

DOI: [10.29252/ARIDBIOM.2022.18844.1901](https://doi.org/10.29252/ARIDBIOM.2022.18844.1901)

## اثرسنجی پروژه‌های احیایی مرتع مبتنی بر شاخص‌های پایداری خاک در مراتع مناطق خشک

(مطالعه موردی: مراتع استان یزد)

(مقاله پژوهشی)

۱- محمدرضا احمدی رکن‌آبادی\*، دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

ahmadi.roknabadi@gmail.com

۲- محمدجعفری، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- علی طولی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴- حسین آذرنیوند، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶

## چکیده

پایداری ساختمان خاک توانایی خاک برای مقاومت در برابر نیروهای فرساینده و بازسازی پس از تخریب را نشان می‌دهد. با توجه به این که خاک یکی از اجزای مهم اکوسیستم مرتعی است، حفظ پایداری آن مهم است. هدف این مطالعه بررسی اثر فعالیت‌های احیایی مراتع روی پایداری خاک با استفاده از شاخص‌های هفت متغیره، امتیازدهی و امرسون در مراتع استان یزد بوده تا ضمن ارزیابی این شاخص‌ها، با توجه به شرایط موجود منطقه و نتایج حاصل بتوان روش متناسب و سازگار با مراتع مناطق خشک ارائه نمود. به این منظور ابتدا از بین پروژه‌های بیولوژیک و بیومکانیک اجرا شده در مراتع استان یزد، پروژه‌های هلالی آبگیر، فارو و بانکت، در سه سامان عرفی انتخاب گردید. نمونه‌برداری از خاک و پوشش گیاهی به روش سیستماتیک-تصادفی با استقرار ترانسکت و پلات انجام شد. به منظور مقایسه اثرات روش‌های مختلف احیایی بر شاخص‌های پایداری خاک با ورود داده‌ها به محیط SAS از روش تجزیه واریانس آشیانه‌ای استفاده گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار Statgraphics از روش تجزیه مؤلفه-های اصلی رابطه فاکتورهای خاک با پوشش گیاهی بررسی و طبقه‌بندی پایداری خاک برای مراتع مورد مطالعه صورت گرفت. نتایج نشان داد که همه متغیرهای خاک بجز ماده آلی و آهک در مناطق مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. مهم‌ترین متغیرهای خاک تأثیرپذیر از عملیات احیایی شامل SAR، ESP، pH، میزان سدیم، کلسیم و منیزیم با مقادیر ویژه ۰/۳۰۳۵/۳۰۰۳۶، ۰/۰۳۰۳۵/۳۰۰۳۶، ۰/۲۹۲۸، ۰/۲۹۰۷، ۰/۲۸۹۸ و ۰/۲۸۹۴ می‌باشد. با توجه به این که خاک مناطق مورد مطالعه بیشتر به صورت شنی، شنی-لومی و لومی-شنی بوده با بافت‌های اشاره شده در طبقات شاخص پایداری خاک هفت فاکتور، همخوانی نداشت، بنابراین، این شاخص برای تعیین پایداری خاک مناسب نبود. از طرف دیگر شاخص جمع جبری چهار فاکتور خاک و روش امرسون نیز تغییرات پایداری خاک در داخل هر منطقه (شاهد، داخل عملیات و بین عملیات) را به خوبی نشان داد. در پایان روش طبقه‌بندی پایداری خاک در مراتع مناطق خشک پیشنهاد گردید.

واژگان کلیدی: خصوصیات شیمیایی خاک، بانکت، مرتع، مناطق خشک، یزد.

## مقدمه

است. از طرف دیگر، خاک یک منبع کلیدی می‌باشد که در عملکرد سیستم زمین به عنوان کنترل و مدیریت چرخه آب، موجودات زنده و مواد شیمیایی مشارکت دارد [۳، ۱۵].

استفاده مفرط و نادرست و همچنین تغییر کاربری باعث تخریب پوشش گیاهی و ناپایدار شدن خاک می-

پایداری ساختمان خاک به توانایی خاک برای مقاومت در برابر نیروهای فرساینده و بازسازی پس از تخریب اطلاق می‌گردد [۱۸]. با توجه به این که خاک یکی از اجزای اکوسیستم مرتعی است، حفظ پایداری آن مهم است. از طرفی، خاک عامل اولیه تعیین پتانسیل برای کمیت و کیفیت علوفه در یک منطقه تحت تأثیر آب و هوای ویژه

لايه خاک سطحی) پس از ۸ سال قرق در مراتع چین گزارش شده است [۲۰]. اثر برخی از خصوصیات خاک بر الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی در محور اول pH و EC بیشترین همبستگی و پس از آن ماده آلی، آهک و شن قرار داشته و در محور دوم پتاسیم بیشترین همبستگی و پس از آن نیتروژن و ماده آلی قرار دارند [۱۷].

در بررسی رابطه پوشش گیاهی با خاک در اراضی شور نشان داده شد که عوامل محیطی مانند هدایت الکتریکی، آهک، سدیم، گچ، پتاسیم و کلسیم بیشترین نقش را در پراکنش پوشش گیاهی دارند [۲]. ارتباط بین خصوصیات خاک و جوامع گیاهی در مراتع بررسی و نتایج نشان داد که عوامل محیطی مانند بافت خاک، آهک، پتاسیم و هدایت الکتریکی بیشترین نقش را در استقرار و گسترش جوامع گیاهی دارد [۱۵].

در این مطالعه اثر فعالیت‌های احیایی روی پایداری در مراتع استان یزد به عنوان معرف مراتع مناطق خشک ایران مورد بررسی قرار گرفت. هدف تحقیق، ارزیابی شاخص‌های مورد استفاده با توجه به شرایط موجود منطقه و ارائه روش متناسب و سازگار برای طبقه‌بندی پایداری خاک در مراتع مناطق خشک است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

سه سامان عرفی دارای طرح مرتعداری به شرح جدول ذیل برای انجام مراحل مطالعه تعیین گردید:

(۱) طرح مرتعداری گهر: این طرح با مساحت ۳۲۲۵ هکتار در حاشیه کویر سیاکوه، واقع در شهرستان اردکان قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه آن حدود ۷۵ میلی‌متر، تیپ گیاهی طرح مرتعداری درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) و پروژه بیومکانیک اجرا شده در آن از نوع هلالی آبگیر در سطح ۱۴۰ هکتار می‌باشد.

(۲) طرح مرتعداری بلبل: این طرح با مساحت ۲۴۱۵ هکتار در شهرستان اشکذر واقع گردیده و بارندگی متوسط سالانه آن حدود ۱۰۰ میلی‌متر، تیپ گیاهی طرح مرتعداری درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) و پروژه بیومکانیک

گردد. چرای شدید دام در مراتع، تخریب ساختمان خاک و بهم خوردگی ویژگی‌های فیزیکی آن را به دنبال دارد. علاوه بر این، تغییر کاربری اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی و مسکونی افزایش فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی و بیابان‌زایی را در بردارد [۱۲]. به منظور اعمال مدیریت صحیح و بهره‌برداری اصولی، همچنین انجام فعالیت‌های اصلاحی و احیایی در مراتع، یکی از سیاست‌های سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری تهیه و اجرای طرح‌های مرتعداری با مشارکت مرتعداران می‌باشد [۶].

در مراتع ییلاقی اجرای طرح‌های مرتعداری در تقویت برخی مؤلفه‌ها نظیر فسفر، ازت و ماده آلی خاک موقّق بوده اما در برخی دیگر نظیر پتاسیم تأثیر نداشته است. در مراتع قشلاقی اجرای طرح‌ها، تأثیر معنی‌داری در تقویت خاک مراتع نداشته است. با توجه به تغییرات کند خاک در مناطق خشک زمان بیشتری برای ایجاد تغییرات معنی‌دار در خاک است [۵]. بررسی تأثیر طرح‌های مرتعداری بر تولید، وضعیت و گرایش پوشش گیاهی نشان داده شد که شرایط بهبودی تولید، وضعیت و گرایش مرتع حاصل شده است [۱]. تأثیر عملیات مختلف اصلاح و احیای مرتع بر برخی مؤلفه‌های خاک نشان داد که میزان ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کلسیم خاک در بین چهار تیمار تحت عملیات قرق، احداث گوراب، یونجه‌کاری و کشت علف گندمی در عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتیمتری خاک تفاوت معنی‌داری داشته و دارای اثر مثبت روی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی بوده است [۸].

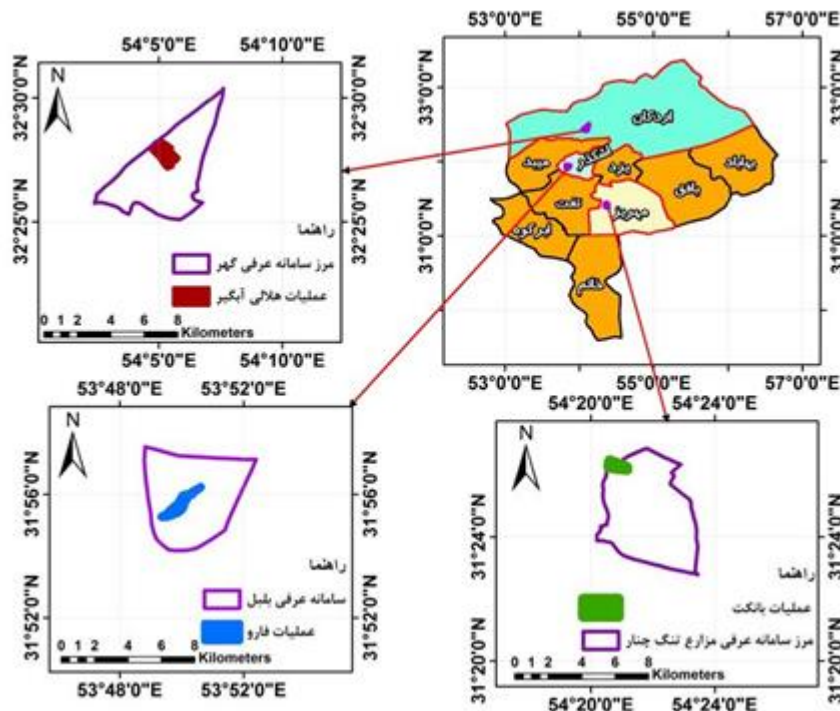
بررسی اثر عملیات مختلف اصلاح مرتع بر برخی مؤلفه‌های خاک و پوشش گیاهی نشان داد که بیشترین میزان تولید و درصد پوشش و تراکم گیاهان کلاس یک و دو مربوط به سایت بوته‌کاری و سپس بذریاشی توأم با ذخیره نزولات آسمانی و کمترین میزان تولید مربوط به سایت بذریاشی بدون ذخیره نزولات آسمانی می‌باشد. همچنین بررسی تغییرات خصوصیات خاک نشان داد که به لحاظ عناصر مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ماده آلی در هر سایت مطالعاتی با سایت شاهد تفاوت معنی‌داری دارد [۴].

افزایش در مقدار کربن خاک، تجمع کربن آلی و نرخ تغییرات در تجمع کربن آلی (عمدتاً در ۲۰ سانتیمتری

بیش از ۱۴۰ میلیمتر، تیپ گیاهی سامان عرفی درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) می‌باشد. پروژه بیومکانیک اجرا شده در آن بانکت در سطح بیش از ۲۰ هکتار می‌باشد. شکل ۱ موقعیت مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

اجرا شده در آن فارو (شیار) در سطح بیش از ۱۰۰ هکتار می‌باشد.

سامان عرفی مزارع تنگ‌چنار: این سامان عرفی با مساحت ۷۲۰۰ هکتار در منطقه کوهستانی تنگ‌چنار شهرستان مهریز واقع گردیده است. متوسط بارندگی آن



شکل ۱- موقعیت‌های مراتع مورد بررسی در نقشه استان یزد

ترانسکت ۲۵۰ متری به فاصله ۲۵۰ متر از یکدیگر در جهت شیب و یک ترانسکت ۲۵۰ متری در جهت عمود برشیب مستقر شد. پوشش گیاهی نیز با استقرار پلات‌های ۹ مترمربعی برای مراتع کم تراکم، ۲ مترمربع برای مراتع نیمه‌تراکم و ۲۵ مترمربع برای درختچه‌ها، به تعداد ۶۰ پلات در هر منطقه آماربرداری گردید.

به منظور برداشت نمونه خاک در ابتدا و انتهای هر ترانسکت در مناطق معرف و شاهد، اقدام به حفر پروفیل گردیده و بسته به عمق خاک به شرح ذیل اقدام به نمونه‌برداری خاک گردید.

الف) سامانه عرفی مزارع تنگ چنار

در این سامانه عرفی به علت کوهستانی بودن از عمق خاک کم و به عمق ۲۰ سانتیمتر می‌رسید که از این عمق نمونه خاک برداشت شد. لازم به توضیح می‌باشد در زیر عمق ۲۰ سانتی‌متری لایه سفتی وجود دارد که در اصطلاح

## روش تحقیق

برای انجام این مطالعه، ابتدا از بین طرح‌های بیولوژیک و بیومکانیک خاک اجرا شده در مراتع مذکور پروژه‌های بیومکانیک خاک شامل احداث هلالی آبگیر، فارو و بانکت که از نظر چشم‌انداز ظاهری نسبت به سایر پروژه‌ها موفقیت بیشتری داشتند، انتخاب گردید.

با بازدیدهای صحرایی در سه سامان عرفی مرتعی، مناطق اجرایی پروژه به عنوان معرف و بدون عملیات احیایی به عنوان شاهد آن (هرسامان براساس نوع پروژه بطور جداگانه) با لحاظ یکنواختی از نظر خاک و سایر خصوصیات تعیین شد. در طرح‌های مرتعداری گهر اردکان و بلبل اشکذر در هر یک از مناطق معرف و شاهد سه ترانسکت ۲۵۰ متری به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر مستقر گردید. در سامان عرفی مزارع تنگ چنار به علت کوهستانی بودن در هر یک از مناطق معرف و شاهد دو

محلی به آن کال جوش می‌گویند. در این منطقه ۵ پروفیل داخل بانکت‌ها، ۵ پروفیل در بین بانکت‌ها در منطقه معرف و ۵ پروفیل در منطقه شاهد حفر گردید (شکل ۲).

ب) طرح مرتعداری بلبل

در این طرح با توجه به عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک، از هر پروفیل دو نمونه خاک از اعماق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر برداشت گردید. لازم به توضیح است در عمق ۲۰ سانتی‌متری به بعد، هاردپین و یا توده شنی وجود داشت که سنگریزه آن بیش از ۷۰ درصد می‌باشد.

در این منطقه ۵ پروفیل داخل فاروها، ۵ پروفیل در بین فاروها در منطقه معرف و ۵ پروفیل در منطقه شاهد حفر گردید.

ج) طرح مرتعداری گهر  
در این طرح با توجه به این که هلالی‌های آبگیر از رسوبات ریزدانه پر شده و سطح سفتی را تشکیل می‌دهند، از طرفی مکان‌های بین هلالی‌ها سطح خاک درشت دانه‌تر بوده و در زیر ۲۰ سانتی‌متر به لایه سفت می‌رسید، از عمق ۲۰ سانتی‌متری نمونه خاک برداشت گردید.

در این منطقه ۵ پروفیل داخل هلالی‌ها، ۵ پروفیل در بین هلالی‌ها در منطقه معرف و ۵ پروفیل در منطقه شاهد حفر گردید. در مجموع ۶۰ نمونه خاک از مناطق احیایی برداشته و جهت اندازه‌گیری مؤلفه‌های مورد نیاز در تعیین پایداری خاک به آزمایشگاه ارسال گردید.



شکل ۲- حفر پروفیل خاک در مرتع مزارع تنگ چنار

فاکتورهای مورد نیاز این شاخص از طریق ارسال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید.

### روش امرسون<sup>۱</sup>

شاخص امرسون [۱۴] بر اساس چگونگی متلاشی‌شدن خاکدانه به ۸ کلاس تقسیم می‌شود که کلاس I ناپایدارترین و کلاس VIII پایدارترین آن می‌باشد. در روش امرسون، خاکدانه‌ها در معرض هوا قرار داده تا خشک گردد. سپس در آب مقطر قرار داده و رفتار آنها بعد از یک ساعت و مجدداً بعد از ۲۴ ساعت بررسی می‌گردد. روش امرسون تقریباً به صورت صحرائی قابل انجام است.

### روش هفت فاکتور تعیین پایداری خاک

در این شاخص [۹] با اندازه‌گیری هفت فاکتور، خاک‌ها به پنج کلاس تقسیم شده‌اند (جدول ۱). برای نمونه‌های خاک در مناطق احیایی و شاهد، پنج فاکتور بافت خاک، ماده آلی، EC، آهک و pH از طریق ارسال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه اندازه‌گیری و فاکتور K (فرسایش-پذیری خاک) و ضریب نفوذپذیری (IR) با انجام بازدید و بررسی صحرائی برآورد می‌گردد.

### روش جمع جبری چهار فاکتور

این شاخص [۱۴] از جمع جبری امتیازات مربوط به فاکتورهای وضعیت سدیمی خاک (Sodisity)، ماده آلی، نسبت کلسیم به منیزیم و EC بدست می‌آید که امتیازات و آیت‌های مربوط به هر کدام از فاکتورهای اشاره شده در جدول‌های ۲ تا ۶ آورده شده است.

<sup>۱</sup>. Emerson

جدول ۱- طبقه‌بندی خاک بر اساس هفت فاکتور

طبقه	محدودیت	K	بافت	O.C (%)	Lime	I.R	EC	pH
۱	بدون محدودیت	<۰/۱۵	لوم	۵-۱۰	<۳	سریع	<۳	۶-۷
۲	کم	۰/۱۵-۰/۲۵	لومی-سیلتی	۳-۵	۳-۵	نسبتا سریع	۳-۵	۷-۷/۴ (منطقه خشک و نیمه خشک) ۵/۸-۶ (منطقه مرطوب)
۳	متوسط	۰/۲۵-۰/۳۵	لومی-رسی	۱-۳	۵-۷	متوسط	۵-۷	۷/۴-۷/۸ (منطقه خشک و نیمه خشک) ۵/۸-۶ (منطقه مرطوب)
۴	شدید	۰/۳۵-۰/۵۵	رسی-سیلتی	۰/۵-۱	۷-۱۰	آهسته	۷-۱۰	۷/۸-۸/۲ (منطقه خشک و نیمه خشک) ۵-۵/۴ (منطقه مرطوب)
۵	خیلی شدید	>۰/۵۵	رسی-ماسه ای	<۰/۵	>۱۰	بسیار آهسته یا بسیار سریع	>۱۰	>۸/۲ (منطقه خشک و نیمه خشک) <۵ (منطقه مرطوب)

جدول ۲- وضعیت سدیمی خاک

خصوصیت خاک	واحد اندازه گیری و امتیاز پایداری خاک		
	ESP (درصد سدیم قابل تبادل)		
Sodisity (سدیمی)	<۶	۶-۱۵	>۱۵
امتیاز پایداری	۰	-۲	-۳

جدول ۳- وضعیت ماده آلی خاک

خصوصیت خاک	واحد اندازه گیری و امتیاز پایداری خاک			
	Organic Carbon (کربن آلی)			
Soil organic matter (ماده آلی خاک)	<۰/۸	۰/۸-۱/۵	۱/۵-۲/۵	>۲/۵
امتیاز پایداری	-۱	۰	+۱	+۲

جدول ۴- نسبت کلسیم به منیزیم

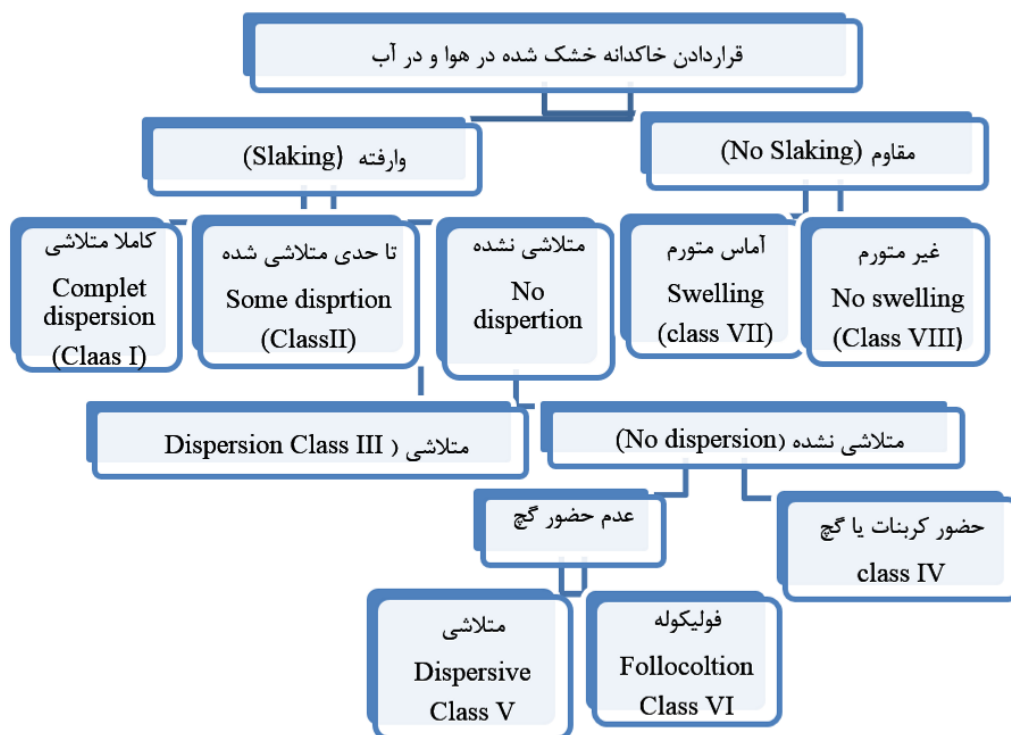
خصوصیت خاک	واحد اندازه گیری و امتیاز پایداری خاک		
	Ca:Mg Ratio (نسبت کلسیم به منیزیم)		
Ca & Mg	<۱	۱-۳	>۳
امتیاز پایداری	-۱	۰	+۱

جدول ۵- فاکتور EC خاک

خصوصیت خاک	واحد اندازه گیری و امتیاز پایداری خاک			
	EC (بر حسب میلی موس بر متر)			
EC (هدایت الکتریکی خاک)	<۵۰	۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۵۰	>۱۵۰
امتیاز پایداری	-۲	-۱	+۱	+۲

جدول ۶- امتیازات پایداری خاک

ردیف	جمع جبری امتیاز ۴ فاکتور	وضعیت پایداری خاک
۱	۳ تا ۵	زیاد
۲	۳ تا ۲ -	متوسط
۳	۴ تا ۲ -	کم
۴	۶ تا ۴ -	خیلی کم



شکل ۳- مراحل بررسی پایداری خاک براساس شاخص امرسون

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

از آنجا که فرض نرمال بودن داده‌ها شرط مهمی در تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش کولموگراف-اسمیرنوف آزمون نرمالیتی انجام گردید. به منظور مقایسه اثرات روش‌های مختلف اصلاح مرتع بر شاخص‌های پایداری خاک (شاخص ۷ فاکتور خاک و شاخص امتیازدهی) با منطقه شاهد، با ورود داده‌ها به محیط SAS از روش تجزیه واریانس آشیانه‌ای استفاده شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار Statgraphics از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی رابطه فاکتورهای خاک با پوشش گیاهی بررسی و طبقه‌بندی پایداری خاک برای مراتع مورد مطالعه صورت گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج آزمون تجزیه واریانس برای متغیرهای مختلف پایداری خاک در جدول‌های ۷ تا ۲۲ آورده شده است. مقایسه میانگین متغیرها در هر جدول به ترتیب ردیف‌ها در مقایسه نوع عملیات در مناطق مختلف و در داخل هر منطقه نشان داده شده است؛ به این صورت که در مقایسه بین مناطق میانگین متغیرها در شاهد، منطقه عملیات احیایی و مابین آنها در نظر گرفته شد. در داخل هر منطقه بین منطقه عملیات احیایی، شاهد و مابین آنها مقایسه‌ها صورت گرفته است.

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که pH خاک بین مناطق و داخل هر منطقه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد ( $P < 0/01$ ).

جدول ۷- تجزیه واریانس pH خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات (درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱/۲۵۵	۰/۶۲۷	**./۰۰۰۱	
داخل هر منطقه P(R)	۶	۳/۹۲۷	۰/۶۵۴	**./۰۰۰۱	۲/۹۶
خطا	۳۶	۱/۸۴۹	۰/۰۵۱۳	-	

جدول ۸ نشان می‌دهد که EC خاک بین مناطق و داخل هر منطقه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد ( $P < 0/01$ ). نتایج جدول ۱۱ نشان می‌دهد که Na خاک بین عملیات و داخل هر منطقه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد ( $P < 0/01$ ). به همین ترتیب، بقیه متغیرها (جدول‌های ۱۲ تا ۲۲) دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد.

جدول ۹ نشان می‌دهد که درصد OM خاک بین مناطق فاقد اختلاف معنی‌دار بوده ( $P > 0/05$ ) و داخل هر منطقه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد ( $P < 0/01$ ). جدول ۱۰ نشان می‌دهد که Lime خاک بین مناطق فاقد اختلاف معنی‌دار بوده

جدول ۸- تجزیه واریانس شوری خاک (EC)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات (درصد)
بین مناطق (R)	۲	۲۳۴۴	۱۱۷۲	**./۰۰۰۱	
داخل هر منطقه P(R)	۶	۱۵۳۴۹/۹	۲۵۵۸/۳۲	**./۰۰۰۱	۲۶/۱۱
خطا	۳۶	۳۴۸/۷۴	۹/۶۸	-	

جدول ۹- تجزیه واریانس درصد ماده آلی خاک (OM/%)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات (درصد)
بین مناطق (R)	۲	۰/۰۳۵۷	۰/۰۱۷	n.s./۱۳	
داخل هر منطقه P(R)	۶	۰/۹۲۶	۰/۱۵۴	**./۰۰۰۱	۴۳/۶۳
خطا	۳۶	۰/۲۹۹	۰/۰۰۸۳	-	

جدول ۱۰- تجزیه واریانس میزان آهک خاک (Lime)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات (درصد)
بین مناطق (R)	۲	۲۰۷/۸۴	۱۰۳/۹۲	n.s./۲۴	
داخل هر منطقه P(R)	۶	۵۳۶۷/۷۱	۸۹۴/۶۱	**./۰۰۰۱	۲۲/۳۰
خطا	۳۶	۲۵۷۹/۹	۷۱/۶۶	-	

جدول ۱۱- تجزیه واریانس سدیم خاک (Na)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات (درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۰۰۶۲۸/۹	۵۰۳۱۴/۴	**./۰۰۰۱	
داخل هر منطقه P(R)	۶	۶۱۵۶۹۹/۵	۱۰۲۶۱۶/۵	**./۰۰۰۱	۱۰/۸۳
خطا	۳۶	۲۲۸۴/۷	۶۳/۴۶	-	

جدول ۱۲- تجزیه واریانس پتاسیم خاک (K)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۷۶۹۴۸/۰۳	۳۸۴۷۴/۰۱	**./۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۳۸۹۵۵۴/۸	۶۴۹۲۵/۸	**./۰۰۰۱	۱۴/۶۴
خطا	۳۶	۵۷۲۹۰/۹	۱۵۹۱/۴	-	

جدول ۱۳- تجزیه واریانس رس خاک (Clay)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۳۰۴/۰۴	۱۵۲/۰۲	**./۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۸۰۶/۶۰	۱۳۴/۴۳	**./۰۰۰۱	۳۷/۳۵
خطا	۳۶	۳۹۹/۰	۱۱/۰۸	-	

جدول ۱۴- تجزیه واریانس شن خاک (Sand)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۵۷۷/۱	۲۸۸/۵	**./۰۰۰۴	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۷۰۲۰/۰۳	۱۱۷۰/۰	**./۰۰۰۱	۷/۶۳
خطا	۳۶	۱۰۳۸/۹	۲۸/۸	-	

جدول ۱۵- تجزیه واریانس سیلت خاک (Silt)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۶۷/۰۳	۸۳/۵۱	**./۰۰۰۸	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۳۹۱۰/۶	۶۵۱/۷	**./۰۰۰۱	۱۸/۷۸
خطا	۳۶	۵۴۸/۶	۱۵/۲۳	-	

جدول ۱۶- تجزیه واریانس گچ خاک (Gyps)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۵/۲۱	۷/۶۰	**./۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۳۱۹/۴۱	۵۳/۲	**./۰۰۰۱	۳۲/۶۴
خطا	۳۶	۱۵/۴۳	۰/۴۲۸	-	

جدول ۱۷- تجزیه واریانس کلسیم خاک (Ca)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۳۴۱۱/۶	۱۷۰۵/۸	**./۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۲۹۹۶۹/۶	۴۹۹۴/۹	**./۰۰۰۱	۳۴
خطا	۳۶	۱۷۷۱/۹	۴۹/۲۲	-	

جدول ۱۸- تجزیه واریانس منیزیم خاک (Mg)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۱۲۱/۰۴	۵۶۰۵/۵	**./۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۶۷۷۲۲/۱۱	۱۱۲۸۷/۰۱	**./۰۰۰۱	۲۹/۲۷
خطا	۳۶	۲۰۵۸/۶	۵۷/۱۸	-	



جدول ۱۹- تجزیه واریانس SAR خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۷۹۸/۷	۸۹۹/۳	**۰/۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۱۲۵۸۴/۸	۲۰۹۷/۴	**۰/۰۰۰۱	۱۸/۲۷
خطا	۳۶	۲۲۵/۳	۶/۲۵	-	

جدول ۲۰- تجزیه واریانس نفوذپذیری خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۲۴/۰۷	۱۲/۰۳	**۰/۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۶۰۴/۹	۱۰۰/۸	**۰/۰۰۰۱	۰/۲۳
خطا	۳۶	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۰۲	-	

جدول ۲۱- تجزیه واریانس ضریب فرسایش‌پذیری خاک (K)

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۴	**۰/۰۰۰۵	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۰/۲۹۵	۰/۰۴۹	**۰/۰۰۰۱	۱۶/۸۹
خطا	۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۰۱۵	-	

جدول ۲۲- تجزیه واریانس ESP خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری	ضریب تغییرات(درصد)
بین مناطق (R)	۲	۱۷۰۲/۸	۸۵۱/۴	**۰/۰۰۰۱	
داخل هرمنطقه P(R)	۶	۱۱۹۱۴/۸	۱۹۸۵/۸	**۰/۰۰۰۱	۱۱/۹۸
خطا	۳۶	۲۱۳/۷۱	۵/۹۳	-	

(جدول ۲۳). برای بیان میزان اهمیت هر متغیر از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی استفاده شد (جدول‌های ۲۵ و ۲۶). همانطور که در جدول ۲۶ نشان داده شده است، مهم‌ترین متغیرهای خاک تأثیرپذیر از عملیات احیایی شامل SAR، ESP، pH، میزان سدیم، کلسیم و منیزیم می‌باشد. شکل‌های ۴ و ۵ نتایج خوشه‌بندی مناطق و دسته‌بندی متغیرهای خاک به روش آزمون مؤلفه‌های اصلی نشان داده است.

با توجه به این که در شاخص پایداری خاک با استفاده از هفت فاکتور بافت خاک مناطق مورد مطالعه بیشتر به صورت Sand و Sandy Loam و Loamy sand می‌باشد و با بافت‌های اشاره شده در طبقات این شاخص، چندان همخوانی ندارد، برای تعیین پایداری خاک از این شاخص نمی‌توان استفاده نمود. از طرف دیگر شاخص جمع جبری چهار فاکتور خاک نیز تغییرات مناطق را به خوبی نشان نمی‌دهد.

نتایج نشان داد که همه متغیرهای خاک به جز ماده آلی و آهک در بین مناطق و داخل مناطق دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. این موضوع بیانگر تأثیر عملیات احیایی مراتع بر ویژگی‌های خاک می‌باشد. این نتیجه تحقیق با نتایج تحقیقات افتخاری و همکاران (۱۳۹۷)، جعفری و همکاران (۱۳۸۸) و دهداری و همکاران (۱۳۹۷) که تأثیر عملیات اصلاحی و احیایی در مراتع را بر خصوصیات خاک نشان دادند، مطابقت دارد. نتایج مقایسه میانگین متغیرها در بین مناطق و داخل هر منطقه به روش حداقل میانگین در جدول‌های ۲۳ و ۲۴ نشان داده شده است.

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در همه متغیرها بجز pH، EC، ماده آلی و آهک در بقیه متغیرها تفاوت معنی‌داری بین مناطق مورد مطالعه وجود دارد

جدول ۲۳- مقایسه میانگین عناصر مختلف خاک به روش Lsmean در مناطق مورد مطالعه

عناصر	مناطق	میانگین	عناصر	مناطق	میانگین
	۱	۱/۸۹ <sup>a</sup>		۱	۷/۶۹ <sup>a</sup>
PH	۲	۱/۳۵ <sup>b</sup>	Gyps	۲	۷/۸۳ <sup>a</sup>
	۳	۲/۷۶ <sup>c</sup>		۳	۷/۴۲ <sup>a</sup>
EC	۱	۲۷/۷۱ <sup>a</sup>	Ca	۱	۱۸/۱۰ <sup>a</sup>
	۲	۸/۳۲ <sup>b</sup>		۲	۱/۷۹ <sup>a</sup>
	۳	۲۵/۷۲ <sup>a</sup>		۳	۱۵/۸۴ <sup>a</sup>
OM	۱	۲۹/۹۲ <sup>a</sup>	Mg	۱	۰/۱۹۷ <sup>a</sup>
	۲	۴/۷۸ <sup>b</sup>		۲	۰/۲۴۸ <sup>a</sup>
	۳	۴۲/۷۹ <sup>c</sup>		۳	۰/۱۸۲ <sup>a</sup>
Lime	۱	۱۶/۵۷ <sup>a</sup>	SAR	۱	۴۰/۶۰ <sup>a</sup>
	۲	۴/۹۲ <sup>b</sup>		۲	۳۵/۳۴ <sup>a</sup>
	۳	۱۹/۵۷ <sup>c</sup>		۳	۳۷/۹۲ <sup>a</sup>
Na	۱	۷/۷۸ <sup>a</sup>	Infiltration	۱	۹۳/۴۹ <sup>a</sup>
	۲	۶/۱۰ <sup>b</sup>		۲	۸/۲۸ <sup>b</sup>
	۳	۷/۴۹ <sup>c</sup>		۳	۱۱۸/۸۳ <sup>c</sup>
K	۱	۰/۲۴ <sup>a</sup>	Erosian Index(k)	۱	۲۲۰/۴ <sup>a</sup>
	۲	۰/۲۵ <sup>a</sup>		۲	۳۲۱/۶ <sup>b</sup>
	۳	۰/۱۹ <sup>b</sup>		۳	۲۷۵/۴ <sup>c</sup>
Clay	۱	۲۳/۱۳ <sup>a</sup>	ESP	۱	۵/۹۳ <sup>a</sup>
	۲	۱۱/۷۹ <sup>b</sup>		۲	۱۲/۲۶ <sup>b</sup>
	۳	۲۶/۰۵ <sup>c</sup>		۳	۸/۵۳ <sup>c</sup>
Sand	۱	۲۱/۸ <sup>a</sup>	Silt	۱	۷۲/۲۶ <sup>a</sup>
	۲	۲۲/۴ <sup>a</sup>		۲	۶۵/۳ <sup>b</sup>
	۳	۱۸/۰۶ <sup>b</sup>		۳	۷۳/۴ <sup>a</sup>

جدول ۲۴- مقایسه میانگین عناصر خاک در هر منطقه

منطقه	عملیات	pH	EC	OM%	lime	Na	K	gyps	Ca	Mg	SAR	Infiltration	Erosian Index(k)	Esp
۱	۱	۷/۸۹ <sup>a</sup>	۱/۴۱ <sup>a</sup>	۰/۰۸۲ <sup>a</sup>	۵۷/۲ <sup>a</sup>	۷/۰۷ <sup>a</sup>	۱۳۶/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۲۸ <sup>a</sup>	۴/۹۳ <sup>a</sup>	۴/۱۰ <sup>a</sup>	۴/۷۴ <sup>a</sup>	۸/۵۲ <sup>a</sup>	۰/۱۱ <sup>b</sup>	۱۱/۶۲ <sup>a</sup>
۱	۲	۷/۸۵ <sup>a</sup>	۱/۹۲ <sup>a</sup>	۰/۱۵ <sup>b</sup>	۴۳/۲ <sup>b</sup>	۱۰/۷۶ <sup>a</sup>	۳۰۶/۶ <sup>a</sup>	۰/۲۵ <sup>ab</sup>	۵/۱۸ <sup>a</sup>	۳/۶۰ <sup>a</sup>	۷/۳۱ <sup>a</sup>	۴/۸۲ <sup>b</sup>	۰/۲۱ <sup>a</sup>	۱۴/۱۳ <sup>a</sup>
۱	۳	۷/۳۰ <sup>b</sup>	۱/۵۷ <sup>a</sup>	۰/۰۸۴ <sup>a</sup>	۵۷/۳ <sup>a</sup>	۱۱/۵۶ <sup>a</sup>	۱۶۰/۴۶ <sup>b</sup>	۰/۱۳ <sup>b</sup>	۵/۰۰ <sup>a</sup>	۵/۴۰ <sup>a</sup>	۷/۰۶ <sup>a</sup>	۸/۵۲ <sup>a</sup>	۰/۱۰ <sup>b</sup>	۱۳/۸۷ <sup>a</sup>
۲	۱	۷/۲۱ <sup>b</sup>	۵۲/۲۹ <sup>a</sup>	۰/۰۹۴ <sup>a</sup>	۳۱/۹۷ <sup>a</sup>	۲۷۱/۱۲ <sup>b</sup>	۲۰۲/۹ <sup>b</sup>	۵/۱۵ <sup>b</sup>	۷۳/۵۱ <sup>a</sup>	۸۳/۰ <sup>b</sup>	۴۳/۵ <sup>b</sup>	۲/۳۷ <sup>b</sup>	۰/۲۵ <sup>b</sup>	۴۹/۳۸ <sup>b</sup>
۲	۲	۷/۷۹ <sup>a</sup>	۲/۹۲ <sup>b</sup>	۰/۱۶ <sup>a</sup>	۳۱/۳ <sup>a</sup>	۱۲/۳۵ <sup>c</sup>	۲۸۱/۳ <sup>a</sup>	۳/۵۹ <sup>b</sup>	۱۶/۲ <sup>b</sup>	۹/۳ <sup>c</sup>	۵/۸۸ <sup>c</sup>	۲/۸۳ <sup>a</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	۱۲/۷ <sup>c</sup>
۲	۳	۷/۰۴ <sup>b</sup>	۴۵/۴۴ <sup>a</sup>	۰/۰۷ <sup>a</sup>	۲۸/۹ <sup>a</sup>	۳۴۳/۱ <sup>a</sup>	۱۹۹/۹ <sup>b</sup>	۷/۹۵ <sup>a</sup>	۶۸/۵ <sup>a</sup>	۱۲۱/۴۲ <sup>a</sup>	۴۹/۹ <sup>a</sup>	۲/۸۲ <sup>a</sup>	۰/۲۳ <sup>b</sup>	۵۵/۶۵ <sup>a</sup>
۳	۱	۷/۹۸ <sup>a</sup>	۰/۶۱ <sup>a</sup>	۰/۴۱۶ <sup>a</sup>	۳۲/۶۵ <sup>a</sup>	۱/۸۶ <sup>a</sup>	۳۲۲/۳ <sup>b</sup>	۰/۳۶ <sup>a</sup>	۴/۷ <sup>a</sup>	۲/۶۵ <sup>a</sup>	۱/۴۳ <sup>a</sup>	۱۲/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۳۸ <sup>a</sup>	۸/۴۰ <sup>a</sup>
۳	۲	۷/۸۴ <sup>a</sup>	۰/۵۳ <sup>a</sup>	۰/۴۲۸ <sup>a</sup>	۳۱/۵ <sup>a</sup>	۱/۷۲ <sup>a</sup>	۳۷۶/۹۵ <sup>b</sup>	۰/۲۰ <sup>a</sup>	۳/۶ <sup>a</sup>	۱/۵۵ <sup>a</sup>	۱/۵۶ <sup>a</sup>	۱۰/۶۷ <sup>c</sup>	۰/۲۳ <sup>b</sup>	۸/۵۲ <sup>a</sup>
۳	۳	۷/۹۳ <sup>a</sup>	۰/۵۳ <sup>a</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>	۲۷/۴۷ <sup>a</sup>	۱/۸۱ <sup>a</sup>	۴۶۵/۹۷ <sup>a</sup>	۰/۲۰ <sup>a</sup>	۳/۶ <sup>a</sup>	۱/۵۵ <sup>a</sup>	۱/۶۷ <sup>a</sup>	۱۱/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۲۶ <sup>b</sup>	۸/۶۳ <sup>a</sup>

الی ۰/۲۴۸ درصد و EC ۰/۵۳ دسی زیمنس بر متر) بین بانکت (ESP ۸/۶۴ درصد ونسبت کلسیم به منیزیم ۲/۳۲ و کربن آلی ۰/۱۹۴ درصد و EC ۰/۵۳۶ دسی زیمنس بر متر) برابر ۵- می شود که پایداری خاک را خیلی کم نشان داده است.

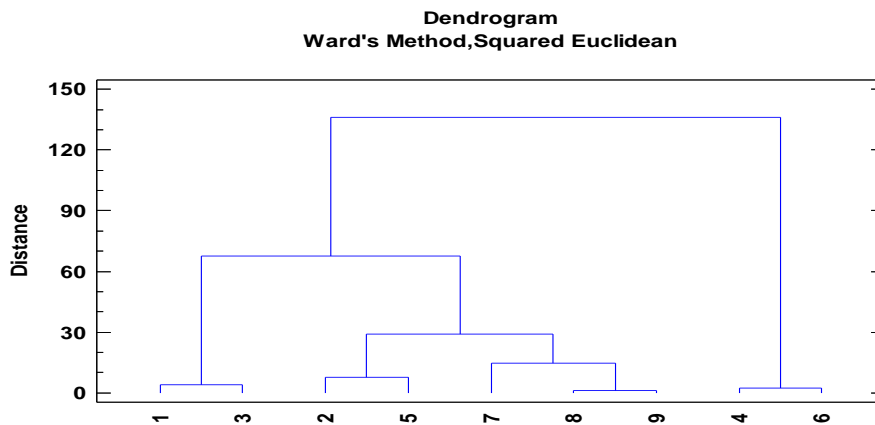
برای منطقه تنگ چنار که اجرای عملیات بانکت صورت گرفته امتیاز پایداری خاک برای شاهد (Esp ۸/۴۰ درصد و نسبت کلسیم به منیزیم ۱۷/۷ و کربن آلی ۰/۲۴۱ درصد و EC ۰/۶۱ دسی زیمنس بر متر) داخل بانکت (ESP ۸/۵۳ درصد ونسبت کلسیم به منیزیم ۲/۳۲ و کربن

جدول ۲۵- میزان واریانس مربوط به هر یک از مؤلفه‌ها

مؤلفه	مقادیر ویژه	واریانس (درصد)	واریانس تجمعی (درصد)
۱	۹/۶۹۰	۵۷	۵۷
۲	۵/۰۵۲	۲۹/۷	۸۶/۷۲
۳	۱/۱۳۰	۶/۶۵	۹۳/۳۷
۴	۰/۶۷۹۴	۳/۹۹	۹۷/۳۷۲
۵	۰/۱۹۲۰	۱/۱۳	۹۸/۵۰
۶	۰/۱۲۳۹	۰/۷۲۹	۹۹/۲۳
۷	۰/۰۹۶۷	۰/۵۶۹	۹۹/۸
۸	۰/۰۳۴۰	۰/۲	۱۰۰

جدول ۲۶- مقادیر بردار ویژه مربوط به متغیرها در هر یک از مؤلفه در روش PCA

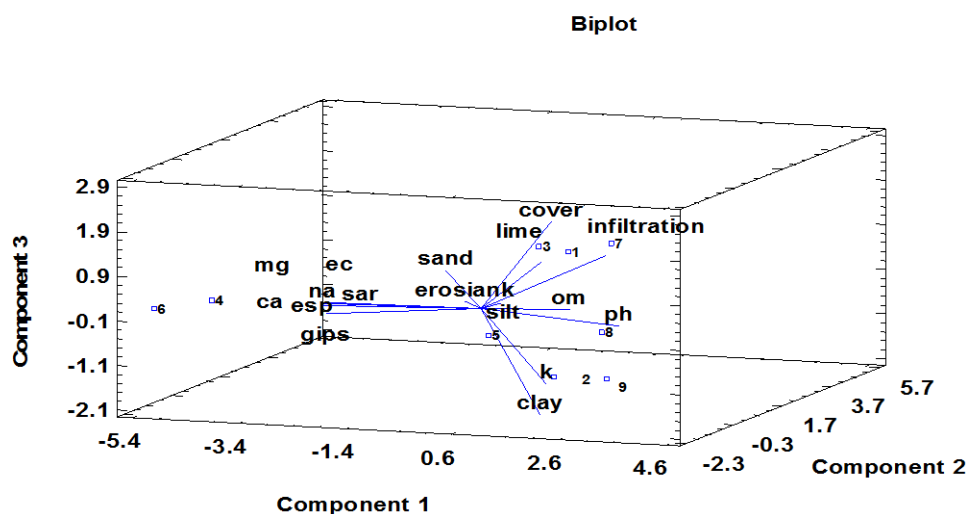
متغیر	مؤلفه (محور)		
	اول	دوم	سوم
pH	۰/۲۹۲۸	۰/۰۰۴۰	-۰/۰۶۵۸
EC	-۰/۲۸۷۲	-۰/۱۷۰۰۷	۰/۰۵۱۷
OM	۰/۲۵۶۷	-۰/۲۲۴۹	۰/۱۰۰۷
Lime	-۰/۰۰۱۶	۰/۴۳۱۵	۰/۱۳۳۴
Na	-۰/۲۹۰۷	-۰/۱۷۱۱	۰/۰۴۷۴
K	۰/۲۱۹۸	-۰/۲۶۴۵	-۰/۳۳۴۴
Clay	۰/۱۹۱۴	-۰/۲۱۵۰	-۰/۵۴۲۱
Sand	-۰/۱۸۶۲	۰/۳۵۷۶	۰/۰۸۰۵
Silt	۰/۱۵۴۲	-۰/۳۷۵۹	۰/۱۷۳۰
Gyps	-۰/۲۷۶۲	-۰/۱۹۲۱	-۰/۰۰۸۱
Ca	-۰/۲۸۹۸	-۰/۱۷۹۴	۰/۰۴۵۰
Mg	-۰/۲۸۹۴	-۰/۱۷۱۵	۰/۰۵۰۹
SAR	-۰/۳۰۰۳۶	-۰/۱۴۴۲	۰/۰۱۹۰
Infiltration	۰/۲۵۶۲	۰/۰۳۲۲	۰/۳۴۲۵
Erosian Index(k)	۰/۰۷۹۶	-۰/۳۸۱۷	۰/۱۷۷۴
ESP	-۰/۳۰۰۳۵	-۰/۱۴۴۲	۰/۰۱۹۰
Cover	۰/۲۰۳۰	-۰/۱۸۰۳	۰/۶۰۵۲



شکل ۴- نمودار دسته‌بندی مناطق مورد مطالعه

۲۴ ساعت نمونه خاکدانه در منطقه تنگ چنار (منطقه شاهد) آورده شده است.

در روش امرسون نیز تغییرات پایداری خاک در داخل هر منطقه (شاهد، داخل عملیات و بین عملیات) به خوبی نشان نمی‌دهد. برای نمونه، شکل ۶ مشاهدات بین یک تا



شکل ۵- نتایج دسته‌بندی متغیرهای خاک به روش آزمون مؤلفه‌های اصلی



شکل ۶- مشاهدات خاک منطقه شاهد تنگ‌چنار به روش امرسون

### نتیجه‌گیری

بنابراین، با استفاده از نتایج حاصل از آزمایشات خاک و تجزیه و تحلیل صورت گرفته بر آن با در نظر گرفتن میانگین متغیرها و ارزیابی وضعیت پایداری خاک در مناطق مورد مطالعه طبقه‌بندی جدیدی ارائه گردید (جدول ۲۷). بدیهی است که این طبقه‌بندی بر اساس نتایج تحقیق حاضر و شرایط حاکم بر خاک مناطق مورد مطالعه بوده است.

نتایج نشان داد که همه متغیرهای خاک بجز ماده آلی و آهک در بین مناطق دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند. مهم‌ترین متغیرهای خاک تأثیرپذیر از عملیات احیایی شامل pH، ESP، SAR، میزان سدیم، کلسیم و منیزیم با مقادیر ویژه ۰/۲۸۹۸، ۰/۲۸۹۴ و ۰/۲۸۹۴ می‌باشد.

بررسی شاخص‌های پایداری خاک مورد استفاده نشان داد که با توجه به شرایط خاکی منطقه‌های مورد مطالعه این شاخص‌ها کارایی خوبی ندارند.

جدول ۲۷- طبقه‌بندی پیشنهادی برای تعیین پایداری خاک در مراتع مناطق خشک

کلاس	pH	EC	OM%	lime	Na	K	بافت خاک	Gyps	Ca	Mg	SAR	نفوذپذیری	Erosian k	ESP
خوب	۷/۹۲	۰/۵۶	۰/۴۱	۳۰/۵۴	۱/۷۹	۳۸۸/۴۱	شنی - لومی	۰/۲۲	۳/۹۷	۱/۹۲	۱/۵۶	نسبتا سریع	۰/۲۹	۸/۵۲
متوسط	۷/۸۲	۲/۴۳	۰/۱۶	۳۷/۲۶	۱۱/۵۶	۲۹۳/۹۹	شنی - لومی	۱/۹۲	۱۰/۷	۶/۴	۶/۶	متوسط	۰/۲۷	۱۳/۴۳
ضعیف	۷/۶	۱/۵	۰/۰۸	۵۷/۲۷	۹/۳۲	۱۴۸/۳۲	شنی	۰/۲۱	۴/۹۷	۴/۷۵	۵/۹۱	نسبتا سریع	۰/۱۰۵	۱۲/۷۵
خیلی ضعیف	۷/۱۳	۴۸/۸۷	۰/۰۸	۳۰/۴۶	۳۰۷/۳۳	۲۰۱/۴۶	شنی-لومی	۶/۵۵	۷۱/۰۴	۱۰۲/۲۳	۴۶/۷۷	متوسط	۰/۲۴۵	۵۲/۵۲

## References

- [1]. Ariapour, A., Mehrabi, H. & Dehpahlavan A. (2016). Effects of range reclamation projects on forage production, condition and trend in Khezel rangelandns, Nahvand region. *Journal of Rangeland*. 10(1). 1-10. (in Farsi).
- [2]. Asrari, A., Gh. Bakhshikhaniki & A. Rahmatizadeh, (2012). Assessment of relationship between vegetation and salt soil in Qom province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 19(2): 282- 264. (in Farsi).
- [3]. Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N0 Six, J. and Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of Soil0 Soil, 1(1), 117-129.
- [4]. Dehdari, S., Armand, N., Faraji, M., Arman, N. & Mosaviyan, J. (2018). The effects of rangeland restoration practices on some soil and vegetation characteristics (Case study: Chahmary-Behbahan rangelands). *Journal of Rangeland*. 12(3).305-315. (in Farsi).
- [5]. Eftekhari, A., Jafari, M., Arzani, h., Mehrabi, A.A., Bihamta, M.R., ZandiEsfahan, E.(2012). Investigation on Effects of Range Management Plans, Property Size and Pastoralist Population on Rangeland Characteristics (Case Study: Zarandyeh Rangelands). *World Applied Sciences Journal* 18 (10). 1381-1388.
- [6]. Eskandari, N., Alizadeh, A. & Mahdavi, F. (2007) *Rangeland policies in Iran*, Tehran: Pooneh.
- [7]. Ghorbani, J., Sefidi, K., Keyvan Behjo, F., Moameri, M. & Soltani Tolarood, A. A. (2016). Effects of different grazing intensities on some soil physical and chemical properties in southeastern rangelands of Sabalan Mountain. *Journal of Rangeland*. 9(4).353-366. (in Farsi).
- [8]. Jafari, M., Ebrahimi, M., Azarnivand, H. & Madahi, A. (2009). The effects of rangeland restoration treatments on some aspects of soil and vegetation parameters (Case study: Sirjan rangelands). *Journal of Rangeland*. 3(3). 371-384. (in Farsi).
- [9]. Jafari, M., Tahmoures, M. & Malekian, A. (2008). *Soil Management*. Tehran: University of Tehran.
- [10]. Kamali, N. (2018). Effects of conducting range management plans on some soil properties in summer and winter rangelands of Markazi province. *Journal of Natural Resources of Iran*. 72(3). 633-642. (in Farsi).
- [11]. Khatirpasha, N., Hojjati, M., Pourmajidian, M.R. & Asadiyan, M. (2017). Impact of different land use on physical, chemical and biological soil properties in the Qalek forest Qhaemshahr city. *Journal of Water and Soil Conservation Research*. 24(6). 211-225. (in Farsi).
- [12]. Layegi, N.A., Javadi, S. A., Jafari, M. & Arzani, H. (2021). Investigation of exploitation of mines on the structure and performance of vegetation and topsoil of pastures (case study: Boyin Zahra pastures). *Journal of Rangeland*. (in Farsi).
- [13]. Mirjalili, A., M. Tabatabaei, M. Hakimzadeh & Mashhadi, N. (2016). Investigation effect of floodwaterspreading on vegetation and soil (Case study: Floodwater spreading of Miankooh, Yazd). *Desert management*, 4(7): 26-34. (in Farsi).
- [14]. Mor, G., Jomak, F., Pordi, B. & villson, J. (1960). *Soil Guide*, Translate by: Jafari, M., Ebrahimi, M., koorsandi, Z., Tahmoures, M. & javadi, A. Tehran: University of Tehran.
- [15]. Parsamehr, A.h., M.R. Vahabi & Z. Khosravani, (2015). Relationship between plant communities and some soil properties using canonical correspondence analysis (Case Study: Ardestan Rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22(1): 194-203. (in Farsi).

- [16]. Parras-Alcántara, L., Martín-Carrillo, M. & Lozano-García, B. (2013). Impacts of land use change in soil carbon and nitrogen in a Mediterranean agricultural area (Southern Spain). *Solid Earth*, 4 (1), 167-177.
- [17]. Taya, A., Kaboli, S. H., Azarnivand, H. & Naseri, H. (2019). The effect soil factors on distribution of plant species in the southern margin of Haj Ali Qoli Playa in Damghan. *Journal of Rangeland*. 13(4). 703-714. (in Farsi).
- [18]. Toranjzer Abedi, M. & Z. Ahmadi, 2009. Assess the status (health) Mighan desert shrub habitat. *Journal of Range*, 2(3): 259-271. (in Farsi).
- [19]. Tongway, D.J. & N.L. Hindley. (2004). *Landscape Function Analysis: procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to mine sites and rangelands*, Version 3.1. 2004. Canberra Australia: CSIRO Sustainable Ecosystems.
- [20]. Wang, D., G. L. Wu., Y. J. Zhu & Z. H., Shi, 2014. Grazing exclusion effects on above-and below-ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China). *Catena*, 123: 113-120.

## **Evaluation of the Effectiveness of Pasture Restoration Projects Based on Soil Stability Indicators in Arid Rangelands (Case study: Yazd province) (Research Paper)**

- 1- Mohammadreza Ahmadi Roknabadi\*, Ph.D. student of Pasture Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.  
ahmadi.roknabadi@gmail.com
- 2- Mohammad Jafari, Professor, College of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
- 3- Ali Tavili, Associate professor, College of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
- 4- Hossein Azarnivand, Professor, College of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

Received: 12 Feb. 2021

Accepted: 07 Mar. 2022

### **Abstract**

The stability of the soil structure shows the ability of the soil to resist erosive forces and rebuild after destruction. Considering that the soil is one of the important components of the rangeland ecosystem, it is important to maintain its stability. The purpose of this study was to investigate the effect of range restoration activities on soil stability using seven-factor, scoring and Emerson indices in rangelands of the Yazd province, evaluate these indices, and provide a suitable and compatible method for rangeland. For this purpose, first among the biological and biomechanical projects implemented in the rangelands of the province, the Crescent water catchment, Furrow and Contour Trenching, were selected in three traditional systems. Sampling of soil and vegetation was done using systematic-random method with the establishment of transect and plot. In order to compare the effects of different reclamation methods on soil stability indicators by entering the data into the SAS environment, nested variance analysis was used. Then, by using Statgraphics software, the relationship between soil factors and vegetation was investigated and the classification of soil stability for the studied rangelands was done. The results showed that all soil parameters, except organic matter and lime, have significant differences in the studied areas. The most important soil parameters affected by remediation include SAR, ESP, pH, sodium, calcium and magnesium content with special values of 0.30036, 0.30035, 0.2928, 0.2907, 0.2898 and 0.2894, respectively. Considering that the soil of the studied areas was mostly sandy, sandy-loamy and loamy-sandy, it did not agree with the textures mentioned in the classes of the seven-factor soil stability index. So this index was not suitable for determining soil stability. On the other hand, the algebraic sum index of four soil factors and Emerson's method can not show the changes of soil stability within each region (control, intra-operation and inter-operation) well. Finally, the classification method of soil stability in arid rangelands was proposed based on the results of this research.

**Keywords:** Soil chemical properties, Contour Trenching, Rangelands, Arid lands, Yazd.