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

عزت اله مرادی*[۱]، غلامعلی حشمتی[۲] و امیر احمد دهقانی[۳]

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 مراتع خشک و نیمه‌خشک، چرای دام به‌عنوان 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 مراتع 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، مراتع سمیرم.

۱- دکتری علوم مرتع، گرایش اکولوژی، 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

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 به‌صورت لکه‌های گیاهی[1] ظاهر می‌شود که به شکل جزایری توسط خاک لخت[2]محاصره شده‌اند (۲). لکه‌های گیاهی دارای اشکال مشخص یا پیکربندی مکانی[3]هستند (۳۴).

لکه‌های گیاهی در یک اکوسیستم پویا هستند. در اکوسیستم‌های مرتعی، یک لکه گیاهی در یکی از سه حالت زیر یافت می‌شود: پتانسیل (نهفته)، فعال و تخریب شده. لکه‌هایی که در وضعیت پتانسیل هستند در حین استقرار[4] 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"[5] 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 معرف‌های 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).

در مراتع خشک و نیمه‌خشک، چرای دام به‌عنوان 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 چرا، قرق به معنی عدم چرای دام، به‌عنوان 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 ۱۱).

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 بوته ای خشبی و کاهش گونه‌های خوشخوراک متأثر از چرای دام توسط محققان گزارش شده است (۱۳ و ۱۴). نظر به اینکه دام گزینشی چرا می‌نماید (۱۵) بر گونه‌های خوشخوراک فشار بیشتری در اثر اعمال چرای دام وارد می‌شود.

بسیاری از محققان در اقصی نقاط دنیا، اکوسیستم‌های مرتعی و بیابانی را از لحاظ موفقیت 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

[1] -Patch
[2] - Inter patch
[6]-Spatial configuration
[7]- Colonization
[8]-Patch dynamic

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

بررسی می‌شود (۱۷ و ۲۴). برخی محققان بیان کردند با توجه به تأثیر 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 یافت و به‌عنوان شاخص‌های مدیریتی استفاده کرد (۴۱). تغییرات دینامیکی گیاهان از طریق مطالعه تغییرات طول لکه‌های گیاهی و فضاهای بین لکه‌ای می‌تواند به خوبی نماینده تغییرات دینامیکی و پویایی گیاهان در پاسخ به فشارهای محیطی و روند بیابانزایی باشند (۳۹). از طرفی تحقیقات نشان داده است مطالعه توزیع فراوانی و ابعاد لکه‌های گیاهی، شاخصی از فشار محیطی است که می‌تواند به‌عنوان علامت هشدار دهنده‌ای برای گرایش وضعیت مراتع 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 چرای دام باعث تغییر توزیع مکانی پوشش گیاهی مراتع می‌شود (۳). محققین با مطالعه بر روی اثر فشار چرا اطراف آبشخوار به این نتیجه رسیدند که سایز و ارتفاع لکه‌ها در نزدیکی آبشخوار (کمتر از ۵۰ متر) بسیار کمتر از نواحی دورتر (۴۵۰ متر) است. لکه‌های گیاهی عمدتاً متشکل از گونه‌های گندمیان، *Halocnemum strobilaceum*، *Halostachys caspica*، *Aeluropus lagopoides* و *Aeluropus littoralis* است (۱۰ و ۳۳).

در اکثر سیستم‌های طبیعی، چرا به‌عنوان یک عامل اثرگذار بر پوشش گیاهی؛ مطرح بوده (۱۶)، در عین حال؛ اعمال مدیریت صحیح و اتخاذ روش‌های مناسب احیای مراتع 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 فضاهای بین لکه‌ای تعادل اکولوژیکی برقرار است. این رابطه تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف قرار می‌گیرد و از آنجایی که فاکتورهای تغییر دهنده لکه‌های کوچک مقیاس، همان فاکتورهایی هستند که منجر به تغییرات بزرگ مقیاس (از قبیل بیابان‌زایی) می‌شوند؛ بررسی تعادل اکولوژیکی موجود در مراتع، ضمن انعکاس مدیریت اعمال شده، بر نحوه تصمیم گیری برای آینده نیز موثر خواهد بود. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که عامل چرای دام مهمترین عامل ایجاد آشفتگی[1] و فشار محیطی در برخی مراتع است (۳۹). پژوهش حاضر با تحلیل الگوی فضایی و پویایی لکه‌های گیاهی مراتع در سه فشار چرایی بدون فشار چرا/قرق (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 مراتع کوهسری سمیرم پرداخته است.

مواد و روش‌ها

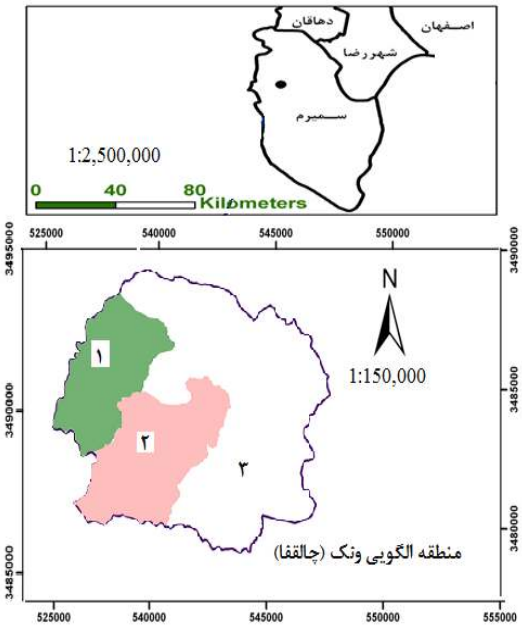
منطقه مورد مطالعه

مراتع 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 قزلرخانی ۱۲۰۳ هکتار) را شامل گردیده و در ۳۰ کیلومتری غرب شهرستان سمیرم استان اصفهان در طول جغرافیایی ۵۳۳۰۰۰ تا ۵۳۹۰۰۰ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴۷۱۰۰۰۰ تا ۳۴۷۸۰۰۰ شمالی بر حسب سیستم جهانی مرکاتور (متریک) واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن نیمه‌خشک است (۳۰). متوسط ارتفاع از سطح دریا، میانگین بارندگی ۱۰ ساله و متوسط درجه حرارت سالیانه به ترتیب ۲۷۵۲ متر، ۳۹۹/۵ میلی‌متر و ۱۰/۶ درجه سانتیگراد است. منطقه کوهستانی بوده و از نظر خاک کم عمق و غیر یکنواخت است (۲۳). بر اساس روش فیزیونومی دو گونه *Astragalus adscendens* و *Daphne macronata* گونه‌های غالب منطقه هستند و تیپ‌بندی منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. این دو گونه با توجه به نقش آنها در حفاظت از خاک و عمل به‌عنوان گونه‌های پرستار از جایگاه اکولوژیکی بالایی برخوردارند (۳۱).

[1]-Disturbance

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، شماره‌های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب سامان‌های 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[1] متفاوت تعیین گردید. این ناحیه‌ها، گویای فشار چرایی هستند. نمایی از مراتع 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 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 به‌عنوان منطقه با فشار چرای متوسط (ناحیه ۲) و منطقه سوم: ناحیه با ظرفیت علوفه‌ای ۲/۵ واحد دامی در ماه به‌عنوان 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 پروژه پایش مراتع 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 سانتی‌متر مربعی (۲۵×۲۵) برای گلسنگ‌ها، ۳ متر مربعی (۱/۵×۲) 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 متوالی) 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 آزیموت و سیستم موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS Garmin) استفاده شده است.

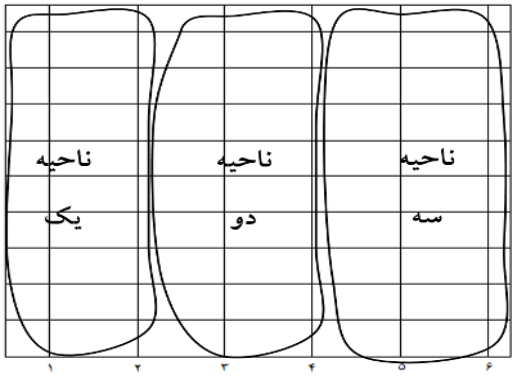
[1] . Animal Unit per Month (AUM).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]



شکل ۲- نمایی از مرتع سمیرم تحت چرای دام



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

برای تعیین وضعیت مرتع از روش شش فاکتوری استفاده شد. در تعیین گرایش که جهت حرکت مرتع را به سمت قهقرا 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 مراتع و تعیین ظرفیت علوفه‌ای طرح‌های مرتعداری که توسط محقق انجام شده است، محاسبه شد. تیپ گیاهی در هر سه ناحیه چرایی، *Astragalus adscendens- Daphne macronata* بود. در ترکیب گیاهی گونه‌هایی همچون *Bromus tomentellus*، *Aegopordon berardioides*، *Stipa barbata* L. و *Poa bulbosa* L. وجود دارد. کلاس خوشخوراکی گونه‌های گیاهی در ترکیب گیاهی تعیین شد (۱۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

مجموعه اطلاعات ثبت شده در بانک داده‌ها، در برنامه صفحه گسترده مرتب شده و پس از کنترل و تکمیل داده‌ها در محیط Excel، اطلاعات مذکور با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز شدند.

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 استفاده از قضیه ریاضیاتی ریمان[1] 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.

معادله ۱:
$$R_r = \left(\frac{Initial - New}{Initial}\right)100$$

ابتدا (Rr) که همان پویایی لکه‌ها در هر یک از پارامترهای مورد مطالعه است، وضعیت هر پارامتر (New) نسبت به وضعیت اولیه آن (Initial) سنجیده شده و در هر یک از سال‌ها (i 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:

معادله ۲:
$$Rt = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Rr}{n100}\right)100$$

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، (7.10) اجرا گردید (۳۵).

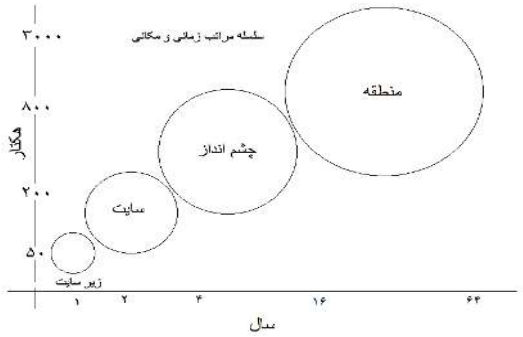
شبکه‌های عصبی مصنوعی مجموعه‌ای از عناصر پردازش ساده (نرون‌ها) هستند که می‌توانند رفتار غیر خطی پیچیده را از ارتباط ذاتی بین متغیرهای وابسته و مستقل شبیه‌سازی نمایند (۲۲). از انواع مختلف شبکه‌های عصبی

[1]. Riman

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

مصنوعی میتوان به شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP)، شبکه تمام پایه شعاعی (RBF)، شبکه‌های تاخیری (TDNN)، شبکه‌هاپفیلد (HOPFILD) 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 به‌عنوان پارامترهای ورودی شبکه عصبی مصنوعی و پویایی اکولوژیکی به‌عنوان پارامتر خروجی در نظر گرفته شد. پس از تهیه مدل کمی پویایی، نتایج به‌صورت مدل مفهومی در محیط نرم‌افزار Matlab (7.10) 2012، 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).



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

نتایج

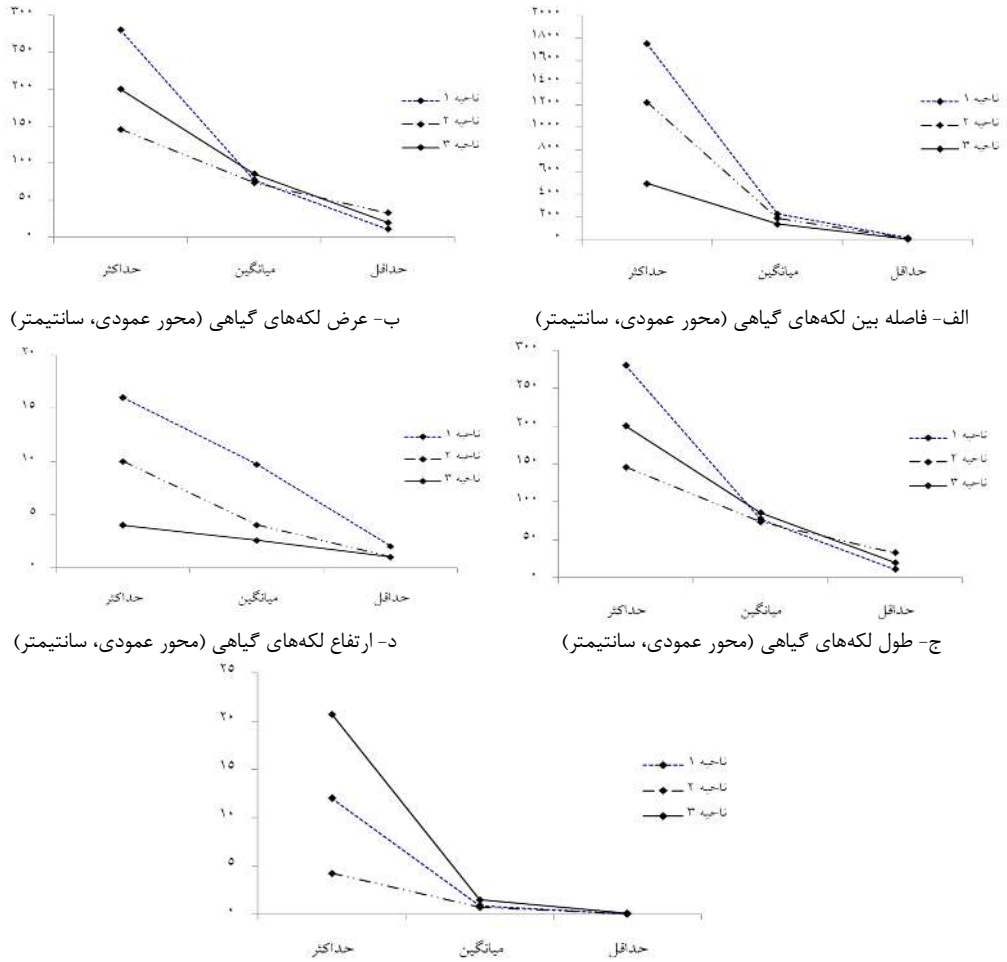
همان گونه که آمار توصیفی مربوط به پارامترهای اندازه‌گیری شده لکه‌های گیاهی (جدول ۱) بیان می‌کند، ناحیه ۳، با میانگین ۶۱/۷۸ و واریانس ۳۳/۳۹ بیشترین میزان طول لکه گیاهی را دارد. علاوه بر آن؛ عرض لکه‌ای در این ناحیه نیز دارای میانگین ۸۵/۸۲ و واریانس ۴۲/۲۸ است که نسبت به سایر ناحیه‌ها، دارای بیشترین مقدار است. نسبت میانگین طول لکه گیاهی به میانگین طول لکه عاری از پوشش، در ناحیه ۳ با مقدار۱/۴۷ مقدار بیشتری از سایر مناطق دارد. درحالیکه میانگین ارتفاع لکه گیاهی و طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش) در ناحیه ۱ به‌ترتیب با مقدار ۹/۷۲ و ۲۲۸/۱۴ بیشترین مقدار را نسبت به سایر نواحی دارند.

جدول ۱- آمار توصیفی داده‌های مربوط به پارامترهای لکه‌ها گیاهی

ظرفیت علوفه ای (واحد دامی در هکتار در ماه) / پارامتر اندازه گیری شده (سانتی‌متر)	۲/۵ (ناحیه ۱)	۵ (ناحیه ۲)	۸ (ناحیه ۳)
میانگین طول لکه گیاه	۶۰/۸۶	۵۳/۳۹	۶۱/۷۸
واریانس طول لکه گیاه	۵۸/۳۴	۳۱/۲۵	۳۳/۳۹
میانگین عرض لکه گیاه	۷۷/۲۴	۷۳/۷۴	۸۵/۸۲
واریانس عرض لکه گیاه	۶۲/۴۱	۳۰/۵۳	۴۲/۲۸
میانگین ارتفاع لکه گیاه	۲/۵۶	۴/۰۱	۹/۷۲
واریانس ارتفاع لکه گیاه	۰/۷۴	۱/۹۰	۳/۵۳
میانگین طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش)	۲۲۸/۱۴	۱۹۱/۶۸	۱۳۷/۸۲
واریانس طول لکه خاک (فضای عاری از پوشش)	۲۸۵/۸۴	۱۹۴/۰۹	۱۲۲/۱۷
میانگین نسبت طول لکه گیاه به طول لکه خاک	۰/۸۹	۰/۶۹	۱/۴۷
واریانس نسبت طول لکه گیاه به طول لکه خاک	۱/۸۳	۰/۸۴	۳/۰۳

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

شکل ۵؛ حداقل، میانگین و حداکثر پارامترهای لکه‌های گیاهی را در ناحیه‌های مختلف از لحاظ ظرفیت چرایی نشان می‌دهد. به طوریکه در این شکل مشاهده می‌شود، حداکثر و همچنین میانگین فاصله بین لکه‌های گیاهی در ناحیه ۱ بیشتر از سایر نواحی است. حداکثر ارتفاع لکه گیاهی و نسبت طول لکه به طول خاک لخت، در ناحیه ۳ بیشتر از سایر نواحی است.



الف- فاصله بین لکه‌های گیاهی (محور عمودی، سانتیمتر)

ب- عرض لکه‌های گیاهی (محور عمودی، سانتیمتر)

ج- طول لکه‌های گیاهی (محور عمودی، سانتیمتر)

د- ارتفاع لکه‌های گیاهی (محور عمودی، سانتیمتر)

ه- نسبت طول لکه به طول خاک لخت (محور عمودی، سانتیمتر)

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

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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

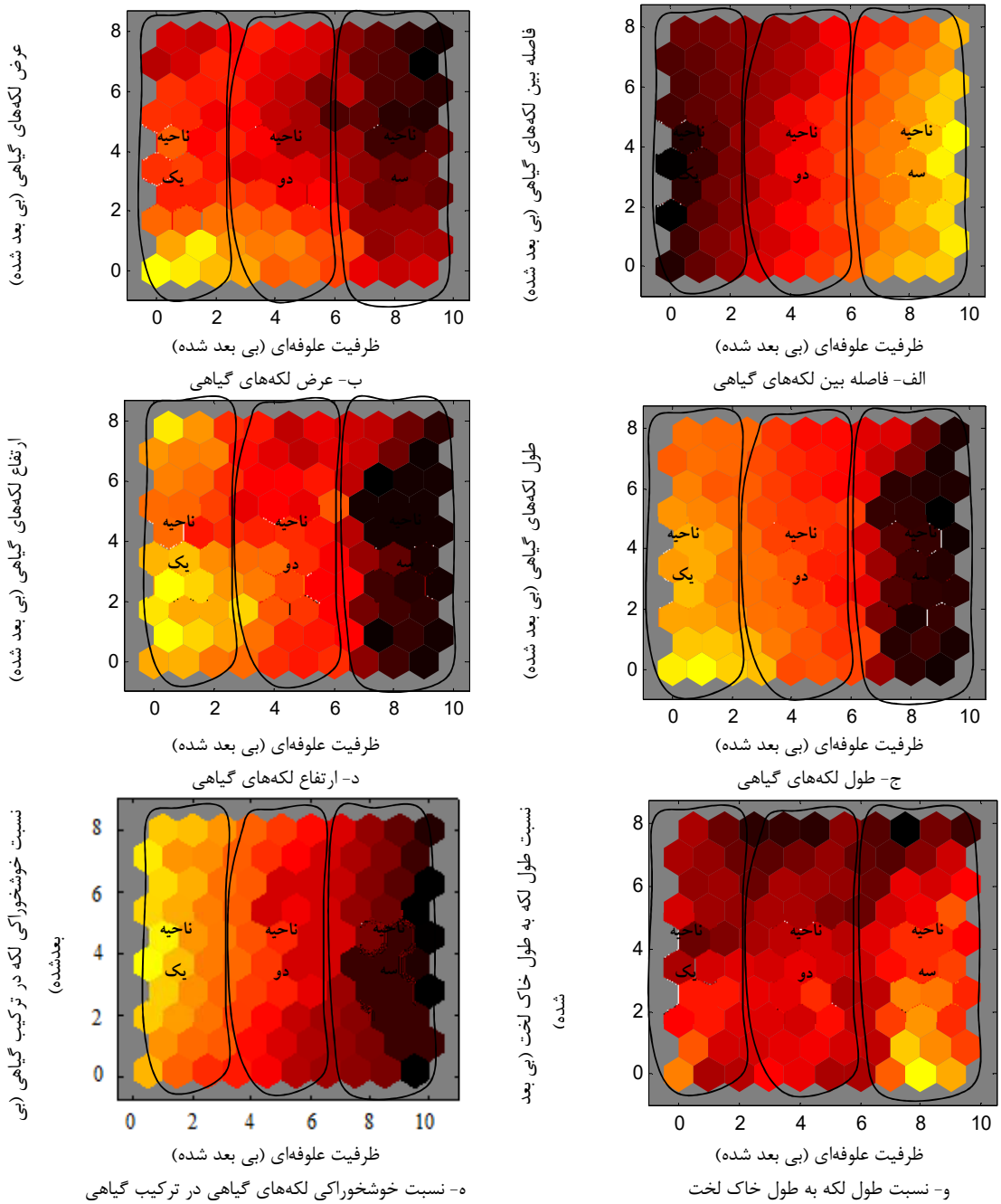
جدول ۲- تغییرات سهم خوشخوراکی گونه‌های گیاهی در ترکیب گونه‌ای در ظرفیت‌های علوفه‌ای متفاوت

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

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 ناحیه-ی سه (با ظرفیت علوفه ای ۸ واحد دامی در ماه در هکتار)، فاصله لکه‌های گیاهی کاهش می‌یابد. به همین ترتیب طول لکه، عرض لکه، ارتفاع لکه‌های گیاهی و خوشخوراکی لکه-های 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]



الف- فاصله بین لکه‌های گیاهی

ب- عرض لکه‌های گیاهی

ج- طول لکه‌های گیاهی

د- ارتفاع لکه‌های گیاهی

و- نسبت طول لکه به طول خاک لخت

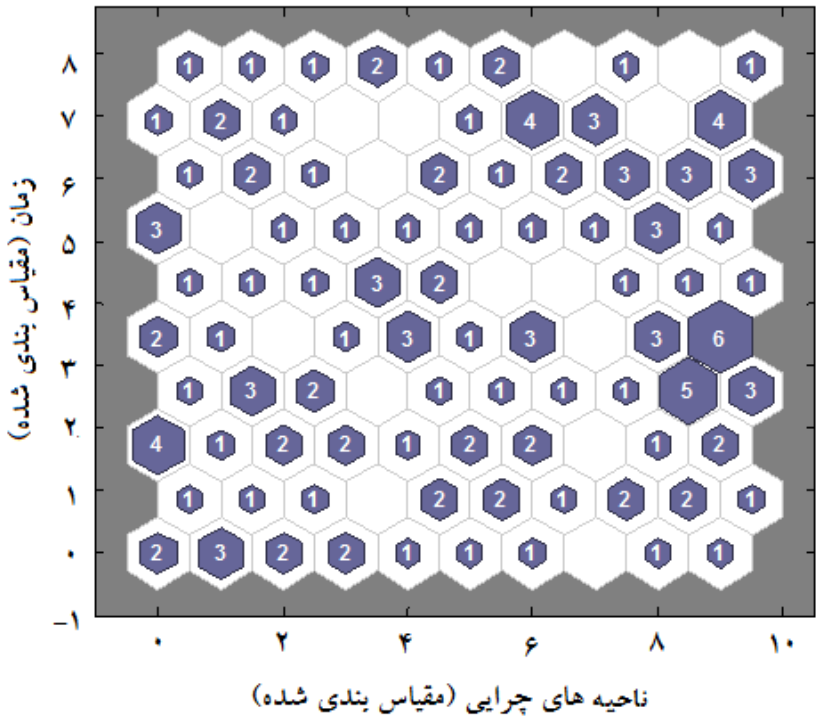
ه- نسبت خوشخوراکی لکه‌های گیاهی در ترکیب گیاهی

شکل ۶- تغییرات متوسط پارامترهای لکه‌های گیاهی در مناطق با ظرفیت مختلف چرایی (ناحیه‌های چرایی)

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 حداکثر ۶ ظاهر شده درحالیکه در ناحیه‌های دو و سه حداکثر 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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

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)

وضعیت و گرایش مربوط به مناطق با ظرفیت مختلف واحد دامی در هکتار نیز در طول ۱۰ سال (۱۳۸۶-۱۳۹۴) برآورد و ثبت گردید. نتیجه حاصل از این بررسی در جدول ۳ خلاصه شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌گردد، وضعیت مرتع در مناطق مختلف ضعیف است.

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

سال		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹	۱۳۹۴
جمع امتیاز	ناحیه ۳	۲۸	۳۰	۲۰	۲۹	۲۵	۲۳	۳۲	۳۰	۲۸
	ناحیه ۲	۳۱	۳۳/۸	۲۴/۱	۳۴	۳۰	۳۶/۲	۴۲/۷	۴۸/۷	۳۳/۱
	ناحیه ۱	۴۲/۵	۴۳/۴	۳۸/۲	۴۰/۵	۳۹	۳۸/۲	۵۵	۵۱	۴۶
وضعیت	ناحیه ۳	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	خوب
	ناحیه ۲	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف
	ناحیه ۱	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف
گرایش	ناحیه ۳	*	+	–	–	–	+	+	–	–
	ناحیه ۲	*	+	_	+	_	+	+	+	_
	ناحیه ۱	*	+	_	+	_	_	+	_	_

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد شدت‌های چرایی در پویایی لکه‌های گیاهی و ارزیابی مراتع 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 رقابت بین گیاهان برای زنده‌مانی، 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 مراتع 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[1] بین پوشش گیاهی کاهش یافته و فضای بین لکه‌ای ایجاد نموده است. این نتیجه مشابه یافته 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[2] 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 مراتع 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 محرک 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 لکه گیاهی؛ با توجه به اینکه چرای مفرط دام به‌عنوان 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 افریقا 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 کردند که سایز و ارتفاع لکه‌های *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 چرای بیشتر) بوده و بالعکس حداکثر و میانگین طول فضای عاری از پوشش بسیار کمتر از ناحیه ۳

[1]-Negative feedback

[2]-Positive feedback

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

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* و *Agropyron tricophorum* در طول گرادیان چرایی (از 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. درحالی‌که 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 گرادیان 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 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 قهقرایی موجود در مراتع سمیرم و لزوم مدت زمان زیاد برای تغییر وضعیت مرتع نمی‌تواند به خوبی نشاندهنده 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 خوشخوراک (از جمله *Bromus tomentellus*، *Poa bulbosa*، *Stipa barbata* و *Agropyron elongatum*) به منظور پیشگیری از فرسایش است؛ بررسی پویایی پوشش گیاهی از طریق تغییرات طول لکه گیاهی و فضای بین‌لکه‌ای ضمن توجه به ترکیب گونه‌ای می‌تواند به‌عنوان شاخصی سریع و کم‌هزینه نشان‌دهنده میزان دسترسی به این هدف باشد. از این رو به نظر می‌رسد بررسی تغییرات پویایی گیاهان در طول گرادیان‌های محیطی و حتی مدیریتی معرف خوبی در ارزیابی وضعیت اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه خشک باشند. به‌طوریکه به‌عنوان 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 وارده به مرتع را درک و تجزیه و تحلیل نمود.

به‌طور کلی در مرتع با وضعیت خوب، مدیریت چرا توصیه می‌شود و چرای 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

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

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

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. Stachowiez & 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. Fattahi, M., 2007. Investigating the qualify and quality of vegetation trends in Poshtkooh 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]

22. Hu, Y.H. & J.H. Neng., 2001. Handbook of neural network signal processing, CRC Press.
23. Khodagholi, M., 2004. Plant vegetation types of Semirom (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: Semirom 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 Semirom 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 Semirom. Isfahan University of tech. 31p. (In Persian)
32. Moradi, E., 2016. Ecological resilience of semi-arid mountain rangelands to livestock grazing (Case study: Semirom 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. Yaynesht, 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.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1397.12.2.3.9]