

تحلیل الگوی فضایی و پویایی لکه‌های گیاهی مرتع در فشارهای مختلف چرایی (مطالعه موردی: مرتع کوهسری

(سمیرم)

عزت الله مرادی^{*}؛ غلامعلی حشمتی^۲ و امیر احمد دهقانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۹/۲۰

چکیده

الگوی استقرار گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک عمدتاً به صورت لکه‌های گیاهی است. در مرتع خشک و نیمه‌خشک، چرای دام به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد آشفتگی، بر پویایی لکه‌های گیاهی تأثیر زیادی دارد. پویایی لکه‌ها یکی از مفاهیمی است که در فشارهای محیطی و مدیریتی تغییرات قابل توجهی دارد. پژوهش حاضر با مطالعه پارامترهای لکه‌های گیاهی در طول زمان و در سه شدت چرای دام، به تغییرات پویایی لکه‌های گیاهی در مرتع نیمه‌خشک سمیرم پرداخته است. بدین منظور، ابتدا شبکه نمونه‌برداری طراحی شد و در نقاط معرف هر یک از ناحیه‌های چرایی، ۲۰۰ ترانسکت عمود بر هم قرار داده شدند. در راستای هر ترانسکت طول، عرض، ارتفاع لکه‌های گیاهی و طول فضای بین لکه‌های گیاهی در مدت ۴ سال یادداشت شدند. پویایی لکه‌های گیاهی با قاعده‌ی ریاضی ریمان محاسبه و در طول گرادیان چرایی (از ناحیه‌ی بدون فشار چرا به ناحیه با فشار چرایی زیاد) با تحلیل شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار Matlab شبیه‌سازی شد. نتایج حاکی از آن است که بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در ناحیه‌های مختلف چرایی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$). پویایی لکه‌ها در طول گرادیان حاکی از کاهش تغییرات خصوصیات اندازه‌گیری لکه‌های گیاهی از فشار چرایی بیشتر به فشار چرایی کمتر بوده است. تغییرات وضعیت و گرایش مرتع پس از دوره ۱۰ ساله قرق نیز؛ موید کاهش پویایی لکه‌های گیاهی است. از این رو به نظر می‌رسد بررسی پویایی گیاهان در طول گرادیان‌های محیطی و حتی مدیریتی معرف خوبی در ارزیابی وضعیت اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه‌خشک باشند.

واژه‌های کلیدی: گرادیان، پویایی لکه‌های گیاهی، شبکه عصبی مصنوعی، چرای دام، مرتع سمیرم.

۱- دکتری علوم مرتع، گرایش اکلوزی، رئیس اداره منابع طبیعی شهرستان سمیرم، استان اصفهان.

* نویسنده مسئول: moradiezat4@gmail.com

۲- استاد گروه مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

در مراتع خشک و نیمه‌خشک، چرای دام به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد آشفتگی (۲۱)، بر ویژگی‌های عملکردی لکه‌های گیاهی تأثیر زیادی دارد (۲۶ و ۳۴). چرای دام به طرق مختلف پوشش گیاهی را متأثر می‌سازد (۴ و ۱۹) که از آن جمله می‌توان به برداشت گیاهان، جابجایی مواد غذایی و توزیع مجدد آنها از طریق فضولات و فشارهای مکانیکی بر خاک و مواد گیاهی بر اثر لگدکوبی را نام برد. در مقابل عمل چرای، قرق به معنی عدم چرای دام، به عنوان یکی از روش‌های احیاء پوشش گیاهی در مراتع تخریب شده مطرح است (۴۳). تاکنون اثرات مستقیم و غیرمستقیم چرای دام بر تولید، تنوع و ثبات پوشش گیاهی در مراتع مختلفی بررسی شده است (۸، ۹ و ۲۹). محققان در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که میزان چرای دام به تناسب اقلیم در روند تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی و شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک اثرگذاری معنی‌داری دارد به نوعی که در دو اقلیم متفاوت، عملیات قرق نتایج متفاوتی را در پارامترهای ذکر شده دارد (۴۰ و ۴۱).

برخی مطالعات نشان داده‌اند که در اثر تغییر مدیریت چرا در مرتع در دراز مدت ترکیب گیاهی دچار تغییر و دگرگونی می‌شود (۳۰ و ۴۵). افزایش درصد گونه‌های بوته‌ای خسبی و کاهش گونه‌های خوشخوارک متأثر از چرای دام توسط محققان گزارش شده است (۱۳ و ۱۴). نظر به اینکه دام گزینشی چرا می‌نماید (۱۵) بر گونه‌های خوشخوارک فشار بیشتری در اثر اعمال چرای دام وارد می‌شود.

بسیاری از محققان در اقصی نقاط دنیا، اکوسیستم‌های مرتعی و بیابانی را از لحاظ موفقتی عملیات اصلاحی و مدیریتی با استفاده از روش‌های مبتنی بر لکه‌های گیاهی، ارزیابی کردند (۷، ۲۱ و ۲۶). در مطالعات بوم‌شناختی بررسی وضعیت، پایش و ارزیابی اکوسیستم‌های مرتعی مهم است. مطالعات بوم‌شناختی در مقیاسی وسیع‌تر از گونه‌های گیاهی به ویژه در مقایس لکه‌های گیاهی جوابگو است. امروزه در اغلب مطالعات بوم‌شناختی، لکه‌های گیاهی

مقدمه

عمدتاً در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه‌خشک، گونه‌های گیاهی به نحوی توسعه می‌یابند که ضمن استقرار خود شرایط را برای حفاظت از گیاهان هم‌جوار در برابر فشارهای محیطی اطراف فراهم کنند (۶ و ۴۲). به این ترتیب الگوی پراکنش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک به صورت لکه‌های گیاهی^۱ ظاهر می‌شود که به شکل جزایری توسط خاک لخت‌محاصره شده‌اند (۲). لکه‌های گیاهی دارای اشکال مشخص یا پیکربندی مکانی گهستند (۳۴).

لکه‌های گیاهی در یک اکوسیستم پویا هستند. در اکوسیستم‌های مرتعی، یک لکه گیاهی در یکی از سه حالت زیر یافت می‌شود: پتانسیل (نهمته)، فعال و تخریب شده. لکه‌هایی که در وضعیت پتانسیل هستند در حین استقرار^۲ دیگر لکه‌ها از طریق انتشار گونه‌های موجود در لکه‌های فعال یا تخریب شده به لکه‌های فعال تغییر حالت می‌دهند. با مهاجرت و ترک گونه‌ها، لکه‌ها از حالت فعال به حالت تخریب شده تغییر می‌یابند و در حین روند بهبود شرایط، لکه‌ها از حالت تخریب شده به حالت پتانسیل تغییر حالت می‌دهند (۳۴). چرای دام، قطع درختان، آتش‌سوزی، زراعت و احیای جنگل‌ها همگی در روند استقرار و اشغال لکه‌ها سهیم هستند و می‌توانند به طور موثری شکل و یا اندازه آنها را تغییر دهند. به تعبیر دیگر، فشارهای محیطی تاثیر خود را با تغییر اندازه، شکل و فراوانی لکه‌های گیاهی نمایان می‌سازند. بنابراین، "پویایی لکه‌ها"^۳ بیانگر تغییرات در ساختار، اندازه و یا عملکرد لکه‌های منفرد است (۴۳). در اکولوژی، تغییرات ساختار لکه‌ها را شامل تعداد و متوسط طول و عرض لکه‌ها در اثر عوامل مدیریتی (مانند آتش‌سوزی و چرا) و اقلیمی (مانند تغییرات بارندگی) می‌دانند (۱، ۵، ۲۵ و ۴۴). لکه‌های گیاهی هشدار دهنده‌ها و معرفه‌های خوبی برای ارزیابی توانمندی اکوسیستم‌های مرتعی هستند (۱۹). با استفاده از ویژگی‌های ابعادی لکه‌ها نظیر طول و سطح لکه‌ها و ویژگی‌های عملکردی لکه‌ها می‌توان تأثیر فعالیت‌های مدیریتی را تفسیر نمود (۲۱).

¹-Patch

²- Inter patch

³-Spatial configuration

لکه‌های کوچک مقیاس، همان فاکتورهایی هستند که منجر به تغییرات بزرگ مقیاس (از قبیل بیابان‌زایی) می‌شوند؛ بررسی تعادل اکولوژیکی موجود در مراعع، ضمن انعکاس مدیریت اعمال شده، بر نحوه تصمیم‌گیری برای آینده نیز موثر خواهد بود. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که عامل چرای دام مهمترین عامل ایجاد آشفتگی^۱ و فشار محیطی در برخی مراعع است (۳۹). پژوهش حاضر با تحلیل الگوی فضایی و پویایی لکه‌های گیاهی مراعع در سه فشار چرایی بدون فشار چراً فرق (با ظرفیت علوفه‌ای ۸ واحد دامی در هکتار در ماه)، متوسط (با ظرفیت علوفه‌ای ۵ واحد دامی در هکتار در ماه) و زیاد (با ظرفیت علوفه‌ای ۲/۵ واحد دامی در هکتار در ماه) در مراعع کوهسری سمیرم پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مراعع منطقه مورد مطالعه به نام چالقفا (بخشی از منطقه الگویی ونک) بوده که چهار سامان عرفی مرتعی به نامهای (چالقفا ۳۷۱۶ هکتار، دوازده امام چالقفا ۶۵۰ هکتار، آقداش چالقفا ۲۲۵۴ هکتار و پشت قفا قزلخانی ۱۲۰۳ هکتار) را شامل گردیده و در ۳۰ کیلومتری غرب شهرستان سمیرم استان اصفهان در طول جغرافیایی ۵۳۳۰۰۰ تا ۵۳۹۰۰۰ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴۷۱۰۰۰ تا ۳۴۷۸۰۰۰ شمالی بر حسب سیستم جهانی مرکاتور (متريک) واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن نيمه‌خشک است (۳۰). متوسط ارتفاع از سطح دریا، ميانگين بارندگي ۱۰ ساله و متوسط درجه حرارت ساليانه به ترتيب ۲۷۵۲ متر، ۳۹۹/۵ ميلی‌متر و ۱۰/۶ درجه سانتيگراد است. منطقه کوهستانی بوده و از نظر خاک کم عمق و غير يکنواخت است (۲۳). بر اساس روش Daphne و *Astragalus adscendens* *Daphne macronata* *Astragalus adscendens* گونه‌های غالب منطقه هستند و تيپ‌بندی منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. اين دو گونه با توجه به نقش آنها در حفاظت از خاک و عمل به عنوان گونه‌های پرستار از جايگاه اکولوژيکی بالايی برخوردارند (۳۱).

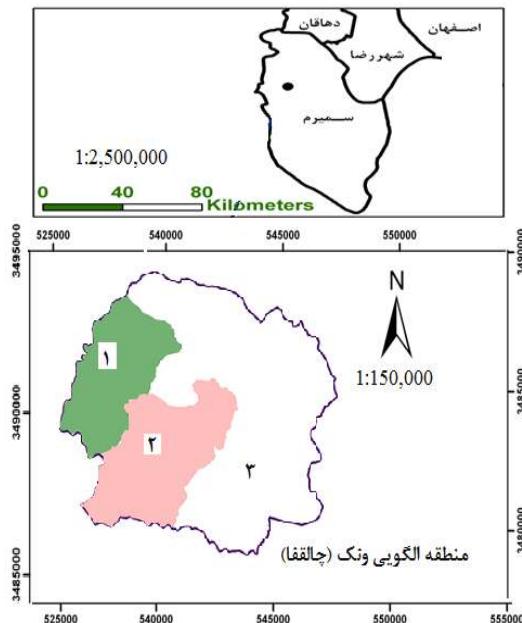
بررسی می‌شود (۱۷ و ۲۴). برخی محققان بيان کرده‌اند با توجه به تأثير منفی افزایش فشارهای محیطی بر ابعاد لکه‌های گیاهی که می‌تواند اکوسیستم را به سمت بیابانی شدن سوق دهد، اهمیت دارد تا بتوان از آن به علائم هشدار دهنده‌ای از تغییر در اکوسیستم مناطق خشک دست یافته و به عنوان شاخص‌های مدیریتی استفاده کرد (۴۱). تغییرات دینامیکی گیاهان از طریق مطالعه تغییرات طول لکه‌های گیاهی و فضاها بین لکه‌ای می‌تواند به خوبی نماینده تغییرات دینامیکی و پویایی گیاهان در پاسخ به فشارهای محیطی و روند بیابانزایی باشد (۳۹). از طریق تحقیقات نشان داده است مطالعه توزیع فراوانی و ابعاد لکه‌های گیاهی، شاخصی از فشار محیطی است که می‌تواند به عنوان علامت هشدار دهنده‌ای برای گرایش وضعیت مراعع مناطق خشک و نیمه خشک به وضعیت بیابانی مورد استفاده قرار گیرد (۳۸). بطوریکه با مطالعه بر روی سیستم‌های چرایی در غرب افریقا به این نتیجه رسیده شد که در طول یک گرادیان چرا، با توجه به شدت چرا (زیاد، متوسط، کم) اندازه لکه‌های گیاهی تغییر می‌کند (۴۱). مطالعه تاثیر قرق بر افزایش ناهمگنی لکه‌های گیاهی، نشان داد که چرایی دام باعث تغییر توزیع مکانی پوشش گیاهی مراعع می‌شود (۳). محققین با مطالعه بر روی اثر فشار چرا اطراف آبخسخوار به این نتیجه رسیدند که سایز و ارتفاع لکه‌ها در نزدیکی آبخسخوار (کمتر از ۵۰ متر) بسیار کمتر از نواحی دورتر (۴۵۰ متر) است. لکه‌های گیاهی عمدتاً متکل از *Halocnemum strobilaceum* گونه‌های گندمیان، *Aeluropus lagopoides* *Halostachys caspica* و *Aeluropus littoralis* است (۱۰ و ۳۳).

در اکثر سیستم‌های طبیعی، چرا به عنوان یک عامل اثرگذار بر پوشش گیاهی؛ مطرح بوده (۱۶)، در عین حال؛ اعمال مدیریت صحیح و اتخاذ روش‌های مناسب احیای مراعع به منظور افزایش سطح تولید و احیای مرتع مستلزم داشتن اطلاعات و دانش کافی در خصوص اکوسیستم‌های مرتعی است. از طرف دیگر؛ همان گونه که بیان گردید، بین لکه‌های گیاهی و فضاها بین لکه‌ای تعادل اکولوژیکی برقرار است. این رابطه تحت تأثير عوامل محیطی مختلف قرار می‌گیرد و از آنجایی که فاکتورهای تغییر دهنده

^۱-Disturbance

عنوان منطقه شاهد و دارای ظرفیت ۸ واحد دامی در ماه در هکتار در نظر گرفته شد، ناحیه^۳، منطقه دوم؛ ناحیه با ظرفیت علوفه‌ای ۵ واحد دامی در ماه به عنوان منطقه با فشار چرای متوسط (ناحیه^۲) و منطقه سوم؛ ناحیه با ظرفیت علوفه‌ای ۲/۵ واحد دامی در ماه به عنوان منطقه با فشار چرایی زیاد (ناحیه^۱) (۲۹). ظرفیت علوفه‌ای (بر اساس میزان علوفه تولیدی با توجه به نیاز واحد دامی در یک فصل چرا با احتساب ضریب برداشت ۵۰ درصد) با توجه به پژوهه پایش مراعت و تعیین ظرفیت علوفه‌ای طرح‌های مرتعداری که توسط محقق انجام شده است، محاسبه شد (۳۷).

جهت دستیابی به اهداف تحقیق و ارزیابی تغییرات پویایی لکه‌ها، مطالعه در ۴ سال انجام شده است. برای نمونه‌برداری ابتدا اقدام به طراحی شبکه نمونه‌برداری شد که در منطقه معرف هر محدوده چرایی، واحدهای نمونه‌برداری مستقر شدند (شکل ۳). برداشت داده‌ها به روش تصادفی سیستماتیک با پلات اندازی، پلات‌های تو در تو (۰/۶۲۵ متر مربعی (25×25) برای گلسنگ‌ها، ۳ متر مربعی ($2 \times 1/5$) برای گونه‌های علفی و بوته‌ای) بر روی ترانسکت‌های تصادفی انجام شد. در هر یک از سه منطقه با توجه به شرایط منطقه یک شبکه به صورت تصادفی انتخاب گردید. سپس با استقرار ۱۹ ترانسکت ۲۰۰ متری در دو جهت عمود بر هم (با توجه به کوهستانی بودن منطقه) به صورت منظم نسبت به این نقطه مبدأ، طول، عرض و ارتفاع لکه‌های گیاهی و طول لکه‌های عاری از پوشش (فاصله بین دو لکه گیاهی متواالی) در راستای ترانسکت‌ها، اندازه‌گیری و ثبت شد. لازم به ذکر است برای امکان‌پذیر بودن برداشت‌ها در سال‌های آتی، واحدهای نمونه‌برداری در منطقه ثابت شدند. برای ثبت موقعیت واحدهای نمونه‌برداری از آزموت و سیستم موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS Garmin) استفاده شده است.

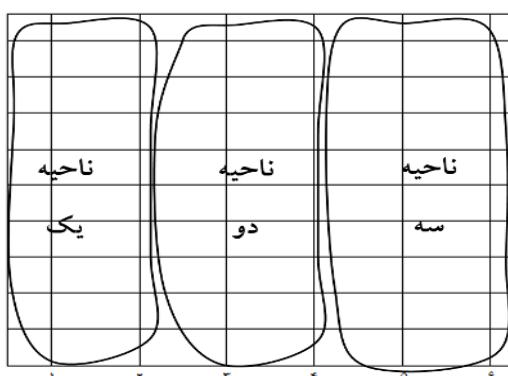


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، شماره‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب سامانه‌های مرتعی با ظرفیت علوفه‌ای ۸، ۵ و ۲/۵ واحد دامی در هکتار در ماه

روش نمونه‌برداری

قبل از انجام نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری متغیرهای مربوط به لکه‌های گیاهی نواحی با ظرفیت علوفه‌ای^۱ متفاوت تعیین گردید. این ناحیه‌ها، گویای فشار چرایی هستند. نمایی از مراعت سمیرم در شکل ۲ قابل مشاهده است. ناحیه‌ی بدون چرا شامل یک قرق ۱۵ ساله موجود در منطقه ونک است. این ناحیه با توجه به حذف اثر چرای دام، به عنوان ناحیه بدون فشار چرا است (۱۰). به طور کلی سه ناحیه با فشار چرایی متفاوت به شرح زیر انتخاب گردید. منطقه اول: ناحیه‌ی قرق (در منطقه مورد مطالعه، ۴۰۰ هکتار مرتع از سال ۱۳۸۰ قرق است که جهت مقایسه به

^۱. Animal Unit per Month (AUM).



شکل ۳- شبکه نمونه برداری ثابت برای ثبت پارامترهای لکه‌های گیاهی

استفاده از قضیه ریاضیاتی ریمان^۱ و با استفاده از معادلات ۱ و ۲، وضعیت هر یک از پارامترها با وضعیت اولیه آنها مقایسه و با استفاده از مدل حاصله پویایی لکه‌های گیاهی محاسبه شد.

$$R_r = \left(\frac{Initial - New}{Initial} \right) 100$$

معادله ۱:

ابتدا (Rr) که همان پویایی لکه‌ها در هر یک از پارامترهای مورد مطالعه است، وضعیت هر پارامتر (New) (Initial) سنجیده شده و در هر نسبت به وضعیت اولیه آن (Initial) سنجیده شده و در هر یک از سال‌ها (n سال مورد نظر و n تعداد کل سال‌ها است) میزان پویایی لکه‌ها محاسبه شد. سپس با استفاده از قضیه ریاضیاتی ریمان میزان پویایی کل (Rt) با تلفیق پارامترها توسط معادله زیر محاسبه شد:

$$Rt = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Rr}{n^{100}} \right) 100$$

معادله ۲:

معادلات ریاضیاتی حاصله با توجه به نتایج تغییرات میزان کمی پویایی اکولوژیکی لکه‌ها بر اساس قضیه ریاضیاتی ریمان و مدل پیم (یک مدل ریاضی با اجزا و توابع خاص برای مدلسازی پویایی اکوسیستم‌های گیاهی مناطق خشک است) نوشته و در محیط نرمافزار Matlab 2012، نرمافزار SPSS ۱۰ (۳۵).

شبکه‌های عصبی مصنوعی مجموعه‌ای از عناصر پردازش ساده (نرون‌ها) هستند که می‌توانند رفتار غیر خطی پیچیده را از ارتباط ذاتی بین متغیرهای وابسته و مستقل شبیه‌سازی نمایند (۲۲). از انواع مختلف شبکه‌های عصبی



شکل ۲- نمایی از مرتع سمیرم تحت چرای دام

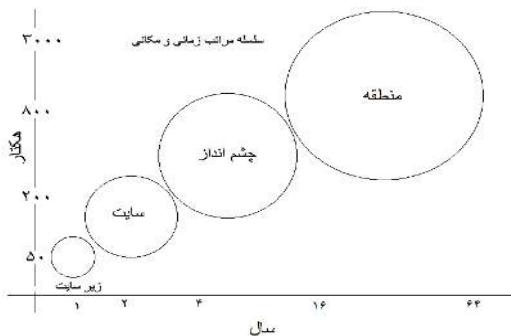
برای تعیین وضعیت مرتع از روش شش فاکتوری استفاده شد. در تعیین گرایش که جهت حرکت مرتع را به سمت قهقهه و کلیماکس نشان می‌دهد، از جمع امتیازات طبقه‌بندی وضعیت و مقایسه آن با سال قبل در سال‌های مختلف استفاده شد. عمل نمونه‌گیری و تعیین وضعیت، به مدت ۱۰ سال متوالی (از سال ۱۳۸۶ تا سال ۱۳۹۴) در منطقه مذکور، تکرار شد (۲۹). وضعیت و گرایش مرتع با توجه به پروژه پایش مرتع و تعیین ظرفیت علوفه‌ای طرح‌های مرتعداری که توسط محقق انجام شده است، محاسبه شد. تیپ گیاهی در هر سه ناحیه چرای، Astragalus ascendens- Daphne macronata Bromus tomentellus ترکیب گیاهی گونه‌هایی همچون Poa و Stipa barbata L. Aegopordon berardiioides bulbosa L. وجود دارد. کلاس خوشخوارکی گونه‌های گیاهی در ترکیب گیاهی تعیین شد (۱۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

مجموعه اطلاعات ثبت شده در بانک داده‌ها، در برنامه Excel، اطلاعات مذکور با استفاده از نرمافزار آنالیز SPSS شدن.

شناخت کمی و دقیق شرایط موجود در یک مقطع زمانی، تصویر روندها و دگرگونی‌هایی است که طی سال‌ها در جامعه مورد نظر ایجاد شود. با تلفیق نتایج و داده‌ها با

^۱. Riman



شکل ۴- سلسله مراتب مکانی و زمانی منظور شده جهت آنالیز داده‌ها (طراحی توسط محقق با توجه به طرح آزمایش و اهداف تحقیق)

نتایج

همان گونه که آمار توصیفی مربوط به پارامترهای اندازه‌گیری شده لکه‌های گیاهی (جدول ۱) بیان می‌کند، ناحیه ۳، با میانگین ۶۱/۷۸ و واریانس ۳۳/۳۹ بیشترین میزان طول لکه گیاهی را دارد. علاوه بر آن، عرض لکه‌ای در این ناحیه نیز دارای میانگین ۸۵/۸۲ و واریانس ۴۲/۲۸ است که نسبت به سایر ناحیه‌ها، دارای بیشترین مقدار است. نسبت میانگین طول لکه گیاهی به میانگین طول لکه عاری از پوشش، در ناحیه ۳ با مقدار ۱/۴۷ مقدار بیشتری از سایر مناطق دارد. در حالیکه میانگین ارتفاع لکه گیاهی و طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش) در ناحیه ۱ به ترتیب با مقدار ۹/۷۲ و ۲۲۸/۱۴ بیشترین مقدار را نسبت به سایر نواحی دارند.

مصنوعی میتوان به شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP)، شبکه تمام پایه شعاعی (RBF)، شبکه‌های تاخیری (TDNN)، شبکه‌های فیلد (HOPFIELD) و غیره اشاره کرد. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه دارای یک لایه ورودی با تعداد نرون برابر متغیرهای مستقل و تعدادی لایه پنهان و یک لایه خروجی است.

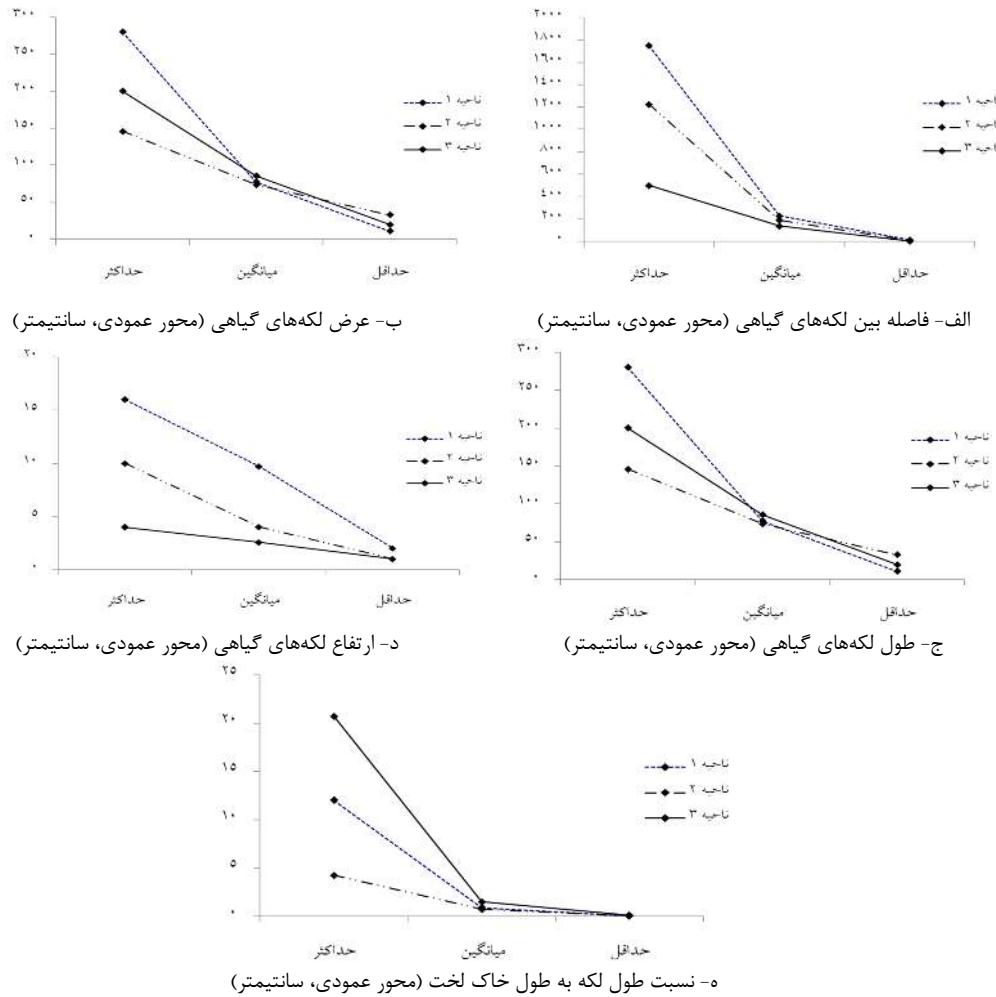
در این پژوهش از شبکه پرسپترون چند لایه (MLP) استفاده شده است. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه دارای یک لایه ورودی با تعداد نرون برابر متغیرهای مستقل (همان متغیرهای اندازه‌گیری شده ابعاد لکه‌های گیاهی) و تعدادی لایه پنهان و یک لایه خروجی (همان برگشت‌پذیری اکولوژیکی) است. در این تحقیق طول، عرض و ارتفاع لکه گیاهی، فاصله بین لکه‌های گیاهی و نسبت طول لکه به فاصله بین لکه‌های گیاهی به عنوان پارامترهای ورودی شبکه عصبی مصنوعی و پویایی اکولوژیکی به عنوان پارامتر خروجی در نظر گرفته شد. پس از تهیه مدل کمی پویایی، نتایج به صورت مدل مفهومی در محیط نرم‌افزار 2012 Matlab (7.10) ترسیم، تفسیر و ارائه گردید. برای تحلیل نتایج در یک محیط پویا نیاز به طراحی سلسله مراتب مکانی (از نظر ناحیه چرایی زیاد به کم) و زمانی (از نظر زمان از یک تا چند سال) بود. برای این منظور، داده‌ها در ابعاد زمانی و مکانی از کوچک به بزرگ با هم تلفیق و برای هر یک از سلسله مراتب مرتب و تحلیل شدند (شکل ۴).

جدول ۱- آمار توصیفی داده‌های مربوط به پارامترهای لکه‌ها گیاهی

۸ (ناحیه ۳)	۵ (ناحیه ۲)	۲/۵ (ناحیه ۱)	پارامتر اندازه گیری شده (سانتی‌متر)
			ظرفیت علوفه‌ای (واحد دامی در هکتار در ماه)
۶۱/۷۸	۵۳/۳۹	۶۰/۱۶	میانگین طول لکه گیاه
۳۳/۳۹	۳۱/۲۵	۵۸/۳۴	واریانس طول لکه گیاه
۸۵/۸۲	۷۳/۷۴	۷۷/۲۴	میانگین عرض لکه گیاه
۴۲/۲۸	۳۰/۵۳	۶۲/۴۱	واریانس عرض لکه گیاه
۹/۷۲	۴/۰۱	۲/۵۶	میانگین ارتفاع لکه گیاه
۳/۰۳	۱/۹۰	۰/۷۴	واریانس ارتفاع لکه گیاه
۱۳۷/۸۲	۱۹۱/۶۸	۲۲۸/۱۴	میانگین طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش)
۱۲۲/۱۷	۱۹۴/۰۹	۲۸۵/۸۴	واریانس طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش)
۱/۴۷	۰/۶۹	۰/۸۹	میانگین نسبت طول لکه گیاه به طول لکه خاک
۳/۰۳	۰/۸۴	۱/۸۳	واریانس نسبت طول لکه گیاه به طول لکه خاک

از سایر نواحی است. حداکثر ارتفاع لکه گیاهی و نسبت طول لکه به طول خاک لخت، در ناحیه ۳ بیشتر از سایر نواحی است.

شکل ۵؛ حداقل، میانگین و حداکثر پارامترهای لکه‌های گیاهی را در ناحیه‌های مختلف از لحاظ ظرفیت چراپی نشان می‌دهد. به طوریکه در این شکل مشاهده می‌شود، حداکثر و همچنین میانگین فاصله بین لکه‌های گیاهی در ناحیه ۱ بیشتر



شکل ۵- حداقل، میانگین و حداکثر پارامترهای لکه‌های گیاهی در مناطق با ظرفیت چراپی مختلف چراپی (ناحیه‌های چراپی)

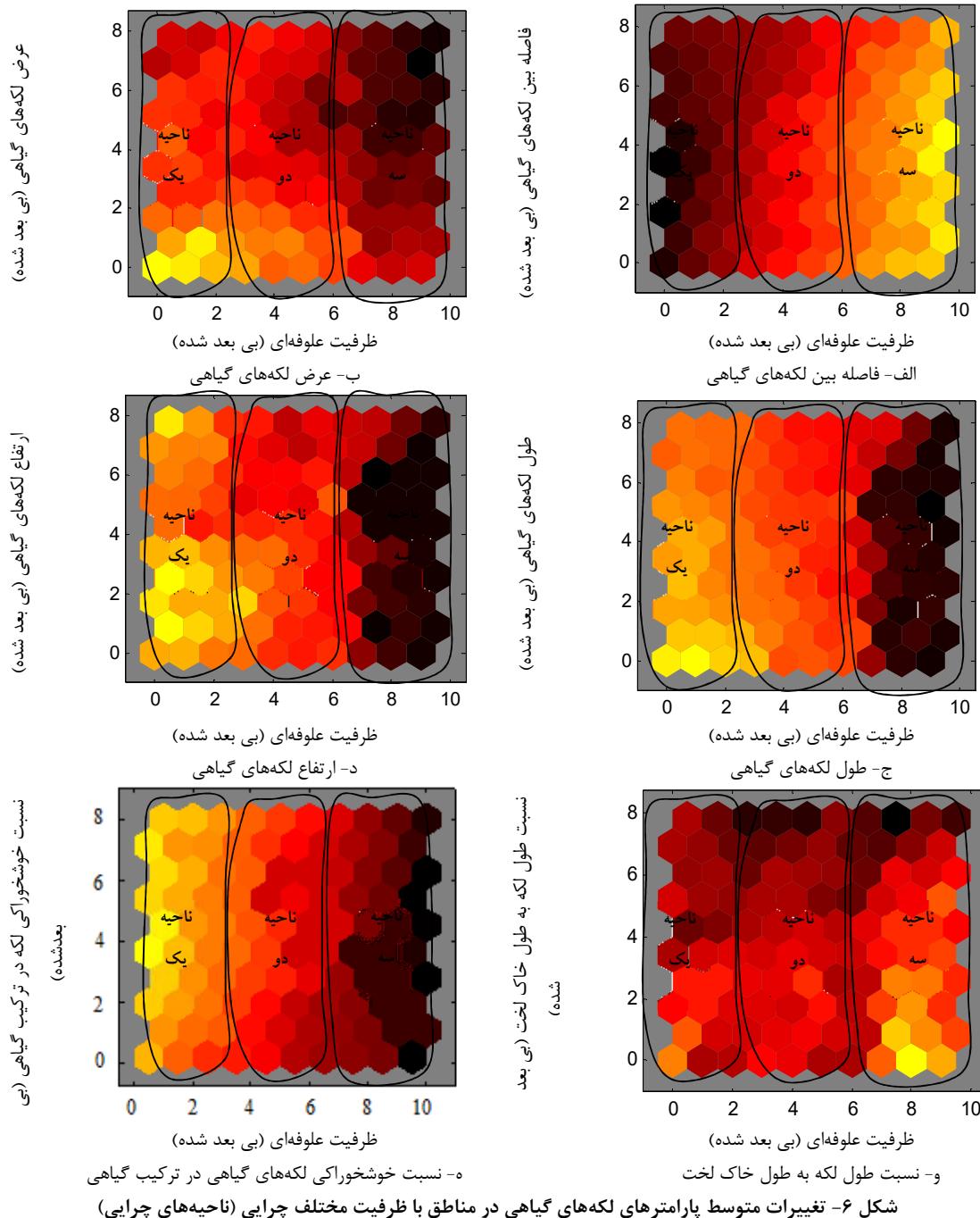
کلاس خوشخراکی گونه‌های گیاهی در ترکیب
لکه‌های گیاهی در جدول ۲ آورده شد.

جدول ۲- تغییرات سهم خوشخوارکی گونه‌های گیاهی در ترکیب گونه‌ای در طرفیت‌های علوفه‌ای متفاوت

۲/۵ واحد دامی در ماه	درصد در ترکیب گونه‌ای	کلاس خوشخوارکی (مختص گوسفند نژاد قشقابی)		گونه‌ی گیاهی
		۵ واحد دامی در ماه	۸ واحد دامی در ماه	
۸/۷	۲/۶	۳/۴	III	<i>Acanthophyllum bracteatum</i>
۲	۲/۲	۲/۵	I	<i>Agropyron elongatum</i>
۲/۵	۳/۷	۶/۴	I	<i>Agropyron tricophorum</i>
۱/۱	۲/۶	۲/۴	II	<i>Artemisia aucheri</i>
۷/۵	۳/۸	۱/۲	III	<i>Astragalus adsendense</i>
۳/۱	۲/۶	۳/۴	III	<i>Astragalus gossypianus</i>
۱/۵	۲/۳	۴/۲	II	<i>Boissiera squarrosa</i>
۱/۶	۳/۹	۵/۴	I	<i>Bromus tomentellus</i>
۸/۳	۰/۷	۲/۶	III	<i>Echinops faricus</i>
۰/۳	۴/۶	۵/۶	II	<i>Eryngium bilardieri</i>
۰/۶	۳	۴/۸	II	<i>Festuca ovina</i>
۱/۸	۶/۸	۳/۴	III	<i>Hordeum bulbosum L</i>
۲/۱	۴/۳	۶/۶	II	<i>Medicago sativa</i>
۷/۹	۴/۳	۰/۵	III	<i>Noaea minuta</i>
۲/۱	۴/۲	۶/۶	II	<i>Poa bulbosa</i>
۰/۸	۳/۷	۲/۳	III	<i>Prangus ferulaceae</i>
۳/۹	۴/۶	۴/۴	II	<i>Stachys inflate</i>
۰/۶	۲	۷/۲	I	<i>Stipa barbata</i>

فاصله لکه‌های گیاهی کاهش می‌یابد. به همین ترتیب طول لکه، عرض لکه، ارتفاع لکه‌های گیاهی و خوشخوارکی لکه‌های گیاهی افزایش می‌یابد. میزان نسبت طول لکه به طول خاک از ناحیه‌ی یک به ناحیه‌ی سه تغییرات منظمی نداشته است (شکل ۶). در این شکل، تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده در بازه‌ی ۱ الی ۱۰، مقیاس‌بندی شده اند.

نتایج حاصل از آنالیز شبکه عصبی با برقراری ارتباط بین مقادیر پارامترهای لکه‌های گیاهی در طول چهار سال تغییرات لکه‌های گیاهی را نشان می‌دهد. تن رنگ از کم به زیاد نشان دهنده‌ی افزایش مقدار پارامتر اندازه گیری شده است. از سمت چپ به سمت راست شکل از ناحیه‌ی یک (با ظرفیت علوفه‌ای ۲/۵ واحد دامی در ماه در هکتار) به ناحیه‌ی سه (با ظرفیت علوفه‌ای ۸ واحد دامی در ماه در هکتار)،

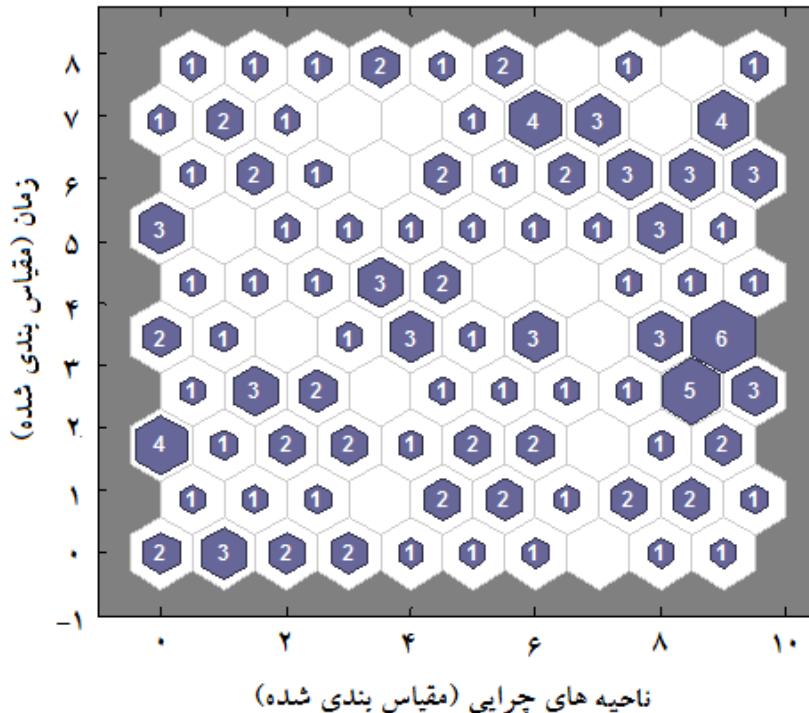


و- نسبت طول لکه به طول خاک لخت

نتایج بررسی پویایی لکه‌های گیاهی با توجه به روابط داخلی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط تحلیل شبکه‌ای نشان می‌دهد که پویایی لکه‌های گیاهی از سمت راست به سمت چپ افزایش می‌یابد. به طوریکه در ناحیه چرایی سه با فشار

چرایی کمتر در طول زمان پویایی لکه با رتبه‌ی حداقل ۶ ظاهر شده در حالیکه در ناحیه‌های دو و سه حداقل ۳ و ۴ ظاهر شده است (شکل ۷). در شکل زیر، عدد یک نشان‌دهنده پویایی کم لکه‌های گیاهی است که عمدتاً در فشارهای بالای چرایی اتفاق

می‌افتد. عدد ۶ نشان‌دهنده این است که لکه‌های گیاهی پویایی زیادی دارند و این حالت در منطقه قرق (بدون فشار چرا) اتفاق افتاد.



شکل ۷- پویایی لکه‌های گیاهی در ناحیه‌های چرایی (در شکل بالا، شش ضلعی‌های توپر نماینده مجموعه‌ای از لکه گیاهی و اعداد داخل آنها، نشان‌دهنده رتبه پویایی لکه‌ها است)

است. همان طور که در جدول مشاهده می‌گردد، وضعیت مرتع در مناطق مختلف ضعیف است.

وضعیت و گرایش مربوط به مناطق با ظرفیت مختلف واحد دامی در هکتار نیز در طول ۱۰ سال (۱۳۹۴-۱۳۸۶) برآورد و ثبت گردید. نتیجه حاصل از این بررسی در جدول ۳ خلاصه شده

جدول ۳- تعیین وضعیت و گرایش ناحیه‌های مختلف به لحاظ ظرفیت واحد دامی در هکتار در ماه (پروژه پایش مرتع و ارزیابی طرح‌های مرتعداری سمنیر)

سال	ناحیه ۳	ناحیه ۲	ناحیه ۱	وضعیت	جمع امتیاز
۱۳۹۴	۲۸	۳۰	۳۲	متوجه	۴۸/۷
۱۳۹	۳۲	۴۲/۷	۴۲/۷	ضعیف	۴۲/۷
۱۳۹۲	۲۳	۳۶/۲	۳۸/۲	ضعیف	۳۶/۲
۱۹۱	۲۵	۳۰	۳۹	ضعیف	۴۰/۵
۱۳۹۰	۲۹	۳۴	۴۰/۵	ضعیف	۳۸/۲
۱۲۸۹	۲۰	۲۴/۱	۳۸/۲	ضعیف	۳۳/۸
۱۳۸۸	۳۰	۳۳/۸	۴۳/۴	ضعیف	۴۳/۴
۱۳۸۷	۲۸	۳۱	۴۲/۵	ضعیف	۴۲/۵
۱۳۸۶	۳۱	۳۱	۱	ضعیف	۴۲/۵
مرتعداری سمنیر					
گرایش	ناحیه ۳	ناحیه ۲	ناحیه ۱		
-	-	+	+	⁻	*
-	+	+	+	-	*
-	-	+	-	+	*

محققان است (۴۵). از طرف دیگر، کاهش پوشش گیاهی منجر به تمرکز دامها بر روی باقی مانده پوشش گیاهی می‌شود؛ بنابراین پراکنش دامها یک بازخورد مثبت^۲ بین کاهش پوشش گیاهی و افزایش کاهش پوشش در نتیجه چرا، در باقیمانده لکه‌های گیاهی ایجاد کرده و منجر به تخریب بیشتر پوشش گیاهی شده است. لازم است توجه شود برای آنکه آشفتگی مثبت باشد، می‌بایست از توان تحمل اکوسیستم فراتر نباشد (برای مثال در این مراعت حداکثر آستانه توان تحمل نسبت به چرای دام ۲ داحد دامی است (۳۲)) در غیر اینصورت موجب عبور از آستانه تحمل و شکستگی اکوسیستم خواهد شد. از قرق و چرای دام به عنوان محرك باید استفاده کرد و با توجه به ظرفیت چرایی، میزان بارش و شرایط اقلیمی و تنوع گونه‌ای و بانک بذر خاک می‌توان هم پویایی ایجاد کرد، هم تقویت و ارتقاء وضعیت مرتع و هم برداشت با توجیه اقتصادی. در منطقه با فشار چرایی بالا (ناحیه ۱) تأثیر این تخریب بر پویایی لکه‌های گیاهی، با توجه به اینکه چرای مفترض دام به عنوان یک فشار محیطی بر اکوسیستم تحمیل شده است، از طریق کاهش طول لکه گیاهی و افزایش طول فضای عاری از پوشش نمایان شده است. برخی محققان نیز در مطالعه خود بر روی سیستم‌های چرایی در غرب افريقا به این نتیجه رسیدند که در طول یک گرادیان چرا، با توجه به شدت چرا (زیاد، متوسط، کم) سایز لکه‌های گیاهی تغییر می‌کند (۴۰). این نتیجه مشابه یافته سایر تحقیقات است، آنها با بررسی اثر فشار چرا در اطراف آبشخوار عنوان *Prosopis glandulosa* در نزدیکی آبشخوار (کمتر از ۵۰ متر) بسیار کمتر از نواحی دورتر (۴۵۰ متر) است (۳۳).

همچنین بررسی مقادیر حداکثر، میانگین و حداقل طول لکه گیاه و فضای عاری از پوشش، نیز بیانگر تاثیر چرای دام بر تغییر پویایی گیاهی است. با مشاهده شکل ۵ و ۶ در می‌یابیم که حداکثر و میانگین طول لکه گیاهی در ناحیه ۳ (منطقه با فشار چرایی کمتر) بسیار بیشتر از ناحیه ۱ (منطقه با فشار چرایی بیشتر) بوده و بالعکس حداکثر و میانگین طول فضای عاری از پوشش بسیار کمتر از ناحیه ۳

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد شدتهای چرایی در پویایی لکه‌های گیاهی و ارزیابی مراعت سمیرم اصفهان بسیار با اهمیت و غیرقابل‌چشم‌پوشی است. نتایج حاصل از تغییرات پویایی لکه‌ها با تحلیل شبکه نشان‌دهنده توانایی تحلیل شبکه در تغییرات پویایی لکه‌ها است (شکل ۷). به طوریکه پویایی لکه در طول گرادیان چرایی کاهش یافته است. نتایج هنگامیکه تغییرات لکه‌های گیاهی در طول گرادیان بررسی شد، نشان داد از ناحیه ۳ با فشار چرایی کمتر به سمت ناحیه ۱ با فشار چرایی بیشتر، تمامی پارامترهای لکه‌های کاهش یافته به غیر از فاصله بین لکه‌های گیاهی که با رنگ تیره در ناحیه ۱ قابل مشاهده است (شکل ۶). این نشان می‌دهد چرای دام بر تمامی ابعاد لکه‌های گیاهی اثرگذار است (با قابلیت اطمینان ۹۵ درصد). لکه‌های گیاهی به فشاری (در اینجا همان چرای دام) که بر آنها وارد می‌شود، واکنش زیادی نشان می‌دهند. حسینی (۲۰۱۱) اثر شدت چرا بر دینامیک لکه‌های گیاهی را بررسی نمود (۲۰). نتایج تحقیقات میردیلمی و سپهری (۲۰۱۱) حاکی از تغییر پارامترهای تعداد، اندازه و طول لکه‌های گیاهی در طول شدتهای مختلف چرایی بود (۲۷). همچنین سایر محققین در مطالعه خود بر روی سیستم‌های چرایی در غرب آفریقا به این نتیجه رسیدند که در طول یک گرادیان چرا، با توجه به شدت چرا (زیاد، متوسط و کم) اندازه لکه‌های گیاهی تغییر می‌کند (۴۱). مطابق با نتایج سایر تحقیقات، شرایط بوم‌شناختی به ویژه محدودیت بارندگی و منابع غذایی، با رقبابت بین گیاهان برای زندگمانی، پیشرفت و توسعه گیاهان را در مناطقی که چرای دام زیاد است محدود می‌کند و در نتیجه آن منجر به افزایش فاصله بین لکه‌های گیاهی می‌شود (۲).

در مراعت نیمه‌استپی سمیرم به ویژه در ناحیه یک و دو، افزایش فشار چرای دام کاهش پوشش گیاهی را به دنبال داشته که منجر به کاهش آب قابل دسترس در باقی‌مانده لکه‌های گیاهی شده و تولید گیاهی را در داخل لکه‌های گیاهی کاهش داده است. بنابراین توزیع مکانی آب سطحی یک بازخورد منفی^۱ بین پوشش گیاهی کاهش یافته و فضای بین لکه‌های ایجاد نموده است. این نتیجه مشابه یافته

²-Positive feedback

¹-Negative feedback

محاسبه می‌گردد؛ به نظر می‌رسد که ابعاد لکه‌های گیاهی در ناحیه چرایی قرق (ناحیه ۳) بهتر است و پویایی لکه‌های گیاهی افزایش یافته باشد اما به علت تاثیر پارامترهای خاکی در تعیین امتیاز نهایی وضعیت؛ مقدار این عدد بیانگر تغییر در وضعیت مرتع در اثر اعمال قرق نبوده و همچنان دال بر وجود وضعیت فقیر است، دیگر اینکه، به نظر می‌رسد تعداد سالهای در نظر گرفته شده (۱۰ سال) برای بررسی وضعیت مرتع با توجه به شرایط قهقهای موجود در مراتع سمیرم و لزوم مدت زمان زیاد برای تغییر وضعیت مرتع نمی‌تواند به خوبی نشانده‌شده تاثیر قرق بر تغییر وضعیت مرتع باشد. بنابراین مشاهده می‌شود که مطالعه تغییرات پویایی گیاهان، منعکس‌کننده تاثیر واقعی مدیریت اعمال شده بر عرصه بوده و علاوه بر هزینه کمتر در مدت زمان کوتاه‌تری انجام پذیر است.

نکته‌ای دیگر که ذکر آن در این مبحث ضروری به نظر می‌رسد؛ این است که با توجه به این که یکی از اهداف مدیریت قرق، افزایش پوشش گیاهی گونه‌های خوشخوارک *Stipa Poa bulbosa Bromus tomentellus* و *Agropyron elongatum barbata* (از جمله *Agropyron elongatum*) به منظور پیشگیری از فرسایش است؛ بررسی پویایی پوشش گیاهی از طریق تغییرات طول لکه گیاهی و فضای بین لکه‌های ضمن توجه به ترکیب گونه‌ای می‌تواند به عنوان شاخصی سریع و کم‌هزینه نشان‌دهنده میزان دسترسی به این هدف باشد. از این رو به نظر می‌رسد بررسی تغییرات پویایی گیاهان در طول گردابیان‌های محیطی و حتی مدیریتی معرف خوبی در ارزیابی وضعیت اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه خشک باشد. به طوریکه به عنوان یک ابزار مدیریتی قوی؛ از طریق کاهش یا افزایش فشار بر مرتع، می‌توان الگوی پویایی لکه‌های گیاهی و گونه‌های موجود در ترکیب گیاهی را به سمت بوته‌ای یا درختچه‌ای، یا به سمت علفی و گندمیان سوق داد. علاوه بر آن از روی تغییر الگوی پویایی لکه‌های گیاهی و تغییرات گونه‌ها در ترکیب گونه‌ای می‌توان وضعیت و میزان فشار واردہ به مرتع را درک و تجزیه و تحلیل نمود. به طور کلی در مرتع با وضعیت خوب، مدیریت چرا توصیه می‌شود و چرایی متوسط بر اساس ظرفیت چرای دام است که با رعایت ضریب برداشت ۵۰ درصدی انجام می‌شود و چرای شدید، بیش از ضریب برداشت مجاز است و فشار

است. این نتایج نیز همانند نتایج قبلی موید تاثیر چرای دام بر تغییر پویایی گیاهی است.

همانطورکه نتایج شبکه عصبی در پویایی لکه‌های گیاهی نشان داد، پویایی لکه‌های گیاهی عمدتاً گراس‌هایی از قبیل *Bromus tomentellus*, *Agropyron elongatum*, *Agropyron tricophorum* ناحیه ۱ به ناحیه ۳ افزایش می‌یابد (جدول ۲) و این پویایی بهویژه با پارامترهای طول لکه‌ها و فاصله بین لکه‌های گیاهی قابل ردیابی است. در حالی که در این تحقیق به نظر می‌رسد نسبت طول لکه به فاصله بین لکه شاخص مناسبی برای سنجش پویایی لکه‌های گیاهی نیست. همانطور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود، در طول گردابیان فشار چرایی، نسبت طول لکه‌ها به فاصله بین لکه‌های گیاهی تغییرات منظمی نداشته است. این با نتایج مطالعات انجام شده توسط محققین دیگر متناقض است. آنها میانگین نسبت طول لکه گیاه به طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش) را در قرق و خارج از قرق نسبت به دو فاکتور طول و فاصله بین ابعاد لکه‌های گیاهی فاکتور بهتری در نشان دادن تغییرات پویایی لکه‌های گیاهی عنوان داشتند (۳۹).

بررسی پارامترهای فوق (طول لکه گیاهی، طول فضای عاری از پوشش، عرض لکه گیاهی، ارتفاع لکه گیاهی، نسبت طول لکه به طول فضای بین لکه) بیانگر تاثیر چرای دام بر تغییر پویایی گیاهان در مراتع سمیرم بوده است، در حالیکه بررسی وضعیت و گرایش مرتع با استفاده از یک دوره آمار ۱۰ ساله (جدول ۳) نشان می‌دهد که پس از گذشت ۱۰ سال از اعمال قرق (ناحیه چرایی ۳)، وضعیت مرتع در حالت فقیر باقی مانده است. زیرا نتایج حاصل از پارامترهای دینامیکی (تعداد، طول لکه‌های گیاهی و ارتفاع لکه‌های گیاهی) نشان می‌دهد که قرق باعث بهبود گیاهان و پوشش گیاهی شده است، اما با توجه به تخریب بیش از حد اکوسیستم، این تاثیر در حد و اندازه‌ای نبوده است که منجر به تغییر الگوی پراکنش از حالت منظم به حالت تصادفی (اکوسیستم با شرایط ایده‌آل) گردد. به نظر می‌رسد که عدم تغییر در وضعیت و گرایش مرتع؛ به دو علت باشد: اول اینکه چون در بررسی وضعیت و گرایش مرتع، هم پارامترهای خاکی و هم پارامترهای پوشش مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز نهایی وضعیت و گرایش بر اساس جمع این دو پارامتر

بهترین شیوه احیاء مراتع اجرای سیستم چرای گردشی است به گونه‌ای که هر ساله به بخشی از مراتع استراحت داده شود.

بر مراتع وارد می‌شود. چرای سبک کمتر از ظرفیت چرای دام است و بخشی از علوفه برداشت نمی‌شود. در منطقه مورد مطالعه با توجه به میزان بارش، تنوع و غنای گونه‌ای

References

1. Abedi, M., H. Arzani., E. Shahriyari., D.J. Tongway & M. Aminzade, 2007. Assessment of range ecosystem patches structure and function at the arid and semi-arid area. *Journal of Environmental Studies*, 40: 117-126.
2. Aguiar, M.R. & O. Sala., 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends Ecology Evolution*, 14 (7): 273-277.
3. Alder, P.B. & W.K. Lauenorth., 2000. Livestock exclusion increases the spatial heterogeneity of vegetation in Colorado short grass steppe. *International Journal of vegetation Science*, 2: 213-232.
4. Balph, D.F. & J.C. Maechech., 1985. Cattle trampling of crested wheatgrass under short-duration grazing. *Journal of Range Management*, 38: 226-227.
5. Bastin, G., 2005. Change in the rangelands of the desert uplands region, Queensland. Report to the Australian Collaborative Rangeland Information System (ACRIS) Management Committee, CSIRO Sustainable Ecosystems, Alice Springs. CSIRO Alice Springs, 156pp.
6. Bruno, J.F., J.J. Stachowicz & M. Bertness, 2003. In clarions of facilitation into ecological theory. *Trends Ecology*, 18: 119-125.
7. Chambers, J.C. & G. Brown., 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on Mivds. Intermountain Forest and Range Experiment Station. General technical report. INT-151. Data: Rangelands Audit Project 1.1, National Land and Water Resources Audit, Canberra, 35 p.
8. Collins, S.L., 1987. Interactions of disturbance in tall grass prairie: A field experiment. *Journal of Ecology*, 68: 1243-1250.
9. Collins, S.L., 1998. Modulation of diversity by grazing and mowing in native tall grass prairie. *Journal of Science*, 280: 745-746.
10. Eteraf, H., M.R. Javadi & S.A. Hosseini, 2012. Effects of livestock grazing on rangeland vegetation in saline and alkali. *Journal of Natural Resources Conservation and Utilization*, 1(3): 97-110. (In Persian)
11. Fattah, M., 2007. Investigating the qualify and quality of vegetation trends in Poshtkoh rangelands of Yazd during past decade (1986-1998). *Journal of Pajouhesh and Sazandegi*, 12(42): 31-35. (In Persian)
12. Fayaz, M., & H. Yeganeh Badrabadi., 2015. Preference Value of Range Plants of Iran Volum one Semi - Steppic and High Mountains Rangelands of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization Research Institute of Forests and Rangelands, 168p. (In Persian)
13. Guevara, J.C., J.B. Cavagnaro., O.R. Estevez., H.N. Le Houerou & C.R. Stasi, 1997. Productivity, management and development problems in the arid rangelands of the central Mendoza plains (Argentina). *Journal of arid Environments*, 35: 575-600.
14. Guevara, J.C., P. Sussuna & P. Felker, 2009. Opuntia forage production systems: Status and prospects for rangeland application. *Journal of Rangeland Ecology and Management*, 62: 428-434.
15. Harrington, G.N., A.D. Wilson & M.D. Young, 1984. Management of Australians rangeland. CSIRO. 354p.
16. Heady, H.F., 1975. Rangeland management, Mc Graw. Hill Book Company. San Francisco. U.S.A.
17. Herrick, J.E. & M.M. Wander., 1998. Relationships between soil organic carbon and soil quality in cropped and rangeland soils: the importance of distribution, composition, and soil biological activity In: Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Steward, B.A. (Eds), *Soil Processes and the Carbon Cycle* CRC-Lewis, Boca Raton, FL, pp. 405-425.
18. Heshmati, Gh.A., A.A. Karimian., P. Karami & M. Amirkhani, 2007. Qualitative assessment of hilly range ecosystems potential at Inche-boron area of Golestan province. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resource*, 14(1): 1-9. (In Persian)
19. Hickman, K.R. & D.C. Cochran., 1996. Effects of grazing systems and stocking rates on plant species diversity in Kansas tall grass prairie. In: West N. E. (Ed), *Proceeding Fifth International Rangelands Congress*. Society for Range Management, Den ever, 228-229.
20. Hosseini, S.A., 2011. Investigating effective factors on plant patches dynamic of saline and alkali rangeland of Gorgan plain. Ph.D. Dissertation of Rangeland Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 130 p. (In Persian)
21. Houerou, H.N.I. & C.H. Hoste., 1997. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in African Sahelo-Sudanian zone. *Journal of Range Management*, 30: 181-189.

22. Hu, Y.H. & J.H. Neng., 2001. Handbook of neural network signal processing, CRC Press.
23. Khodagholi, M., 2004. Plant vegetation types of Semiroom (Ecological regions of Iran). Forest and Rangeland Research Institution, 125p. (In Persian)
24. Ludwig, J.A., D.J. Tongway., G. Bastin & C. James, 2004. Monitoring ecological indicators of rangeland functional integrity and their relation to biodiversity at local to regional scales. *Austral Ecology*, 29: 108–120.
25. Ludwig, J.A., R.W. Eager., R.J. Williams & L.M. Lowe, 1999. Declines in vegetation patches, plant diversity, and grasshopper diversity Near cattle watering-points in the Victoria river district, Northern Australia, *The Rangeland Journal*, 21(1): 135-149.
26. Miller, M.E., 2005. The Structure and Functioning of Dry land Ecosystems Conceptual Models to Inform Long-Term Ecological Monitoring. USGS-BRD Scientific Investigations Report, USGS, 79pp.
27. Mirdeylami, S.Z. & A. Sepehry., 2011. The comparing of plot size in estimating the quantitative characteristics of species in enclosure and non enclosure rangelands of Calpush plain. *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, 91: 38-44. (In Persian)
28. Mirdeylami, S.Z. & S.A. Hosseini., 2015. Investigation of grazing intensities on strauctural attributes of plant patches in Inchebroun Rangelands, Golestan Province. *Journal of Rangeland*, 9(2): 195-205. (In Persian)
29. Moradi, E. & G.H. Hesmati., 2013. Comparing the species diversity, richness and evenness in rangelands sites with various forage capacities, Case study: Semiroom semi-arid rangelands. *Journal of Rangeland*, 7: 168-177. (In Persian)
30. Moradi, E. & M. Mofidi., 2012. Effects of grazing exclosure on vegetation in Semi- Steppe rangelands of Semiroom in Isfahan (Case study: Hana). *Journal of Rangeland*, 6: 272-281. (In Persian)
31. Moradi, E., 2007. Seasonal variation of Total Non-structural Carbohydrate (TNC) levels in "*Bromus tomentellus*" on moderately and heavy grazed sites in Semiroom. Isfahan University of tech. 31p. (In Persian)
32. Moradi, E., 2016. Ecological resilience of semi-arid mountain rangelands to livestock grazing (Case study: Semiroom rangelands). Ph.D thesis in Rangeland Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 312p. (In Persian)
33. Nash, M.S., E. Jackson & W.G. Whitford, 2003. Soil microtopography on grazing gradients in Chihuahuan Desert grasslands. *Journal of Arid Environments*, 55: 181-192.
34. Pickett, S.T.A., 2008. Mosaics and Patch Dynamics, Wikipedia.
35. Pimm, S.L., 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Journal of Nature*, 307: 321-326.
36. Rangeland monitoring project, 2009. Forests, Rangelands and Watershed Managemet Organization, Tehran, 124p.
37. Reynolds, J.F., D.M. Stafford Smith., E.F. Lambin., B.L. Turner., S.M. Mortimore., P.Batterbury., T.E. Downing., R.J. Fernández., H. Dowlatabadi., J.E. Herrick., E.H. Sannwald., H. Jiang., R. Leemans., T. Lynam., F.T. Maestre., M. Ayarza & B. Walker, 2007. Global desertification: Building a science for dry land development. *Science*, 316: 847-851.
38. Rezashateri, M., 2009. Investigating relation between microtopography and plant patches distribution of Inchebroun rangeland. Ms.C. Thesis of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 80 p. (In Persian)
39. Rietkerk, M., P. Ketner., J. Burger., B. Hoorens & H. Olff, 2000. Multi scale soil and vegetation patchiness along a gradient of herbivore impact in a semi-arid grazing system in West Africa. *Journal of Plant Ecology*, 148: 207-224.
40. Shekl abadi, M., H. Khademi., M. Karimian eghbal & F. Noorbakhsh, 2007. Effect of climate and long-time enclosure on some bio-indicators of soil quality in part of Central Zagros rangelands. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11(41): 103-115. (In Persian)
41. Stachowicz, J.J., 2001. Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities. *Bioscience*, 51(3): 235-246.
42. Stodart, L.A., A.D. Smith & T.W. Box, 1975. Range management. McGrawHill, New York, 3rd edn.
43. Tongway, D.J. & N.L. Hindley., 2004. Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland function. *African Journal of Range and Forest Science*, 21: 41-45.
44. Van de Koppel, J. & M. Rietkerk., 2004. Spatial interactions and resilience in arid ecosystems. *American Naturalist*, 163(1): 113-121.
45. Yaynecht, T., L.O. Eik & S.R. Moec, 2009. The effects of exposures in restoring degraded semi-arid vegetation in communal grazing lands in northern Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 73: 542-549.