فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۵۷-۲٤٤ (۱۳۹۰)

معرفی آستانه عملکردی با توجه به تغییرات فرایندهای اکولوژیک در طول گرادیان چرا در بوته‌زارهای ییلاقی استان کرمان

اعظم خسروی مشیزی[۱]، غلامعلی حشمتی[۲]، عادل سپهری[۳] و حسین آذرنیوند[٤]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٤- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۲

چکیده

هدف از این مطالعه معرفی آستانه عملکردی با توجه به تغییرات فرایندهای اکولوژیک در طول گرادیان چرا به‌منظور شناسایی مناطق تخریب‌یافته بود. به همین منظور بر روی داده‌های سه ویژگی عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه موادغذایی خاک، دو مدل خطی و سه مدل غیرخطی (نمایی، رگرسیون تکه‌ای و سیگموئید لجستیک) برازش داده شد. در مقایسه با مدل‌های خطی، دو مدل غیرخطی (نمایی و رگرسیون تکه‌ای) بهترین مدل‌های برازش داده شده بودند که این امر بیانگر وجود آستانه در فرایندهای اکولوژیک تحت تأثیر گرادیان چرا می‌باشد. بر طبق نتایج بدست‌آمده عملکرد اکوسیستم در نزدیک آبشخور بشدت کاهش یافته که توجه خاصی را از سوی مدیران می‌طلبد. بنابراین عبور از آستانه ساختاری، حضور گیاهان مهاجم و لگدکوبی دام را می‌توان از عوامل کاهش عملکرد در نزدیک آبشخور و وقوع آستانه عملکردی دانست. با توجه به نتایج بدست‌آمده مطالعات در جهت شناسایی آستانه در اکوسیستم مرتعی توصیه می‌شود، زیرا آستانه مدیران را در جلوگیری از تخریب مناطق سالم و یا تخریب بیشتر مناطق تخریب‌یافته کمک می‌نماید و گامی جدی در جهت مدیریت پایدار در اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز عملکرد چشم‌انداز، آستانه، گرادیان چرا.

مقدمه

مراتع اکوسیستم‌های پویا و دینامیکی هستند، که به تغییرات عوامل خارجی مانند آب و هوا و چرا واکنش نشان می‌دهند (مصداقی، ۱۳۸۲). ارزیابی و پایش این اکوسیستم‌ها اغلب براساس تئوری توالی انجام شده است. البته در سال‌های اخیر به‌خصوص در اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، انتقادات زیادی بر تئوری توالی وارد شده و رویکردهای جدیدی همچون مدل حال و انتقال ارائه شده است (Westoby *et al*., 1989). یک جزء بسیار مهم از مدل حال و انتقال، آستانه‌ها می‌باشند که مرزهایی

Archive of SID
www.SID.ir

از تـوازن چندگانـه را در یـک سیسـتم نشـان مـی‌دهنـد (Stringham *et al*., 2003).

در واقع آستانه‌ها مرزهـایی در زمـان و مکـان بـین دو وضـعیت پایـدار مـی‌باشـند، کـه بـدون صـرف انـرژی قابل‌ملاحظه‌ای قابل برگشت به وضعیت قبـل نمـی‌باشـند (Friedel, 1991). اولین بار مفهوم آستانه برای بیان هجوم گیاهان چوبی و خشبی به مراتع علفی ساوانا بکار برده شد (Archer *et al*., 1995). در شرایطی که فشار چرا در ایـن مراتع زیاد بود، این مراتع از حالت آستانه خود عبور کرده و این مورد باعث چیرگـی شـرایط جدیـدی هـم از نظـر ترکیب پوشش گیاهی و هم از نظر فرایندهای اکولوژیـک شـد. Brown *et al*., (1999) آسـتانه‌هـا را بـه سـه گـروه آستانه اکولـوژیکی، مـدیریتی و اقتصـادی تقسـیم کردنـد. آستانه‌های اکولوژیک خود به دو نوع آسـتانه سـاختاری و عملکردی تقسیم می‌شوند (Briske *et al*., 2005).

آستانه‌های ساختاری براساس تغییراتی کـه در ترکیـب گیاهی و یا فراوانی‌هـای انـواع اشـکال رویـش، تغییـر در توزیع مکانی پوشـش گیـاهی، تغییـر در پوشـش خـاک و همچنین هجوم گونه‌های مهاجم اتفـاق مـی‌افتـد شـناخته مـی‌شـوند (Stringham *et al*., 2003). موضـوع مهـم در مورد این آستانه‌ها این است، که با استفاده از آنها می‌تـوان رخداد آستانه عملکردی را پـیش‌بینـی کـرد. آسـتانه‌هـای ساختاری به‌دلیل آسـانی در شناسـایی و بررسـی، توسـط محققان زیادی به خـوبی مـورد مطالعـه قـرار گرفتـه‌انـد (Bestelmeyer *et al*., 2003؛ Archer *et al*., 1995).

خلیفه زاده (۱۳۸۳) تغییرات پوشش گیاهی را با توجه به فاصله از آبشخور مورد مطالعه قـرار داد و یـک آسـتانه سـاختاری در فاصـله ٤۰۰ تـا ٥۰۰ متـری از آبشـخور، بدسـت‌آورد و گـزارش داد کـه در محـدوده زیـر آسـتانه عامل‌های غنا و تراکم گونه‌ای، به‌شدت کـاهش یافتـه‌انـد. Graetz & Ludwig (1978) و Wilson (1990) نیـز در بوته‌زارهای جنـوب اسـترالیا ترکیـب گیـاهی را در طـول گرادیان چرا مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنهـا نشـان داد در٤۰۰ متری از آبشخور ترکیب گیاهی بشدت تغییر کـرده است و گونـه‌هـای یکسـاله و غیرخوشـخوراک گـراس و فورب جایگزین بوته‌های دائمی شدند.

آسـتانه عملکـردی در ارتبـاط بـا تغییـر فراینـدهای اکولوژیکی و عملکرد یک سیستم می‌باشد و نشـان‌دهنـده نقطه‌ای در زمان و مکان می‌باشد کـه بازخوردهـای مثبـت آستانه (شـدت چـرا، آتـش‌سـوزی) باعـث شـده‌انـد کـه فرایندهای اکولوژیکی قادر به داشـتن روابـط قبلـی خـود نبوده و وارد مرحله جدید از توازن با روابط جدید شـوند (Briske *et al*., 2006). معمـولاً نقـاط بـالاتر از آسـتانه عملکردی، چشم‌اندازهای خود پایدار و نزدیک بـه هـدف نهایی تلقی شده و نقاطی که در زیر این قسمت می‌باشـند در معرض فرسایش تشدیدشونده قرار دارند و نشان‌دهنده تخریب منطقـه از نظـر فراینـدهای اکولوژیـک مـی‌باشـند (& Tongway Hindly, 2004).

روش تجزیه و تحلیـل عملکـرد چشـم‌انـداز طبیعـی[1] (LFA) که توسط Tongway (1995) ارائـه گردیـد، یـک شیوه ساده است که بـا اسـتفاده از فراینـدهای اکولوژیـک قـادر بـه ارزیـابی کیفـی پتاسـیل و عملکـرد اکوسیسـتم می‌باشد. این روش در مناطق خشک و نیمه‌خشـک ایـران کارایی دارد و به خوبی آثار فعالیت‌های مدیریتی همچـون شدت چرا، را بر فرایندهای اکولوژیـک ارزیـابی مـی‌کنـد (عابدی و همکاران، ۱۳۸٥).

1- Landscape Function Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

ارزانی و همکاران (۱۳۸٦) تأثیر فعالیت‌های مدیریتی را بر روی ویژگیهای کارکرد مرتع با استفاده از روش LFA در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند که در اثر فعالیت‌های مدیریتی چرای شدید و شخم اراضی، ویژگی کارکرد مرتع بشدت کاهش یافته و تفاوت معنی‌داری با منطقه مرجع دارد و معتقد هستند که کاهش مقاومت سطح خاک، حذف گیاهان چندساله و تخریب الگوی جریان آب از مهمترین عوامل کاهش کارکرد مرتع در این مناطق می‌باشند. قلیچ نیا (۱۳۷۵) نیز با استفاده از روش LFA کارکرد مرتع را تحت سه نوع مدیریت چرای شدید، چرای متعادل و بدون چرا مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که از لحاظ شاخص‌های سطح خاک، سه منطقه مذکور متفاوت می‌باشند.

حد آستانه برای فرایندهای اکولوژیک یک اکوسیستم نشان‌دهنده تغییرات عملکرد اکوسیستم می‌باشد (Ludwig *et al.*, 2000)، که تعیین و پیش‌بینی این آستانه در مدیریت اکوسیستم مرتع از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد (Bestelmeyer *et al.*, 2003). البته تعیین رفتار آستانه در اکوسیستم بسیار مشکل است، زیرا ترکیبات اکوسیستم به‌کندی تغییر می‌کنند (Groffman *et al.*, 2006)، ولی گرادیان چرا (Lange, 1969) که اثرهای چرای طولانی‌مدت را در اکوسیستم مرتع نشان می‌دهد، این مشکل را بر طرف می‌سازد.

Rietkerk & Van de Koppe (1997) و Toms & Lesperance (2003) روشهای کمی را برای تعیین آستانه‌های اکولوژیک، ارائه دادند. Ludwig & Graetz (1978) مدل سیگموئید لجستیک را برای ارزیابی‌های کمی اکوسیستم‌های مرتع پیشنهاد کردند. Toms & Lesperance (2003) نیز مدل رگرسیون تکه‌ای را برای تعیین آستانه اکولوژیکی پیشنهاد کردند. این مدل از دو خط تشکیل شده است که در نقطه شکست به هم وصل می‌شوند. این نقطه شکست می‌تواند به‌عنوان آستانه استفاده شود.

هدف از نگارش این مقاله، بررسی تغییرات واکنش به چرا فرایندهای اکولوژیک که عبارتند از: پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی در قیچ‌زارهای مراتع ییلاقی نسبت به فواصل مختلف از آبشخور و تعیین آستانه عملکردی، جهت شناسایی مناطق تخریب‌یافته می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در مراتع استان کرمان، بین دو شهر بردسیر و سیرجان، به وسعت ۱٤۲۰۰ هکتار و در موقعیت جغرافیایی ٥۱ °٥٦ تا ۱۰′ °٥٦ طول شرقی و ″۳۰ °۲۹ تا ′٥۹ °۲۹ عرض شمالی انجام شده است. تیپ غالب منطقه را دو گونه *Zygophyllum eurypterrum* – *Artemisia siebri* شامل می‌شوند. میزان متوسط بارندگی ۲۱۰ میلی‌متر بوده و دارای پراکنش نامنظم می‌باشد و با توجه به روش دومارتن شریط اقلیمی منطقه نیمه‌خشک می‌باشد.

روش نمونه‌برداری

به‌منظور برداشت داده‌ها در اطراف ۳ آبشخور روستاهای قاسم‌آباد (۳۰۰ واحد دامی که ٤۰ درصد دام‌های استفاده‌کننده گوسفند و ٦۰ درصد بز می‌باشد)، شورآباد (۳۰۰ واحد دامی، نوع دام استفاده‌کننده بز است) و

Archive of SID

www.SID.ir

امیرآباد (٤۰۰ واحد دامی، نوع دام استفاده‌کننده بز است)، ۸ ترانسکت به طول ۲ کیلومتر با زاویه ٤۵ درجه از هم انداخته شد. از آنجا که شدت تغییرات اکوسیستم در نزدیک آبشخور شدید و با فاصله از آبشخور شدت تغییرات کاسته می‌شود (Lange, 1969)، بنابراین بر روی هر ترانسکت نسبت به آبشخور در نقاطی به فواصل ۵۰، ۱۰۰ متری و از۱۰۰ متری تا ۱۰۰۰ متری به فاصله هر۱۰۰ متر و از ۱۰۰۰ متری تا ۲۰۰۰ متری هر۲۵۰ متر، یک پلات ٤ مترمربعی انداخته شد (در مجموع ۱۵ پلات در هر ترانسکت). بعلت وجود موانع طبیعی و همچنین وجود زمین‌های زراعی در بعضی از جهت‌ها آماربرداری به طور کامل انجام نشد؛ به‌طوری‌که در روستای قاسم‌آباد ۱۱۰ پلات، روستای شورآباد ۱۱۵ پلات و در روستای امیرآباد ۱۱۳ پلات انداخته شد؛ سپس در هر یک از پلات‌ها، ۱۰ شاخص سطح خاک (به‌دلیل نبودن پوشش کریپتوگام، شاخص٤ حذف گردید) به روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز طبیعی برآورد گردید (Tongway, 1995).

معادله (٤)

$y = a + bx$ اگر $x \le D$ (D= نقطه شکست) و $y=a+b+c(x-D)$ اگر $x \ge D$ باشد (Toms & Lesperance, 2003)

معادله (۵)

$$y = be^{(c+d\log(x))}$$

x= داده‌های پایداری، نفوذپذیری یا چرخه مواد غذایی خاک

y= فاصله از آبشخور

a، b، c و d = ضرایب

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از برداشت ۱۰ شاخص به روش تجزیه و تحلیل عملکرد چشم‌انداز، سه ویژگی عملکردی پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی با استفاده از این شاخصها محاسبه گردید (جدول ۲).

سپس بر روی داده پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی با فاصله از آبشخور ۵ معادله خطی و غیرخطی برازش داده شد. مدل‌های خطی ساده و معکوس، دو مدل خطی مورد استفاده بودند که معادله‌های آنها به‌ترتیب عبارتند از:

معادله (۱) $$y = ax + b$$

معادله (۲) $$y = a + \left(\frac{b}{x}\right)$$

مدل‌های نمایی، رگرسیون تکه‌ای و لجستیک سیگموئید سه مدل غیرخطی مورد استفاده بودند که به‌ترتیب معادله‌های آنها عبارتند از:

معادله (۳) $$y = a + be^{(-cx)}$$

برای انتخاب بهترین مدل، از بین مدل‌های معنی‌دار (در سطح احتمال ۵ درصد)، از ضریب اطلاعات آکائیک (AIC[1]) استفاده شد (Akaik, 1973).

معادله (٦)

$$AIC = n\ln\left(\frac{SSE}{n}\right) + 2K + \left(\frac{2K(K+1)}{n-K-1}\right)$$

1- Akaik's Information Criterion

Archive of SID

www.SID.ir

n = تعداد داده‌ها

k = تعداد عامل‌های هر معادله +۱

SSE = مجموع مربع خطاها (Chritopolous, 2003 & Motulsky).

هر چه مقدار ضریب اطلاعات آکائیک کمتر باشد آن مدل بهتر است. پس از انتخاب بهترین مدل نقطه شکست هر مدل به‌عنوان آستانه مشخص گردید.

جدول۱ - لیست گونه‌های گیاهی موجود در منطقه

نام گونه	نام خانواده	فرم رویشی
Acanthophyllum macrodon J.D	*Caryophyllaceae*	بوته
Aelleni subaohylla(C.A.M.)Botsch	*Chenopodiaceae*	بوته
Aeluropus littoralis (Guan)Parl.	*Poaceae*	گراس چندساله دائمی
Alhaji camelorum Boiss. et Bh.	*Fabaceae*	فورب چندساله
Artemisia siebri Asso.	*Compositeae*	بوته
Eremurus persicus J.et. Sp.	*Liliaceae*	فورب یکساله
Peganum harmala L.	*Zygophylaceae*	فورب چندساله
Pteropyrum aucheri Jaub .et. Sp.	*Poligonaceae*	درختچه
Salsola kali L.	*Chenopodiaceae*	فورب یکساله
Salsola brachiata	*Chenopodiaceae*	فورب یکساله
Scariola orientalis L.	*Chenopodiaceae*	بوته
Zygophylum eurypterum Boiss. et.Bh.	*Zygophylaceae*	درختچه

جدول ۲- شاخصها و ارتباط آنها با ویژگیهای عملکردی (X= ارتباط با ویژگی مورد نظر)

	شاخص	ویژگی عملکردی			تعداد طبقات
		پایداری	نفوذپذیری	چرخه مواد غذایی	۵
۱	حفاظت خاک	X			٤
۲	پوشش گیاهان چندساله		X	X	۱۰
۳	مقدار لاشبرگ	X			٤
۳	منشأ لاشبرگ		X	X	٤
۵	خردشدن سله‌ها	X			٤
٦	نوع و شدت فرسایش	X			٤
۷	مواد رسوب‌گذاری شده	X			٤
۸	پستی و بلندی سطح خاک		X	X	۵
۹	ماهیت سطح خاک	X	X	X	۵
۱۰	آزمون پایداری	X	X		٤
۱۱	بافت خاک		X		٤

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

۱- پایداری خاک

بر روی پراکنش داده‌های پایداری خاک با توجه به فاصله از آبشخور ۵ معادله خطی و غیرخطی مذکور برازش داده شد و برای مدل‌هایی که معنی‌دار بودند (p<۰/۰۵)، ضریب اطلاعات آکائیک محاسبه گردید (جدول ۳).

جدول ۳- ضریب اطلاعات آکائیک برای معادلات داده‌های پایداری با توجه به فاصله از آبشخور

نام روستا	مدل خطی	مدل معکوس	مدل نمایی	مدل سیگموئید لجستیک	مدل رگرسیون تکه‌ای
قاسم آباد	۲۳۹/۱۹	۱۷۶/۲۳	۱۴۳/۱۹	**۱۳۷/۵۶**	۱۴۷/۵۸
شور آباد	۱۷۸/۷۵	۱۸۶/۰۸	**۱۳۴/۵۴**	۱۳۷/۹۵	۱۳۷/۵۵
امیر آباد	۱۶۲/۸۱	۱۶۰/۱۳	۱۵۴/۵۱	ns	**۱۲۸/۹۴**

ns: معنی‌دارنبودن مدل در سطح احتمال ۵ درصد

بهترین مدل‌ها برای پراکنش داده‌های پایداری خاک، مدل‌های غیرخطی بودند که برای سه روستای قاسم‌آباد، شورآباد و امیرآباد به‌ترتیب عبارتند از:

مدل سیگموئید لجستیک: $y=۱۲/۶۰-۱۰/۹۱\, e^{e^{a}}$

که $a = ۵/۳۰ - ۰/۹۰ \log(x)$

مدل نمایی: $y=۱۷/۷۷-۴/۴۴e^{(۰-۱/۴۸x)}$

مدل رگرسیون تکه‌ای:

$y=۱۰/۹۱ -۰/۰۱۸x$ اگر $x\leq ۵۱۲$ و $y=۱۰/۹۱-۰/۰۱۸+ ۰/۰۱۵(x-۵۱۲)$ اگر $x<۵۱۲$

نقاط شکست مدل‌ها به‌ترتیب در فاصله‌های ۳۱۰، ۳۱۴ و ۵۱۲ متر از آبشخور می‌باشد.

۲- نفوذپذیری خاک

بر روی پراکنش داده‌های نفوذپذیری خاک نسبت به فاصله از آبشخور ۵ معادله خطی و غیرخطی مذکور برازش داده شد و برای معادله‌هایی که معنی‌دار بودند (p<۰/۰۵)، ضریب اطلاعات آکائیک محاسبه گردید (جدول ٤).

بهترین مدل‌ها برای ویژگی نفوذپذیری خاک، مدل‌های غیرخطی بودند که برای سه روستای قاسم‌آباد، شورآباد و امیرآباد به‌ترتیب عبارتند از:

مدل نمایی: $y=۱۹/۷۰-۰/۰۰۰۰٤e^{(۰-۰/۹۸x)}$

مدل رگرسیون تکه‌ای: $y=۱۵/۷۸ -۰/۰۱۵x$ اگر $x\leq ۳۱۲$ و $y=۱۵/۷-۰/۰۱۵x +۰/۰۱۳(x-۳۱۲)$ اگر $x>۳۱۲$

مدل رگرسیون تکه‌ای: $y=۱٦ +۰/۰۱٤x$ اگر $x\leq ۵۰۸$ و $y=۱٦+۰/۰۱٤x +۰/۰۱۱(x-۵۰۸)$ اگر $x>۵۰۸$ نقطه شکست در این مدل‌ها به‌ترتیب در فاصله‌های ۳۰٤، ۳۱۲ و ۵۰۸ متری از آبشخور بدست‌آمد.

جدول ٤- ضریب اطلاعات آکائیک برای معادلات معنی‌دار داده‌های نفوذپذیری با توجه به فاصله از آبشخور

نام روستا	مدل خطی	مدل معکوس	مدل نمایی	مدل سیگموئید لجستیک	مدل رگرسیون تکه‌ای
قاسم آباد	۱۷۹/٦۷	۱۷٦/۰٦	**۱٦۲/۹۱**	۱۸۵/۳۳	۱۷۰/۲۲
شور آباد	۱٤٦/۰۸	۱۵٦/۱٤	۱۱۳/۰۷	۱۲۱/۰۹	**۸۷/٤۱**
امیر آباد	۱۹٦/٦۷	۱۹٦/۱۹	۱۹٤/۲۳	۱۹۷/۲۹	**۱٦۷/۲٤**

Archive of SID

www.SID.ir

۳- چرخه مواد غذایی

برای هر یک از ۳ آبشخور، پراکنش داده‌های ویژگی چرخه مواد غذایی با توجه به فاصله از آبشخور بر طبق ۵ معادله خطی و غیرخطی مذکور برازش داده شد و برای معادله‌هایی که معنی‌دار بودند ($p<۰/۰۵$)، ضریب اطلاعات آکائیک محاسبه گردید (جدول ۵).

جدول ۵- ضریب اطلاعات آکائیک برای معادلات داده‌های چرخه مواد غذایی با توجه به فاصله از آبشخور

نام روستا	مدل خطی	مدل معکوس	مدل نمایی	مدل سیگموئید لجستیک	مدل رگرسیون تکه‌ای
قاسم آباد	۱۶۵/۸۹	۱۰۸/۲۳	۹۸/۵۱	ns	**۷۶/۹۸**
شور آباد	۱۹۹/۸۷	۱۹۸/۱۹	**۱۰۲/۲۵**	۱۸۹/۷۵	۱۷۹/۵۳
امیر آباد	۸۷/۵۶	۸۹/۴۸	**۵۹/۷۴**	ns	۷۴/۱۴

ns: معنی‌دار نبودن مدل در سطح احتمال ۵ درصد

برای این ویژگی نیز بهترین مدل‌ها، غیرخطی بودند که معادله آنها برای سه روستای قاسم‌آباد، شورآباد و امیرآباد به‌ترتیب عبارتند از:

مدل رگرسیون تکه‌ای: $y=۱/۸۵ - ۰/۰۱۶x$ اگر $x\leq ۳۲۰$ و $y=۱/۸۵-۰/۰۱۶x +۰/۰۱۲(x -۳۲۰)$ اگر $x>۳۲$

مدل نمایی: $y= -۹/۵۰-۰/۰۰۰۵e^{(-۲/۱۶x)}$

مدل نمایی: $y= -۸/۷۳-۰/۰۰۰۰۵e^{(-۲/۰۲x)}$

نقطه شکست برای این مدل‌ها به‌ترتیب در فاصله‌های ۳۲۰، ۳۶۷ و ۵۰۲ متری از آبشخور بدست‌آمد.

برای تعیین مؤثرترین شاخصهای سطح خاک، در تعیین آستانه و بررسی رابطه هر یک از شاخصهای عملکردی با پلات‌هایی که از آستانه عملکردی عبور کرده‌اند (G1) و همچنین با پلات‌هایی که از آستانه عملکردی عبور نکرده‌اند (G2)، آنالیز محورهای اصلی (PCA) بر روی داده‌ها انجام شد (جدول ۶). از آنجا که برای هر سه روستا محورهای ۱ و ۲ بیشترین تغییرات عملکردی را توجیه می‌کنند، بنابراین اطلاعات این دو محور گزارش شده است.

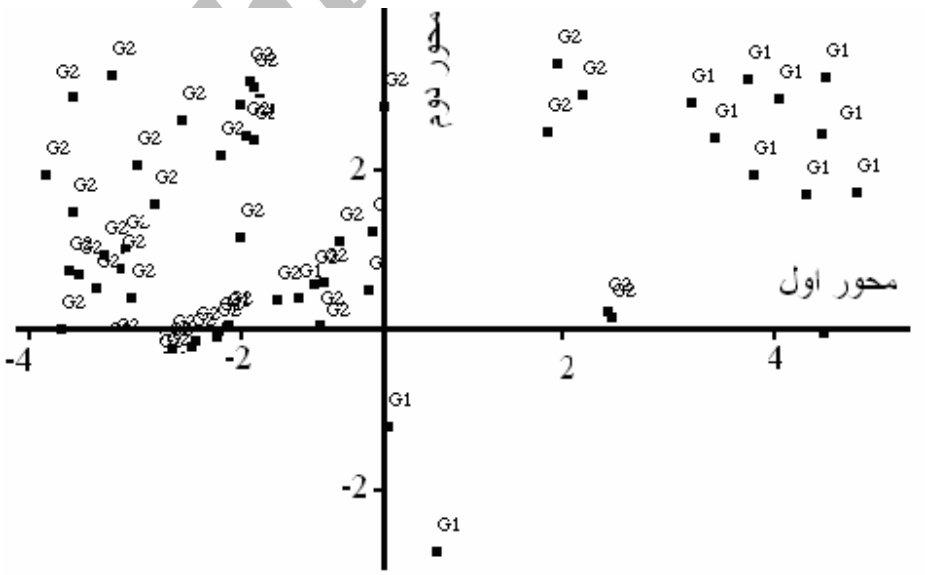
در روستای قاسم‌آباد محور اول که ۵۸ درصد تغییرات شاخصهای سطح خاک را در پلات‌ها توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات حفاظت خاک، پوشش گیاهان چندساله، مقدار لاشبرگ، منشأ لاشبرگ، چرخه مواد غذایی، نفوذپذیری و پایداری می‌باشد و محور دوم که ۱۲ درصد تغییرات را توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات آزمون پایداری، بافت خاک و ماهیت سطح خاک می‌باشد (جدول ۶). توزیع پلات‌ها در محورهای اول و دوم PCA همچنین نشان داد که دو گروه G1 (پلات‌های تا شعاع ۳۰۰ متری از آبشخور) و G2 (پلات‌های ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از آبشخور) از نظر شاخصهای سطح خاک متمایز می‌باشند و گروه G1 با محور اول رابطه معکوس قوی و با محور دوم رابطه معکوس دارد، اما گروه G2 با محور اول رابطه مستقیم و با محور دوم رابطه معکوس ضعیف دارد (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦ - نتایج آنالیز PCA برای شاخصهای عملکردی در گروه‌های ساختاری

ویژگی عملکردی	روستای قاسم‌آباد		روستای شورآباد		روستای امیرآباد	
	محور اول	محور دوم	محور اول	محور دوم	محور اول	محور دوم
حفاظت خاک	-۰/۳۱۱	-۰/۲۱۳	-۰/۳۰۲	۰/۱٤۰	-۰/۳۰۰	۰/۰٦۰
پوشش گیاهان چندساله	-۰/۳۲٥	-۰/۱٦۲	-۰/۳۰٦	۰/۱٤۲	-۰/۳۰۹	۰/۰٦
مقدار لاشبرگ	-۰/۳۲۱	-۰/۰۸۳	-۰/۳۰٥	۰/۱٤۱	-۰/۳۰۱	۰/۱٤٦
منشأ لاشبرگ	-۰/۳۲۲	-۰/۰۸٥	-۰/۳۰۱	۰/۱٤٥	-۰/۳۰٤	۰/۱٤۲
خردشدن سله‌ها	-۰/۲۱۳	۰/۲۷٦	-۰/۱۹۱	-۰/٦۱۸	-۰/۱۹٤	-۰/۳۹۲
نوع و شدت فرسایش	-۰/۲۱۳	-۰/۰٤۳	۰/۲٥۱	-۰/۲۷۳	۰/۲٦۲	-۰/۰۰۹
مواد رسوب‌گذاری شده	-۰/۲۱۳	۰/۱۳۸	-۰/۲۹۷	-۰/۰۹۲	-۰/۳۰۳	-۰/۱۳٤
پستی و بلندی سطح خاک	-۰/۲۳۳	۰/۰۹۸	-۰/۲۹۲	-۰/۰۲۰	-۰/۲۹۳	۰/۱۳۳
ماهیت سطح خاک	-۰/۱٥۳	-۰/۳٥٥	-۰/۲۳٥	-۰/۳۳٦	-۰/۲۳۷	۰/۰۲٦
آزمون پایداری	-۰/۰٦٥	-۰/٥٥۰	-۰/۱۰۹	۰/۰٥٦	-۰/۱۰٥	-۰/٦۰٥
بافت خاک	۰/۱۸۱	-۰/٤٥٥	۰/۱٤٥	۰/۲۷٤	۰/۱۱۱	-۰/٥۹٦
پایداری	-۰/۲۹۷	۰/۱٤۹	-۰/۲۸۳	-۰/۱۰۱	-۰/۲۸٦	-۰/۱٦٥
نفوذپذیری	-۰/۲۸٥	-۰/۱٥۹	-۰/۲۸۱	۰/۱۲٥	-۰/۲۸٥	۰/۰۷۲
چرخه مواد غذایی	-۰/۳۰۹	-۰/۱۳۸	-۰/۳۲٦	۰/۱۰٤	-۰/۳۲٥	۰/۰٦۰
مقادیر ویژه	۸/۲۷	۱/٦۰	۸/۹٦	۱/۲۷	۸/۹۳	۱/٤٦
نسبت واریانس	٥۷/۳۳	۱۱/٤۲	٦٤/۰٦	۹/۱۳	٦۳/۸	۱۰/٤۸

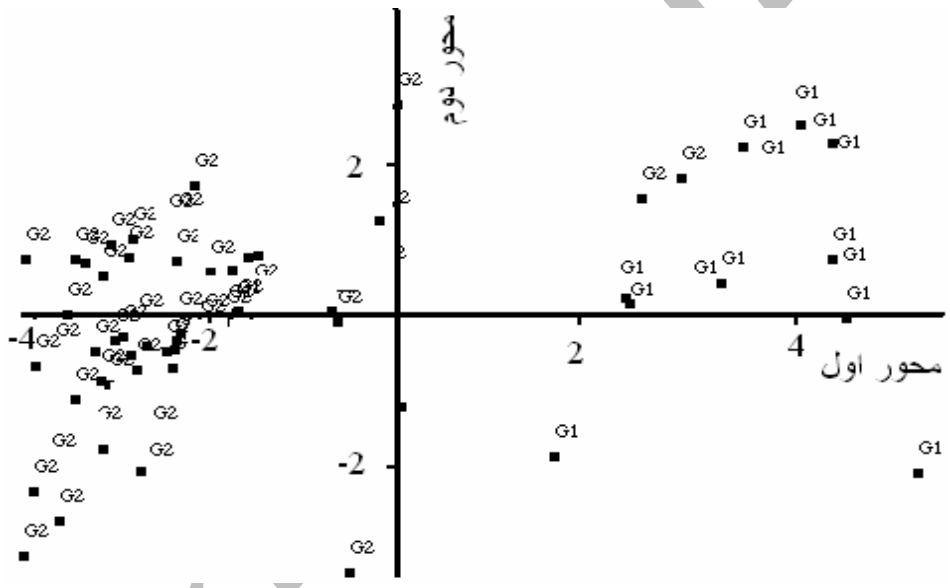


شکل ۱- نمودار پراکنش گروه‌های G1 و G2 در ارتباط با شاخصهای عملکردی با استفاده از آنالیز PCA در روستای قاسم‌آباد

Archive of SID

www.SID.ir

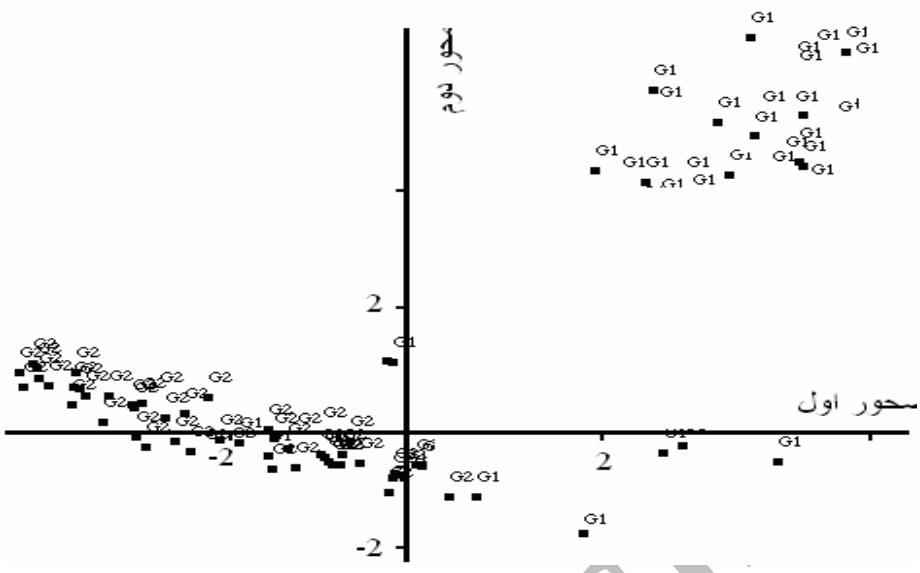
در روستای شورآباد محور اول که ٦٥ درصد تغییرات شاخصهای سطح خاک در پلات‌ها را توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات حفاظت خاک، پوشش گیاهان چندساله، مقدار لاشبرگ، منشأ لاشبرگ، چرخه مواد غذایی، پایداری، نفوذپذیری، پستی و بلندی سطح خاک و مواد رسوب‌گذاری شده می‌باشد و محور دوم که ۱۰ درصد تغییرات را توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات خرد شدن سله‌ها، ماهیت سطح خاک، بافت خاک و نوع و شدت فرسایش می‌باشد (جدول ٦). توزیع پلاتهای روستای شورآباد در محورها اول و دوم PCA نشان داد که دو گروه G1 (پلات‌های تا شعاع ۳۰۰ متری از آبشخور) و G2 (پلات‌های ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از آبشخور) از نظر شاخصهای سطح خاک متمایز می‌باشند و گروه G1 با محور اول رابطه معکوس قوی و با محور دوم رابطه معکوس ضعیف دارد، اما گروه G2 با محور اول رابطه مستقیم قوی دارد و با محور دوم رابطه مشخصی دیده نمی‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار پراکنش گروه‌های G1 و G2 در ارتباط با شاخصهای عملکردی با استفاده از آنالیز PCA در روستای شورآباد

در روستای امیرآباد محور اول که ٦٤ درصد تغییرات شاخصهای سطح خاک در پلات‌ها را توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات حفاظت خاک، پوشش گیاهان چندساله، مقدار لاشبرگ، منشأ لاشبرگ، چرخه مواد غذایی، پایداری، نفوذپذیری، مواد رسوب‌گذاری شده و پستی و بلندی سطح خاک می‌باشد و محور دوم که ۱۱ درصد تغییرات را توجیه می‌کند بیانگر خصوصیات آزمون پایداری، بافت خاک و خردشدن سله‌ها می‌باشد (جدول ٦). توزیع پلاتهای روستای شورآباد در محورهای اول و دوم PCA نشان داد که دو گروه G1 (پلات‌های تا شعاع۵۰۰ متری از آبشخور) وG2 (پلات‌های۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از آبشخور) از نظر شاخصهای سطح خاک متمایز می‌باشند و گروه G1 با محور اول و دوم رابطه معکوس دارد. اما گروه G2 با محور اول رابطه مستقیم دارد و با محور دوم رابطه مشخصی دیده نمی‌شود (شکل ۳).

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار پراکنش گروه‌های G1 و G2 در ارتباط با شاخصهای عملکردی با استفاده از آنالیز PCA در روستای امیرآباد

بحث

آستانه بحرانی زمانی رخ می‌دهد که واکنش یک فرایند اکولوژیکی به آشفتگی‌های محیط به صورت غیرخطی باشد، به‌طوری‌که شیب تغییرات محیط در سطح آستانه بسیار تند می‌باشد و منجر به کاهش عملکرد اکوسیستم می‌شود. ولی اگر جهت تغییرات بعکس شود منجر به بهبود عملکرد اکوسیستم می‌شود (Lesperance, 2003 & Toms). نتایج نشان داد که تغییرات سه ویژگی عملکردی پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی در طول گرادیان چرا به صورت غیرخطی می‌باشد که این خود مبین حضور آستانه در هر یک از ویژگیهای پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی می‌باشد.

از آنجا که تأثیر چرا با میزان دام‌گذاری در مرتع همبستگی دارد (Androw, 1988)، فاصله‌ای را که آستانه در آبشخور سه روستای مذکور نشان می‌دهد، یکسان نیست، به‌طوری‌که در آبشخور روستای امیرآباد که میزان دام‌گذاری بیشتر از دو آبشخور دیگر می‌باشد، آستانه در فاصله بیشتری قرار گرفته است.

شناخت ناکافی از چگونگی پاسخ جوامع گیاهی مرتعی مناطق خشک و نیمه‌خشک که ناشی از پیچیدگی در رفتار این اکوسیستم‌های مرتعی است موجب شده است که مشخص کردن وقوع یک آستانه و ایجاد یک وضع جدید بعد از اتفاق افتادن آن معلوم شود، اما شناسایی معرف‌های اکولوژیکی هر آستانه (به‌عنوان علائم هشداردهنده) به مدیران و برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا از خطر تخریب بیشتر اکوسیستم جلوگیری کنند (حشمتی، ۱۹۹۷). در منطقه مورد مطالعه با انجام آزمون خوشه‌بندی بر روی داده‌های پوشش گیاهی، یک آستانه ساختاری در فاصله ۵۰۰ متری از آبشخور برآورد شده است. در محدوده آستانه ساختاری درصد تاج‌پوشش گیاهی کاهش یافته است و ترکیب گیاهی بشدت تغییر کرده است. به‌طوری‌که افزایش تاج پوشش و تراکم گونه‌های فورب‌های نامرغوب و مهاجم یکساله (*Salsola brachiata*) و چندساله (*Peganum harmala*

Archive of SID

www.SID.ir

و *Alhaji camelorum*) و همچنین حذف گونه‌های مرغوب (*Pteropyrum aucheri*، *Aeluropus littoralis* و *Scariola orientalis*) از معرف‌های هشداردهنده برای گذر اکوسیستم منطقه مورد مطالعه، از آستانه ساختاری می‌باشند (خسروی، ۱۳۸۷).

طبق نتایج بدست‌آمده در این تحقیق، مناطقی که از آستانه عملکردی عبور کرده‌اند (G1) با مناطقی که از آستانه عملکردی عبور نکرده‌اند (G2)، از نظر شاخصهای عملکردی متمایز می‌باشند. حفاظت خاک، پوشش گیاهان چندساله، مقدار لاشبرگ، منشأ لاشبرگ، چرخه مواد غذایی، پایداری، نفوذپذیری، پستی و بلندی سطح خاک و مواد رسوب‌گذاری شده مهمترین شاخصهای تفکیک‌کننده این دو منطقه می‌باشند. این شاخصها باG1 رابطه عکس دارند که نشان‌دهنده کاهش آنها در مناطق نزدیک آبشخور (زیرآستانه عملکردی) می‌باشد، اما با G2 رابطه مستقیم دارند که نشان‌دهنده افزایش شاخصها با افزایش فاصله از آبشخور می‌باشد. بنابراین کاهش آنها یک هشدار برای تخریب و گذر اکوسیستم از آستانه عملکردیست.

شدت زیاد چرا در نزدیک آبشخور (Hart *et al.*, 1993) و در نتیجه وقوع آستانه ساختاری را می‌توان از دلایل اصلی کاهش شاخصهای عملکردی دانست، زیرا شدت زیاد چرا با کاهش (*Artemisia siebri* و *Zygophylum eurypterum*) و حذف (*Pteropyrum aucheri*، *Aeluropus littoralis* و *Scariola orientalis*) گونه‌های دائمی، درصد تاج پوشش و مقدار و تولید لاشبرگ و چرخه مواد غذایی را کاهش داده است و با افزایش خاک لخت باعث کاهش مواد رسوب‌گذاری شده؛ به‌طوری‌که موجب افزایش فرسایش بادی و در نتیجه کاهش پایداری خاک شده است. نتایج بدست‌آمده مؤید نتایج ارزانی و همکاران (۱۳۸٦) و قلیچ‌نیا (۱۳۷۵) می‌باشد. از طرفی دیگر، شدت چرا با افزایش گونه‌های مهاجم یکساله (*Salsola brachiata*) و چندساله (*Peganum harmala* و *Alhaji camelorum*) از طریق جذب سریع رطوبت و کاهش یا نقصان سریع عناصر غذایی اثرهای زیانباری بر رویشگاه داشته است. نتایج بدست‌آمده منطبق با نتایج Lacey *et al.*, (1990) می‌باشد. از عوامل دیگر کاهش عملکرد اکوسیستم در نزدیک آبشخور، تردد زیاد دام می‌باشد که با شکسته شدن پوسته‌های سطح خاک، باعث کاهش توانایی تثبیت نیتروژن، افزایش فرسایش بادی و آبی و در نتیجه کاهش پایداری شده است. بنابراین در اثر لگدکوبی دام، پستی و بلندی خاک و در نتیجه نفوذپذیری کاهش می‌یابد. به هر حال، نتایج بدست‌آمده مؤید نتایج عابدی و همکاران (۱۳۸۵) است.

وقتی اکوسیستم هنوز از آستانه عملکرد خود خارج نشده باشد به احتمال زیاد شرایط اکولوژیکی سایت از طریق فعالیت‌های مدیریتی، معرفی گونه‌های حذف شده (*Pteropyrum aucheri*، *Aeluropus littoralis* و *Scariola orientalis*) و افزایش قدرت رقابتی این گیاهان در مواجه با یکساله‌ها و خشبی‌ها را ممکن می‌سازد، که در این صورت می‌توان به احیای منطقه تخریب‌یافته امیدوار بود؛ اما زمانی که آستانه عملکردی رخ می‌دهد احیاء عملکرد اکوسیستم با مشکلات زیادی همراه است که بسیار هزینه‌بر و زمان‌بر خواهند بود. ازجمله کارهایی که می‌توان انجام داد، توزیع یکنواخت دام در مرتع، احداث آبشخورهای جدید و استفاده متناوب از آبشخورها می‌باشد که باعث کاهش تردد دام و بهبود وضعیت نزدیک آبشخورها می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

- ارزانی، ح.، عابدی, م.، شهریاری، ا. و قربانی، م.، ۱۳۸٦. بررسی تغییرات شاخصهای سطح خاک و ویژگیهای عملکردی مرتع در اثر شدت چرا و شخم مرتع (مطالعه موردی: اورازان طالقان). مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱٤(۱): ٦۸-۷۹.
- خسروی مشیزی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر چرا در فاصله‌های مختلف از آبشخور بر روی شاخصهای خاک و گیاه در مراتع ییلاقی استان کرمان (مطالعه موردی: کوه‌پنج بردسیر). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- خلیفه‌زاده، ر.، ۱۳۸۳. بررسی تأثیر فاصله از آبشخور برروی عامل‌های پوشش گیاهی در مراتع زمستانی استان سمنان (مطالعه موردی: مرتع چاقوی شهرستان دامغان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- عابدی، م.، ارزانی، ح.، شهریاری، ا.، تانگوی، د. و امین زاده، م.، ۱۳۸۵. ارزیابی ساختار و عملکرد قطعات گیاهی اکوسیستم مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک. مجله محیط شناسی، ۳۲: ۱۱۷-۱۲٦.
- قلیچ نیا، ح.، ۱۳۷۵. مفایسه گیاهی مناطق مرجع، کلید و بحرانی پارک ملی گلستان و مراتع همجوار. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۳۰ :۷۲-۷۵.

-مصداقی، م.، ۱۳۸۲. مرتع‌داری در ایران. انتشارات آستان قدس، ۳۲۰ ص.

- Akaik, H., 1973. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. pp267-281 in B.N. Petrov and Csaki, Eds. Second International Symposium on Information Theory. Academia Kiado, Budapest.
- Andrew, M.H., 1988. Grazing impact in relation to livestock watering points. Trends in Ecology and Evolution, 3: 336–339.
- Archer, S., Schimel, D.C. and Holland, E.A. 1995. Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate, or carbon dioxide. Journal of climate change, 29: 91-99.
- Bestelmeyer, B.T., Brown, J.R., Havstad, K.M., Alexander, R., Chavez, G. and Herrick, J.E., 2003. Development and use of state-and-transition models for rangelands. Journal of Range Management, 56: 114–126.
- Briske, D.D., Fuhlendorf, 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.
- Briske, D.D., Fuhlendorf, S.D. and Smeins, F.E., 2006. A unified framework for assessment and application of ecological thresholds. Rangeland Ecology and Management, 59: 225–236.
- Brown, J.R., Herrick, J. and Price, E.D., 1999. Managing low-output agroecosystem sustainably: the importance of ecological thresholds. Canadian Journal of Forest Research, 29: 1112-1119.
- Chartier, M.P. and Rostagno, C.M., 2006. Soil erosion thresholds and alternative states in Northeastern Patagonian rangelands. Rangeland Ecology & Management, 59(6):616-624.
- Friedel, M.H., 1991. Range condition assessment and the concept of thresholds: a viewpoint. Journal of Range Management, 44: 422–426.
- Graetz, R.D. and Ludwig, J.A., 1978. A method for the analysis of piosphere data applicable to range assessment. Australian Rangeland Journal, 1: 126–136.
- Groffman, P., Baron, J., Blett, T., Gold, A., Goodman, I., Gunderson, L., Levinson, B., Palmer, M., Paerl, H., Peterson, G., Poff, N., Rejeski, D., Reynolds, J., Turner, M., Weathers, K. and Wiens, J., 2006. Ecological thresholds: the key to successful environmental management or an important concept with no practical application? Ecosystems, 9:1–13.
- Hart, R.H., Hepworth, K.W., Smith, M.A. and Waggoner, J.W., 1991. Cattl grazing behavior on a foothill elk winter range in southeastern Wyoming. Journal of Range Management, 44:262-267.
- Heshmati, G.A., 1997. Plant and soil indicator for detecting zone around water points in arid perennial chenopod shrubland of South Australia. Thesis for degree of Philosophy. University of Adelaid.169 pp.
- Lacey, J., Husby, P. and Handl, G., 1990. Observation on spotted and diffuse knapweed invasion into ungrrazed bunchgrass communities in western Montana. Rangelands, 12:30-32.
- Lange, R.T., 1969. The piosphere: sheep track and dung patterns. Journal of Range Management, 22:396–400.
- Ludwig, J.A., Wiens, J.A. and Tongway, D.J., 2000. A scaling rule for landscape patches and how it applies to conserving soil resources in savannas. Ecosystems 3:84–97.Management 55:584–597.Morgan, R.P.C. 1986. Soil erosion and conservation. D.A. Davidson (Ed). Longman Scientific & Technical, Wiley, New York.
- Motulsky, H. and Chritopolous, A., 2003. Fitting model for the development and survival of

Archive of SID

www.SID.ir

function. African Journal of Range and Forage science, 21(2):109-113.
-Tongway, D.J., 1995. Rangeland soil condition assessment manual. CSIRO. Melbourne,
- Westoby, M., Walker, B.H. and Noy-Meir. I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of Range Management. 42:266–274.
- Wilson, A.D., 1990. The effect of grazing on Australian ecosystems. In: Saunders, D.A., Hopkins, A.J.M. and How, R.A. (Eds), Australian Ecosystems: 200 years of utilization, degradation and reconstruction-Proceedings of the Ecological Society of Australia, 16: 235-244. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty and Sons.
Hypantria cunea in relation to temperature and humidity. Mem Entomol Soc Can, 70:60.
- Rietkerk, M. and van de Koppel, J., 1997. Alternate stable states and threshold effects in semi-arid grazing systems. Oikos, 79:69-76.
- Stringham, T.K., Krueger, W.C. and Shaver, P.L., 2003. State and transition modeling: an ecological process approach. Journal of Range Management, 56: 106–113.
- Toms, J.D. and Lesperance, M.L., 2003. Piecewise regression: a tool for identifying ecological thresholds. Journal of Ecology, 84: 2034–2041.
-Tongway, D. and Hindly, N., 2004. Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland

Archive of SID

www.SID.ir

Introduce of the functional threshold by ecological process changes a long grazing gradient in cold season shrubland of Kerman

Khosravi Mashizi, A.*[1] , Heshmati, Gh.A.[2], Sepehri, A.[3] and Azarnivand, H.[4]

1*- Corresponding Author, Former M.Sc. student in Range Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: Aazam.khosravi@yahoo.com
2- Professor of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3-Associate Professor of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
4-Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received: 25.12.2008 Accepted: 03.03.2010

Abstract

Aim of this study was to introduce of the functional threshold by ecological process changes along grazing gradient to determine destroyed area. In order to prove the existence of a threshold, two linear models and three nonlinear models (exponential curve, a piecewise regression and a sigmoid logistic) were fitted on stability, infiltration and nutrient cycling data. Two nonlinear models (exponential curve and a piecewise regression) provided a much better fit to the data than the linear models. It is the evidence of threshold along grazing gradient. Results also showed that ecosystem function descended near the water point that it needs special attention of the managers. The passing of the structural threshold, increase of invasive vegetation and animal trampling were identified as the main factors in the decline of ecosystem function near the water point and occurrence of functional threshold. According to the results, the recognition of the threshold is suggested for rangeland ecosystem because defining the threshold will help land managers to prevent the occurrence of undesirable states and promote for sustainable management of rangeland ecosystems.

Key words: landscape function analysis, threshold, grazing gradient

Archive of SID

www.SID.ir