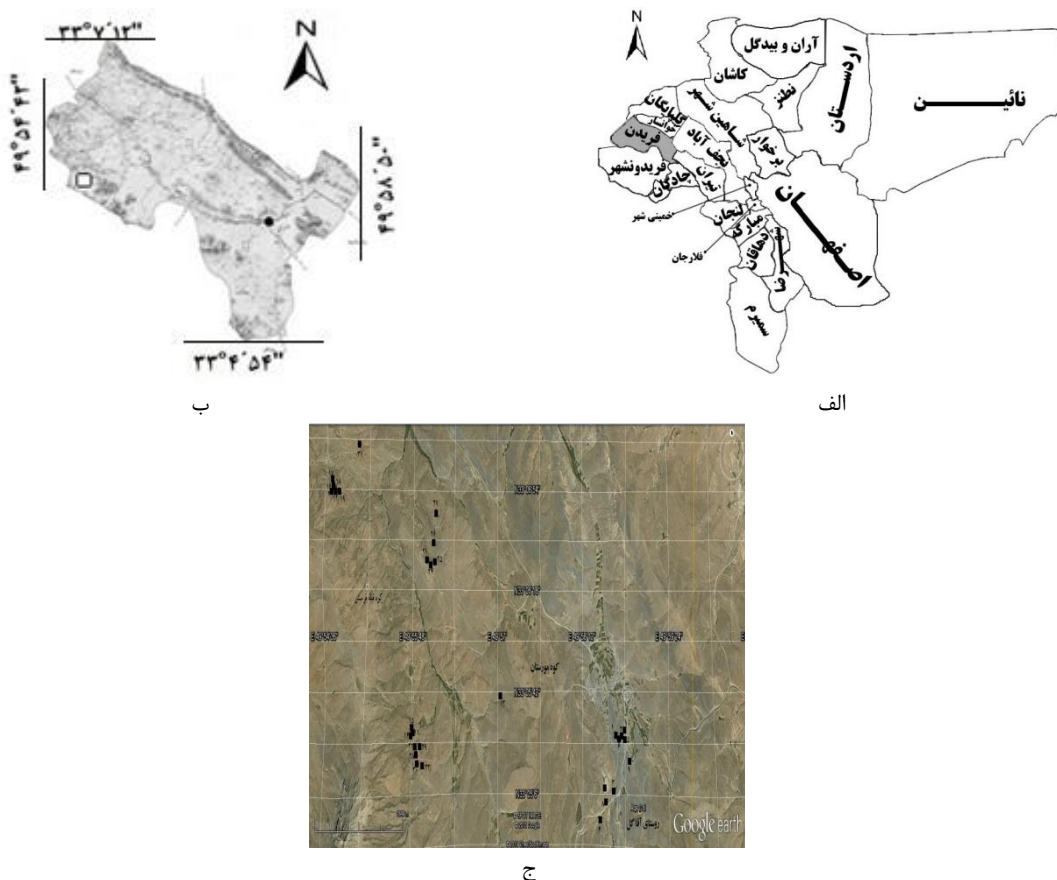
¹ Detrended Correspondence Analysis

² Centered Principal Component Analysis

³ Values of regression

⁴ Index of agreement

⁵ Physiognomic - Floristic



شکل ۱. (الف) موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان اصفهان، (ب) موقعیت جغرافیایی شهرستان فریدن و منطقه مورد مطالعه (مربع سفید رنگ)، (ج) تصویر ماهواره‌ای منطقه نمونه برداری شده به همراه محل سایت‌های نمونه برداری (نقاط سیاه رنگ) مقیاس: ۱/۳۷۰۰۰



شکل ۲. مراحل ساخت سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت مراتع

۳.۲. جمع‌آوری داده‌ها

- شناسایی مناطق با شدت‌های چرایبی مختلف

مدل‌سازی باید برای هر منطقه با شرایط نسبتاً همگن به طور مجزا انجام شود و به همین دلیل لازم است از همگن بودن نسبی شرایط اکولوژیکی منطقه اطمینان حاصل شود. بدین منظور نقشه‌های زمین‌شناسی، ارتفاع و شیب منطقه بررسی شده و واحدهای کاری انتخاب شدند تا نمونه‌برداری در یک واحد همگن انجام شود. همچنین مکان‌هایی که دارای سابقه آتش‌سوزی و کشت دیم بودند برای مطالعه انتخاب نشدند. برای انتخاب گرادیان چرایبی به دلیل اینکه در منطقه قطعات کنترل شده با شدت چرایبی مشخص وجود نداشت با توجه به فاصله از نقاط آبی، روستا و همچنین پرسش از مردم محلی راجع به سابقه چرا و همچنین استفاده از نسبت میزان دام موجود به دام مجاز، تعداد ۳۱ مکان مطالعاتی انتخاب شدند. این مکان‌ها دارای ۱۱ وضعیت خوب با شرایط چرایبی سبک (کد ۱) (میزان دام موجود به مجاز کمتر از ۰/۸)، ۱۰ وضعیت متوسط و شرایط چرایبی متوسط (کد ۲) (میزان دام موجود به مجاز بین ۰/۸ تا ۱/۲) و ۱۰ وضعیت ضعیف و شرایط چرایبی شدید مرتع (کد ۳) (میزان دام موجود به مجاز بیش از ۱/۲) در نظر گرفته شد.

- اندازه‌گیری فراوانی گونه‌های گیاهی در هر سطح

چرایبی

برای اندازه‌گیری فراوانی گونه‌ها از روش قدم نقطه در طول ترانسکت‌های ۳۰ متری که به صورت متعامد در هر مکان مطالعاتی قرار داده شده بود، استفاده گردید و در هر مکان مطالعاتی تعداد ۴۰۰ نقطه برداشت شد. همچنین در هر یک از مکان‌های مطالعاتی دو نمونه خاک از سطح خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متر و عمق بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر برداشت شد تا با تعیین فاکتورهای مختلف یعنی میزان چگالی خاک به روش کلوخه، آهک خاک به روش تیتراسیون اسید و باز، اسیدپتت خاک، هدایت الکتریکی خاک، رطوبت اشباع، اجزای شن خاک به روش

سری الک‌های خاک‌شناسی، بافت خاک به روش هیدرومتری، مواد آلی خاک به روش والکی‌بلاک و درصد سنگریزه خاک با استفاده از الک ۱۰ مش دو میلی‌متری، از همگن بودن شرایط ادافیکی اطمینان کسب شود. بدین ترتیب ۳۱ مکان مطالعاتی با سه شدت چرایبی انتخاب و نمونه‌برداری شد.

۴.۲. تحلیل داده‌ها و چگونگی مراحل ساخت مدل

ابتدا نرمال بودن داده‌های خاک بررسی شد تا نحوه تحلیل‌ها در ادامه مشخص شود. با استفاده از روش رجن‌بندی تحلیل مرکزی مؤلفه‌های اصلی (CPCA) به دلیل اینکه در صورت وجود یک گرادیان مشخص در مناطق نمونه‌برداری با مساحت به نسبت کوچک این روش کارایی بسیار مناسبی دارد، مکان‌های مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفتند [۹]. هنگامی که طول گرادیان مطالعه شده بیشتر از ۳ باشد، مدل‌های پاسخ نرمال مانند DCA و CCA ممکن است تعریف بهتری از گرادیان ارائه دهند ولی هنگامی که طول گرادیان مطالعه شده کمتر از ۳ باشد مدل‌های پاسخ خطی مانند PCA تعریف بهتری از گرادیان ارائه می‌کنند [۱۳]. هدف از این تحلیل، یافتن یک گرادیان مانند گرادیان چرا در طول محور اول بود. تأیید این گرادیان با بررسی میزان همبستگی مقدار شاخص‌های عینی در نظر گرفته شده برای هر شدت چرایبی و همچنین فاکتورهای محیطی مختلف مثل اسیدپتت، بافت خاک و غیره با محور اول رجن‌بندی توسط برنامه Canoco بررسی شد. برای اطمینان بیشتر با استفاده از نرم‌افزار Minitab بر روی فاکتورهای مختلف مثل ارتفاع، درصد شن، درصد سیلت، هدایت الکتریکی و غیره در شدت‌های مختلف چرایبی، تحلیل واریانس انجام گردید و با استفاده از آزمون توکی گروه‌بندی انجام شد تا از همگن بودن این فاکتورها در مکان‌های مطالعاتی بررسی شده، اطمینان کسب شود (جدول ۱). در واقع با انجام این تحلیل این اطمینان به وجود آمد که ترکیب‌های متفاوت گیاهی ناشی از

مرحله محل قرارگیری حد آستانه^۱ بر روی گرادبان چرایبی انتخاب شد. در یک طرف این حد آستانه، سایت‌هایی قرار دارند که تخریب نشده‌اند و در طرف دیگر آن سایت‌هایی واقع شده‌اند که کاملاً تخریب شده‌اند. در واقع محل این آستانه به صورت کیفی جایی در طول گرادبان انتخاب شد که گونه‌های کم‌شونده به مقدار قابل توجهی کاهش داشتند و مدیر مرتع با حذف چرا و در شرایط معمولی نمی‌تواند مرتع را به شرایط اولیه خود بازگرداند [۷] (شکل ۴).

در قسمت اطلاعات اکولوژیکی مربوط به ساخت این مدل، اطلاعات اکولوژیکی هر وضعیت شامل میزان چگالی، اسیدیته، جهت شیب و غیره نوشته شد. این توصیفات به‌عنوان مبنایی برای تفسیر اکولوژیکی ارزیابی وضعیت به‌کار می‌رود. در قسمت اطلاعات مدیریتی مربوط به ساخت سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، راهکارهای مدیریتی برای هر طبقه وضعیت نوشته شد. این راهکارها شامل راهبردهایی برای بهبود وضعیت ضعیف یا متوسط مرتع و همچنین راهبردهایی در رابطه با حفظ شرایط وضعیت خوب مرتع می‌باشد. این راهکارها توسط کارشناسان خبره و نتایج تحقیقات و مطالعاتی که در منطقه مورد مطالعه انجام شده بود گردآوری شد [۲].

۵.۲. ارزیابی مدل تعیین وضعیت مرتع با استفاده

از داده‌های زمینی

پس از تکمیل ساخت سیستم ارزیابی وضعیت مرتع، در ۱۲ مکان مطالعاتی وضعیت مرتع با استفاده از روش چهار فاکتوری (روش شاهد) ارزیابی و با نتایج حاصل از روش سیستم ارزیابی وضعیت مرتع مورد مقایسه قرار گرفت تا میزان صحت این روش ارزیابی گردد. در روش چهار فاکتوری فاکتورهای عامل خاک با تأکید بر وضع فرسایش خاک و بقایای گیاهی، عامل پوشش گیاهی (درصد پوشش تاجی)، عامل ترکیب گیاهی و عامل بنیه و

شدت‌های مختلف چرا می‌باشند و فاکتورهای مختلف نظیر بافت خاک، شوری و غیره در تفکیک مکان‌های مختلف تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. پس از شناسایی گرادبان چرا، تغییر در فراوانی گونه‌های گیاهی در طول این گرادبان به وسیله تحلیل‌های رگرسیونی بررسی شد [۳] و نتایج حاصل از آن برای توصیف تغییرات پوشش گیاهی در طول گرادبان، تشخیص گونه‌های معرف (جدول ۲) و تقسیم‌بندی آنها به گونه‌های کم‌شونده، زیادشونده و مهاجم استفاده شد. گرادبان چرایبی واقع بر روی محور اول تحلیل مرکزی مؤلفه‌های اصلی به صورت کیفی به سه دسته چرایبی (واحد مدیریتی) تقسیم‌بندی و فراوانی هریک از گونه‌های معرف نسبت به یکدیگر در آنها محاسبه شد، به‌طوری‌که مجموع فراوانی گونه‌های معرف در هر دسته برابر با ۱۰۰ شد. بنابراین برای هر گونه معرف سه فراوانی به‌دست آمد که این سه فراوانی با استفاده از تصاعد عددی (معادله شماره ۱) به ۱۱ مقدار تبدیل شدند.

$$a_n = a_1 + (n-1) * d \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله a_n جمله n ام، a_1 جمله اول، n شمارنده و d فاصله بین دو جمله متوالی می‌باشد.

بعد از اینکه برای هر گونه معرف ۱۱ فراوانی در طول گرادبان چرایبی به‌دست آمد، فراوانی گونه‌های معرف در طول گرادبان با استفاده از برنامه REDIS توزیع شدند. REDIS در حقیقت سیستمی است که با استفاده از آن وضعیت مرتع توسط فراوانی مجموعه‌ای از گیاهان معرف برآورد می‌شود و کاربر می‌تواند بعد از مشخص شدن وضعیت مرتع، از طریق همین سیستم اطلاعات اکولوژیکی و مدیریتی مرتبط با وضعیت تعیین شده را در آن قرار دهد. نحوه تفسیر در این سیستم به گونه‌ای است که به آسانی قابل‌درک و مفید می‌باشد. در این سیستم فرایند تفسیر، شامل چگونگی تغییرات پوشش گیاهی یک منطقه خاص در مواجهه با عملیات مدیریتی است. در این

¹ Threshold

همبستگی بالاتری با این محور برخوردار بودند و گرادیان ظاهر شده در طول محور اول یک گرادیان چرایی بود (جدول ۱).

این موضوع بدین معنی است که بیشتر مکان‌های مطالعاتی با شدت‌های چرایی مشابه در یک موقعیت از محور اول رج‌بندی قرار گرفته بودند. به‌عنوان مثال مکان مطالعاتی شماره ۲ و ۴ که فاصله کمی از روستاهای مجاور داشتند و به‌شدت چریده شده بودند در سمت راست گرادیان و مکان مطالعاتی شماره ۲۳ و ۲۴ که فاصله زیادی از منابع آبی داشت و خیلی کم مورد چرا قرار گرفته بود، در سمت چپ این گرادیان قرار گرفته‌اند (شکل ۳).

شادابی گیاهی ارزیابی و بر اساس امتیازاتی که به هر فاکتور داده می‌شود، وضعیت مرتع تعیین می‌گردد.

۳. نتایج

۱.۳. تحلیل گرادیان چرا با استفاده از روش

PCA

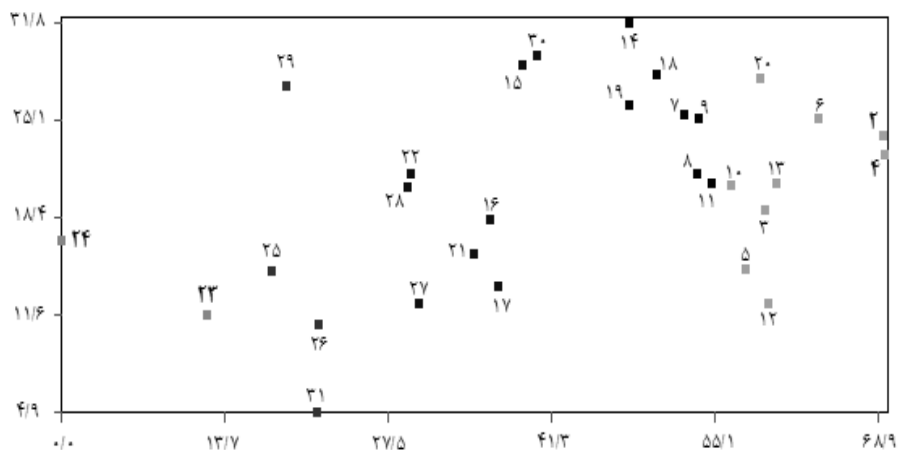
برای رج‌بندی مکان‌های مطالعاتی نمونه‌برداری شده از روش CPCA^۱ استفاده گردید و میزان همبستگی فاکتورهای محیطی مختلف مانند بافت خاک، اسیدیت، ارتفاع، جهت شیب و غیره و مقدارهای شاخص شدت‌های چرایی با محور اول رج‌بندی، بررسی شد، به‌طوری‌که مقادیر شاخص شدت چرایی نسبت به سایر فاکتورها از

جدول ۱. میزان همبستگی فاکتورهای محیطی و زیستی مختلف با محور اول رج‌بندی CPCA (طبق این جدول شاخص شدت چرا بیشترین همبستگی را با محور اول دارد که نشان می‌دهد گرادیان چرایی بخوبی بر روی این محور نمایان است)

فاکتورهای محیطی	میزان همبستگی با محور اول رج‌بندی	
	بیشتر از ۱۵ سانتی‌متر	۰-۱۵ سانتی‌متر
فاکتورهای آدافیکی		
بافت خاک	* -۰/۳۸	-۰/۲۷
آهک	-۰/۰۹	۰/۱۱
اسیدیت	* ۰/۴۳	۰/۳۴
رطوبت اشباع	-۰/۰۲	۰/۱۴
شوری	-۰/۱۱	-۰/۱۸
درصد سنگریزه	* ۰/۴۳	** ۰/۵۱
ماده آلی	** -۰/۵۷	** -۰/۵۲
شن	۰/۲	۰/۳۴
سیلت	-۰/۱	-۰/۱۸
رس	-۰/۱۷	* -۰/۴۱
فاکتورهای توپوگرافی		
ارتفاع		-۰/۲۶
جهت شیب		۰/۰۹
شاخص شدت چرا		** ۰/۸۷

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

¹ Central Principal Component Analysis



شکل ۳. پلات رج بندی CPCA (محور اول نشان دهنده گرادیان چرایی و محور دوم مقدار باقیمانده را نشان می دهد)

شد (جدول ۲). با انجام تحلیل واریانس مشخص گردید که تمامی فاکتورهای ادافیکی بجز ماده آلی، درصد سنگریزه عمقی خاک و چگالی خاک در بین سایت های مختلف، یکسان هستند (جدول ۲).

۲.۳. بررسی همگن بودن فاکتورهای ادافیکی^۱ و

توپوگرافی مکان های مطالعاتی

با استفاده از تحلیل واریانس همگن بودن فاکتورهای ادافیکی و توپوگرافی مکان های مطالعاتی مختلف بررسی

جدول ۲. بررسی همگن بودن فاکتورهای ادافیکی مکان های مطالعاتی بررسی شده با استفاده از تحلیل واریانس (چگالی خاک فقط در افق سطحی خاک مطالعه شد)

عمق خاک	۰-۱۵ سانتی متر			بیشتر از ۱۵ سانتی متر		
	ضعیف	متوسط	خوب	ضعیف	متوسط	خوب
وضعیت مرتع	۱۵/۸۸ ^a	۱۶/۳ ^a	۱۴/۳۹ ^a	۱۷/۴۸ ^a	۱۶/۴۳ ^a	۱۵/۸۸ ^a
آهک	۷/۶ ^a	۷/۴۲ ^a	۷/۶۵ ^a	۷/۳۳ ^a	۷/۳۲ ^a	۷/۶ ^a
اسیدپته	۰/۵۱ ^a	۰/۹۱ ^a	۰/۷ ^a	۰/۶ ^a	۰/۵۵ ^a	۰/۵۱ ^a
هدایت الکتریکی	۱۱/۶۲ ^a	۱۶/۳۶ ^a	۱۲/۱۸ ^a	۱۱/۹۶ ^a	۱۲/۷۲ ^a	۱۱/۶۲ ^a
رطوبت اشباع	۱/۱۶ ^{b*}	۱/۴۱ ^{ab}	۱/۲۴ ^{b*}	۱/۵۳ ^{a*}	۱/۴۴ ^{a*}	۱/۱۶ ^{b*}
ماده آلی	۴۶/۶۵ ^a	۴۸/۳۵ ^a	۳۵/۰۵ ^a	۵۱/۷ ^a	۴۷/۲۶ ^a	۴۶/۶۵ ^a
شن	۲۹/۱۳ ^a	۳۰/۶۷ ^a	۳۰/۲۸ ^a	۲۶/۸۲ ^a	۲۹/۵۳ ^a	۲۹/۱۳ ^a
سیلت	۲۳/۶ ^a	۲۰/۹۷ ^a	۱۹/۴۹ ^a	۲۱/۴۸ ^a	۲۳/۸۱ ^a	۲۳/۶ ^a
رس	۲۱/۱ ^{a*}	۶/۸۵ ^a	۲۱/۱۹ ^a	۸/۴۷ ^{ab}	۷/۱ ^{b*}	۲۱/۱ ^{a*}
درصد سنگریزه	-	۱/۲۳ ^{b*}	۱/۵۴ ^{c*}	-	-	-
چگالی خاک	-	-	-	-	-	-

*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

¹ Edaphic Factors

شدت متوسط توجیه می‌کند (شکل ۴). این گونه در این واحد به وسیله لکه‌های انبوه، شناسایی می‌گردد. دام‌های چرا کننده میل زیادی برای چرای این لکه‌ها دارند، در صورتی که دام از چرای گونه‌های دیگری که در این واحد قرار دارند عمدتاً پرهیز می‌کند. در این واحد فراوانی دو گونه دیگر به نام‌های *Hordeum bulbosum* و *Cousinia bachtiarica* افزایش می‌یابد. گونه *Hordeum bulbosum* جزو گونه‌های زیادشونده و گونه *Cousinia bachtiarica* جزو گونه‌های مهاجم می‌باشند (شکل ۴).

واحد مدیریتی سوم

این واحد به وسیله فراوانی بالای گونه غیرخوشخوراک *Astragalus verus* و گونه *Cousinia bachtiarica* شناخته می‌شود و سنگ و سنگریزه در این واحد بیشترین فراوانی را نسبت به واحدهای دیگر دارد (شکل ۴). با تخریب بیشتر، شرایط خاک بیش از حد نامساعد شده و کارایی بارش کاهش می‌یابد ولی گونه‌های ذکر شده با این وضعیت رطوبتی نامناسب سازگار هستند، بنابراین در این مکان‌های فرسایش یافته غالب می‌شوند. موقعیت واحد سوم بر روی گرادیان چرای نشان می‌دهد که پوشش گیاهی این واحد، مثالی از وضعیت تخریب شده شدید می‌باشد (شکل ۴).

- راهکارهای مدیریتی مربوط به هر گرادیان چرای

در قسمت مربوط به راهکارهای مدیریتی، راهکارهای مدیریتی هر وضعیت که توسط کارشناسان خبره تهیه شده بود [۲]، در قسمت مخصوص به اطلاعات مدیریتی نوشته شدند.

راهکارهای واحد مدیریتی ۱

پیشنهاد می‌گردد در مکان‌هایی که در حالت کلیماکس یعنی مناطقی با غالبیت گراس‌های خوش‌خوراک مثل *Agropyron trichophorum* قرار دارند، از سیستم چرای تناوبی استفاده گردد تا ضمن به حداقل رسیدن هدررفت علوفه به دلیل استفاده یکنواخت از تمام سطح قطعات و همچنین جلوگیری از چرای

۵.۳. بخش‌های موجود در سیستم پشتیبان

تصمیم‌گیری

اطلاعات اکولوژیکی قسمت‌های مختلف گرادیان چرا در قسمت مربوط به اطلاعات اکولوژیکی مربوط به ساخت مدل، اطلاعات اکولوژیکی هر وضعیت مانند میزان گونه‌های مرغوب و نامرغوب، میزان خاک لخت، درصد سنگ و سنگریزه و غیره وارد شدند.

واحد مدیریتی اول

پوشش گیاهی با فشار چرای کم با فراوانی بالای گونه *Agropyron trichophorum* تشخیص داده می‌شود. این گونه به‌عنوان یک گونه کم‌شونده (گونه‌هایی که تحت فشار چرای سنگین، فراوانی‌شان کم می‌شود [۵]) طبقه‌بندی می‌گردد. فراوانی بالای این گونه در واحد اول، موقعیت این واحد را در قسمت تخریب نشده گرادیان توجیه می‌کند (شکل ۴). با افزایش فشار چرا در واحد اول، فراوانی گونه‌های *Astragalus verus* و *Veronica arvensis* و همچنین درصد سنگ و سنگریزه افزایش می‌یابد. این افزایش ممکن است به علت چرای بیش از حد بر روی گونه‌های خوشخوراک دائمی (*Agropyron trichophorum*) باشد [۱۹]. از بین این گونه‌ها که هر دو جزو گونه‌های معرف می‌باشند، گونه *Astragalus verus* جزو گونه‌های مهاجم (گونه‌هایی که تحت فشار چرای شدید، بیشترین فراوانی را دارند [۱۰]) و *Veronica arvensis* جزو گونه‌های زیادشونده (گونه‌هایی که تحت چرای بیش از حد با فشار چرای متوسط کوتاه‌مدت فراوانی‌شان زیاد می‌شود [۵])، دسته‌بندی شدند. ترکیب گیاهی واقع در واحد ۱ که باید هدف مدیریت باشد، ترکیبی است که به وسیله گونه‌های کم‌شونده خوشخوراک غالب شده باشد.

واحد مدیریتی دوم

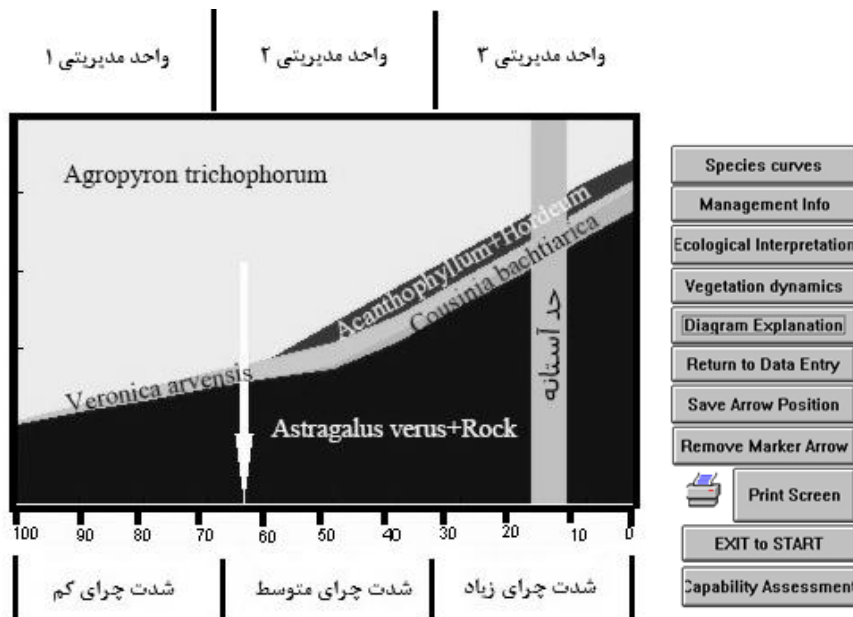
در این واحد گونه *Agropyron trichophorum* همانند واحد اول گونه غالب می‌باشد (شکل ۴). غالب بودن این گونه در این واحد نسبت به گونه‌های دیگر جایگاه این واحد را در میانه گرادیان چرا یعنی چرای با

کاسته شده و این گونه‌ها فرصت احیا نداشتند، بنابراین پیشنهاد می‌شود از سیستم چرای تأخیری در این مکان‌ها استفاده گردد. استفاده از قرق‌های کوتاه‌مدت ۲ ساله نیز می‌تواند روند بهبود وضعیت این مراتع را تسریع کند.

زودرس، وضعیت موجود مرتع حفظ گردد.

راهکارهای واحد مدیریتی ۲

از آنجا که در مکان‌های مطالعاتی با وضعیت متوسط گونه‌های خوش‌خوراک به اندازه‌ی کافی وجود داشته ولی به علت چرای بیش از حد، دائماً از فراوانی این گونه‌ها



(الف)

تفسیر اکولوژیکی وضعیت متوسط

در این مراتع گونه‌های بوته‌ای غیر خوش‌خوراک همراه با گراس‌های خوش‌خوراک تقریباً به یک میزان وجود دارند. گونه‌های خوش‌خوراک بیشتر به صورت لکه در سطح مرتع دیده می‌شوند. سایر گونه‌های غیر خوش‌خوراک نیز به مقدار کمتری نسبت به این دو گونه وجود دارند. سطح خاک عاری از پوشش به همراه سنگ و سنگریزه، نیز به مقدار کمتری نسبت به وضعیت ضعیف وجود دارد ولی به آسانی قابل تشخیص است. فرسایش خاک اگرچه جزئی است ولی دیده می‌شود.

(ج)

راهکارهای مدیریتی مربوط به وضعیت متوسط

در مراتعی که دارای گونه‌های مرغوب (کلاس ۱) در ترکیب پوشش گیاهی هستند ولی این گونه‌ها به علت استفاده‌های بی‌رویه فرصت زادآوری و جایگزینی را پیدا نمی‌کنند، می‌توان از سیستم چرای تأخیری استفاده نمود ضمن استفاده از علوفه مرتع، قدرت رقابت گیاهان کلاس مرغوب افزایش پیدا کند و احیا و بهبود ترکیب پوشش گیاهی به شکل طبیعی صورت پذیرد. از آنجا که در مکان‌های مطالعاتی با وضعیت متوسط گونه‌های خوش‌خوراک به اندازه‌ی کافی وجود داشت ولی به علت چرای بیش از حد دائماً از فراوانی این گونه‌ها کاسته می‌شد و این گونه‌ها فرصت احیا نداشتند پیشنهاد می‌شود از سیستم چرای تأخیری در این مکان‌ها استفاده گردد. استفاده از قرق‌های کوتاه مدت ۲ ساله نیز می‌تواند روند بهبود وضعیت این مراتع را تسریع نماید.

(ب)

شکل ۴. نمایی از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری ارائه شده؛ الف: سیستم ارزیابی وضعیت مراتع نیمه‌استپی فریدن؛ محور اول نشان‌دهنده فشار چرا و محور دوم درصد ترکیب گروه‌های گیاهی می‌باشد. فلش سفید رنگ وضعیت مکان مطالعاتی آزمایشی (Test) را در حالت متوسط نشان می‌دهد؛ ب: قسمت مربوط به اطلاعات مدیریتی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری که در این قسمت راهکارهای مدیریتی لازم برای هر وضعیت را می‌توان مشاهده کرد؛ ج: قسمت مربوط به اطلاعات اکولوژیکی سیستم ارزیابی وضعیت مرتع که در این قسمت اطلاعات اکولوژیکی مربوط به هر وضعیت نشان داده می‌شود.

جایگزین گونه‌های گون شوند. مناطقی با وضعیت ضعیف که گونه‌های گون در آنها وجود ندارد و توسط گونه‌های کم‌ارزش مرتعی اشغال شده‌اند (اراضی کشاورزی رهاشده) اکثراً دارای شیب کمی هستند و می‌توان این اراضی را شخم زد و گونه‌های دائمی مرتعی در آنجا کاشت و بعد آنجا را قرق کرده تا گونه‌های کاشته‌شده مستقر شوند و بعد از آن تحت بهره‌برداری نظارت‌شده قرار بگیرند.

– ارزیابی مدل تعیین وضعیت مرتع با استفاده از داده‌های زمینی

با مقایسه نتایج حاصل از سیستم ارزیابی وضعیت و روش شاهد (چهار فاکتوری) در ۱۲ مکان مطالعاتی، مشخص شد که تمامی مکان‌ها بجز مکان شماره ۸ به درستی ارزیابی وضعیت شده‌اند و با استفاده از تناسب، صحت ۹۱ درصدی برای نتایج ارزیابی مدل به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴. طبقه‌بندی وضعیت مرتع با استفاده از روش سیستم ارزیابی وضعیت با استفاده از فراوانی گونه‌های شاخص و مقایسه آن با روش شاهد (چهار فاکتوری)

شماره مکان مطالعاتی	وضعیت به روش شاهد	وضعیت از روی سیستم ارزیابی	شماره مکان مطالعاتی	وضعیت به روش شاهد	وضعیت از روی سیستم ارزیابی
۱	ضعیف	ضعیف	۷	متوسط	متوسط
۲	ضعیف	ضعیف	۸	متوسط	خوب*
۳	ضعیف	ضعیف	۹	متوسط	متوسط
۴	ضعیف	ضعیف	۱۰	خوب	خوب
۵	ضعیف	ضعیف	۱۱	خوب	خوب
۶	متوسط	متوسط	۱۲	خوب	خوب

* کلاس وضعیت درست طبقه‌بندی نشده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق مدلی ارائه شد که می‌تواند به صورت کمی، ساده، سریع و کم‌هزینه وضعیت مرتع را برآورد کند. این مدل تنها با استفاده از فراوانی گونه‌های کلید، وضعیت مرتع را تعیین کرده و نیازی به نمونه‌برداری

تمامی گونه‌ها و اندازه‌گیری فاکتورهای بیشتر (تولید، تراکم و غیره) نیست. دانشمندان دیگر نیز در مورد استفاده از فاکتورهای منفرد در تعیین وضعیت مرتع اظهار می‌دارند که سادگی نمونه‌برداری و تفسیر فاکتورهای منفرد (مثل فرکانس)، از فقدان دقت در

بنابراین با استفاده از این روش گونه‌های معرف با توجه به فراوانی آنها در مناطق با شدت‌های چرای مختلف و با در نظر گرفتن شرایط محیطی تعیین می‌شوند که این خود یک مزیت است.

بیشتر روش‌های تعیین وضعیت مرتع که در حال حاضر استفاده می‌شوند، بیشتر جنبه کیفی دارند. برای مثال در برخی روش‌ها معیار قضاوت بر اساس شادابی و وضعیت ساقه‌های گل‌دهنده گیاهان خوش‌خوراک است. این شاخص‌ها صفت‌های کیفی هستند که نمی‌توان آنها را به صورت دقیق اندازه‌گیری کرد، به همین دلیل مشخص نیست که برای یک میزان شادابی مشخص چه امتیازی باید تعلق بگیرد و این موضوع بیشتر به سلیقه شخص مربوط می‌گردد و جنبه کیفی آن بر جنبه کمی آن، برتری دارد. همچنین در این روش یا روش‌های دیگر فاکتورهایی مانند درصد پوشش تاجی، تولید علوفه، وضعیت نباتات مرغوب و نامرغوب و غیره برآورد می‌شود که اغلب اندازه‌گیری این فاکتورها مشکل، پرهزینه و وقت‌گیر می‌باشد و نیز در بیشتر این روش‌ها، وضعیت مرتع با استفاده از تمامی گونه‌های موجود در مرتع، برآورد می‌شود که باعث ایجاد مشکلاتی از جمله وقت‌گیر بودن و کاهش دقت نمونه‌برداری می‌گردد، بنابراین باید تعداد فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در روش مورد نظر محدود باشد و اندازه‌گیری این فاکتور یا فاکتورها بر روی طیف کمتری از گیاهان انجام شود. از طرف دیگر منابع مختلف نیز ضرورت تغییر روش‌های متداول ارزیابی وضعیت و تکامل آنها را مورد تأکید قرار داده‌اند [۲۴]. در این مطالعه یک ابزار ارزیابی وضعیت مرتع با استفاده از گونه‌های شاخص با استفاده از نرم‌افزار REDIS ایجاد شد که با وارد کردن فراوانی گونه‌های شاخص (یکی از ساده‌ترین پارامترهای گیاهی)، طبقه وضعیت مرتع را مشخص می‌سازد، همچنین با استفاده از آن کاربر می‌تواند روش‌های مدیریتی مناسب برای سایت ارزیابی شده و همچنین شرایط اکولوژیکی این سایت را مشاهده کند. مشخص کردن وضعیت مرتع نیز این کمک

اندازه‌گیری تمام سیستم مخصوصاً جایی که تصمیم‌گیری مدیریتی نمی‌تواند از تفاوت‌های کوچک استفاده کند، مهمتر بوده و ارزش بیشتری دارد [۱۱]. با وارد کردن فراوانی گونه‌های معرف در این مدل، می‌توان طبقه وضعیت مرتع را مشخص و شرایط اکولوژیکی سایت را تا حدی بهتر پیش‌بینی کرد. در حقیقت این سیستم یک سیستم کاربرپسند می‌باشد که بهره‌برداران با کمک کارشناسان مرتع در ادارات شهرستان‌ها می‌توانند با این سیستم، وضعیت مرتع را ارزیابی کنند. به طوری که استفاده از این سیستم به دلیل ارزیابی منحنی‌های گونه‌های معرف به‌عنوان آسان‌ترین روش عینی برای مشخص کردن وضعیت مرتع، مطرح می‌باشد [۲۳].

از آنجایی که این سیستم قادر به ثبت وضعیت مرتع یک سایت در حافظه خود می‌باشد، می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری برای پایش استفاده کرد و هر ساله وضعیت آن سایت را ارزیابی و از روند تغییرات آن آگاهی پیدا کرد و با توجه به راهکارهای مدیریتی که در داخل این مدل قرار دارند، عملیات مناسب مدیریتی را برای هر وضعیت یافت. این اطلاعات می‌توانند به‌عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) کمک زیادی را به مدیران ارائه دهند. ایجاد و استفاده از این سیستم این مزیت را دارد که می‌تواند گپ‌های اطلاعاتی ما را از تفسیر تغییرات پوشش گیاهی و ارائه راهکارهای اصلاح و توسعه مراتع در شرایط مختلف نشان دهد.

این تحقیق کمک مفیدی در درک چگونگی تغییرات مراتع منطقه مورد مطالعه کرد. در این مطالعه با استفاده از روش‌های رج‌بندی، تغییرات ترکیب گونه‌ای در طول گرادیان چرا بررسی شد. در ایران، تقسیم‌بندی گیاهان زیادشونده، کم‌شونده و مهاجم در بسیاری از مطالعات مختلف به شکل از قبل تعیین شده می‌باشد ولی این مطالعه نشان داد که گونه‌های باارزشی نظیر *Bromus tomentellus* در این منطقه جزو گونه‌های معرف نمی‌باشند، زیرا این گونه هم در اطراف روستا و هم در مناطقی با شدت چرای سبک، فراوانی بالایی داشت.

کاهش می‌یابد و به جای آن گونه‌های بوته‌ای غیر خوش‌خوراک نظیر گون زرد و سایر گونه‌های بالشتکی و گونه‌های فورب نظیر *Cousinia bachtiarica* غالب می‌شوند که این موضوع با نتایج حاصل از تحقیق‌های دیگر در این منطقه همخوانی دارد [۱۲، ۲۲]. با تخریب بیشتر، شرایط خاک بیش از حد نامساعد می‌شود و کارایی بارش کاهش می‌یابد. مدیران مرتع هنگام تصمیم‌گیری در مورد اداره وضعیت مرتع نیاز به کمک و مشاوره دارند و اگر در این زمینه متخصص نباشند و مشاور متبحری هم در دسترس نباشد، تصمیم‌گیری صحیح در این مواقع امری غیرممکن است. البته ایجاد سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری تا حدی می‌تواند این مشکلات را برطرف کند. حل مسائل اکوسیستم‌های چرای مستلزم توانایی‌های بهتر برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی بهتر است. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری سازوکاری را برای بهبود تصمیم‌گیری به‌ویژه هنگامی که اثرات متقابل پیچیده دخیل می‌باشند، در اختیار می‌گذارند [۱۸]. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری متشکل از بخش‌های متنوع همانند مدل‌های کامپیوتری، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سیستم‌های تخصصی و غیره می‌باشند. این سیستم‌ها در بسیاری از موارد مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای مدیریت اکوسیستم‌های چرای مناسب هستند، زیرا یک رویکرد تلفیقی برای حل مسائل پیچیده در اختیار می‌گذارند [۸]. در رابطه با سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری نظیر مدل ارائه شده در این مقاله باید این مورد را در نظر داشت که این سیستم‌ها برای مشاوره تنظیم شده‌اند و در نهایت مدیر تصمیم‌نهایی را می‌گیرد و عواقب این تصمیم یا تصمیم‌ها بر عهده او است. بنابراین کاربر و ساختار سازمانی مربوط به او برای توسعه سیستم مهم بوده و سیستم همانند یک ماشین حساب دستی است که در فرایندهای تصمیم‌گیری کاربرد دارد [۱۸].

در این مطالعه یک ابزار ارزیابی وضعیت مرتع با استفاده از گونه‌های شاخص با استفاده از

را می‌کند که مرتع‌داران با توجه به طبقه وضعیت مرتع تحت مدیریت‌شان نحوه مدیریت مناسب مرتع را انتخاب کنند. استفاده‌کنندگان این سیستم باید گونه‌های شاخص را بشناسند و به اشتباه گونه‌های دیگر را به جای گونه‌های شاخص ارزیابی نکنند. استفاده از نمونه‌های هرباریومی و یا در اختیار گذاشتن تصاویر رنگی گیاه به دامداران، می‌تواند این مسئله را تضمین کند.

لازم به ذکر است که برای هر منطقه با شرایط اکولوژیکی مشابه باید مدل مجزای آن منطقه را تهیه کرد. در این مطالعه نیز سعی شد که سایت‌های مطالعاتی شرایط به نسبت مشابهی از لحاظ اکولوژیکی داشته و فقط شرایط مدیریتی متفاوتی داشته باشند و نتایج رج‌بندی و تحلیل واریانس بین فاکتورهای مختلف ادافیکی نیز نشان داد که در سایت‌های مطالعاتی شدت چرا و عواملی که تحت تأثیر شدت چرا هستند، نظیر میزان مواد آلی خاک، درصد سنگ و سنگریزه و چگالی خاک متفاوت می‌باشند. در این مکان‌ها به دلیل اینکه میزان لاشبرگ تولیدشده در فشار چرای زیاد کمتر می‌باشد، میزان مواد آلی خاک نسبت به مکان‌هایی با شدت چرای کم نیز کمتر بود. نتایج حاصل از مطالعه سایر محققان در مراتع برد آسیاب فریدون‌شهر و دامنه جنوبی البرز مرکزی نیز حکایت از آن دارد که با کاهش شدت چرا میزان مواد آلی خاک افزایش می‌یابد [۱۵، ۱۱]. فاکتور دیگری که در سایت‌های مطالعاتی تغییر نشان داد، درصد سنگریزه خاک بود که در مکان‌های با وضعیت ضعیف و متوسط میزان آن متفاوت بود. در منطقه مطالعاتی فاکتور دیگری که با فشار چرا همبستگی نشان داد، چگالی خاک بود که در مکان‌های با شدت چرای بالاتر به دلیل اینکه خاک فشرده‌تر و حجم کمتری داشت، بیشتر بود. این موضوع با نتایج حاصل از تحقیقاتی که در مراتع دامنه جنوبی البرز مرکزی انجام شده بود، مطابقت دارد [۱]. سایر مطالعات انجام‌شده در این مناطق، مشخص می‌کند که وضعیت کلیماکس منطقه از گونه‌های گراس دائمی می‌باشد و با تخریب و فشار چرای، فراوانی گونه‌های گراس چندساله

کرد و از آن به‌عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده کرد. در حقیقت با استفاده از این سیستم، می‌توان هم وضعیت پوشش گیاهی را تعیین کرد و هم تفسیری از چگونگی شرایط اکولوژیکی مکان مطالعاتی داشت. با توجه به اینکه این سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری می‌تواند به سادگی به‌روزرسانی شود، با فراهم کردن اطلاعات اکولوژیکی و مدیریتی مناسب که حاصل مطالعات گذشته، حال و آینده است می‌توان این سیستم را تکمیل تر و از آن برای مدیریت تطبیقی مراتع استفاده کرد. از مزایای دیگر، ایجاد و استفاده از این سیستم برای نشان دادن گپ‌های اطلاعاتی راجع به تفسیر تغییرات پوشش گیاهی و ارائه راهکارهای اصلاح و توسعه مراتع در شرایط مختلف می‌باشد. بنابراین تقسیم‌بندی مراتع به واحدهای مشابه از لحاظ اکولوژیکی و ایجاد این سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای هر واحد کاری در سطح کشور توصیه می‌شود.

نرم‌افزار REDIS¹ ایجاد شد که با وارد کردن فراوانی گونه‌های شاخص طبقه وضعیت مرتع را مشخص می‌سازد، همچنین با استفاده از آن کاربر می‌تواند روش‌های مدیریتی مناسب را برای سایت ارزیابی و همچنین شرایط اکولوژیکی این سایت را مشاهده کند. البته با استفاده از این تکنیک گرایش وضعیت مرتع طی تغییراتی که در آن رخ می‌دهد نیز قابل‌شناسایی است. این تحقیق کمک مفیدی در درک پویایی مراتع نیمه‌استپی واقع در غرب استان اصفهان کرد. استفاده از روش‌های رج‌بندی برای مشخص کردن تغییرات فراوانی گونه‌ها در طول گرادبان چرا در این تحقیق موفقیت‌آمیز بود و میزان تغییر ترکیب گونه‌ها در طول گرادبان چرا قابل توجه بود. این اطلاعات می‌توانند به‌عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) کمک زیادی را به مدیران ارائه دهند. به‌طوری‌که با استفاده از این روش می‌توان هر ساله وضعیت مرتع را به صورت کمی و به آسانی برآورد

¹ Resource and Environmental Data Interpretation System

References

- [1] Aghamohseni, M., Zahedi, G.H., Farahpoor, M. and Khorasani, N. (2008). Influence of exclosure and grazing on the soil organic carbon and soil bulk density, Case study in the central Alborze south slopes rangelands. *Iranian journal of agricultural science*, 4(5), 375-381.
- [2] Bassiri, M., Jalalian, A. and Vahabi, M.R. (1989). *Studies on habitat condition and need production of native range plants in Feridan region*, Project report, Isfahan University of Technology.
- [3] Booyesen, J. (1990). A method for comparing simulation models. *Abstract of the Congress of the Southern African Society for Crop Production*, Rustenburg, South Africa.
- [4] Booyesen, J. and Bosch, O. J. H. (1991). ISPD: An integrated system of plant dynamics. *International Conference on Decision Support Systems for Resource Management*, Texas, USA, pp. 23-26.
- [5] Bosch, O.J.H. and Janse van Rensburg, F.P. (1987). Ecological status of species on grazing gradients on the shallow soils of the western grassland biome in South Africa. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*, 4, 143-146.
- [6] Bosch, O.J.H. and Kellner, K. (1991). The use of a degradation gradient for the ecological interpretation of condition assessments in the western grassland biome of Southern Africa. *Journal of arid environments*, 21, 21-29.
- [7] Briske, D., Fublerdorf, S.D. and Smeins, F.E. (2005). State and transition models, thresholds and rangeland health: A synthesis of ecological concepts and perspectives. *Rangeland ecology and management*, 58, 1-10.
- [8] Clewett, J. F., Mckeon, G. M., Rickert, K. G., Scanlan, J. C. and Taylor, W. F. (1991). Beef man: A series of decision support and educational software for the beef industry of north Australia. *International Conference on Decision Support Systems for Resource Management*, Texas, USA, pp. 15-18. Gauch, H.G. (1982). *Multivariate analysis in community ecology*, Cambridge University Press.
- [9] Gibson, R.S. and Bosch, O.J.H. (1996). Indicator species for the interpretation of vegetation condition in the ST Bathans area, Central Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 20(2), 163-172.
- [10] Heady, F. (1975). Range condition and range trend, University of California. [11] Irvani, M. and Bassiri, M. (2009). Vegetation change after 19 years of grazing exclosure in the central Zagros region of Iran. *Journal of Rangeland*, 3, 170-179.
- [11] Lepz, J. and Smilauer, P. (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco* Cambridge University Press, 1, 6-7.
- [12] McCall, D. G., Marshall, P. R. and Johns, K. L. (1991). An introduction to Stockpol: A decision support model for livestock farms. *International Conference on Decision Support Systems for Resource Management*, Texas, USA, pp. 19-22.
- [13] Mollaei, M., Bashari, H., Bassiri, M. and Mosaddeghi, R. (2012). Comparing soil aggregate stability at different grazing intensities. *Iranian journal of applied ecology*, 1, 52-63.
- [14] Stafford Smith, D. M. and Foran, B. D. (1991). Using Range pack Herd-Econ to tackle Australian grazing management questions. *International Conference on Decision Support Systems for resource management*, Texas, USA, pp. 7-10.
- [15] Tainton, N.M. (1999). *Veld management in Southern Africa*, University of Natal press.
- [16] Thieraf, R.J. (1982). *Decision Support Systems for Effective planning and control*. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, NJ. USA.
- [17] Trollope, W.S.W. (1981). *Application of grassland management principles*. In: *Veld and Pasture Management in South Africa*, University of Natal press.
- [18] Trollope, W.S.W., Trollope, L.A. and Bosch, O.J.H. (1990). Veld and pasture management terminology in Southern Africa. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*, 7, 52-61.

- [19] Unal, S., Mutlu, Z., Urla, O., Shahin, B. and Koch, Ali. (2013). The determination of indicator plant species for steppe rangelands of Nevşehir Province in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 401-409.
- [20] Vahabi, M. R., Bassiri, M. and Khajehdin, S. (1997). Study on cover, Density, Species Composition and forage production in Grazed vs. Non-Grazed range Sites in central Zagross. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 1, 59-71.
- [21] Van der Westhuizen, H.C., Snyman, H.A. and Fouche, H.J. (2005). A degradation gradient for the assessment of rangeland condition of a semi-arid sourveldin Southern Africa. *African Journal of Range & Forage Science*, 22(1), 47-58.
- [22] Zare, A.R. and Bassiri, M. (2006). Vegetation and Range Condition Classification, Using Frequency Data. *Iranian Journal of Natural resources*, 58(4), 945-958.

