

## نقش قرق در تغییر پایداری خاکدانه و ساختمان خاک‌های مرتعی استان گلستان

اسماعیل شیدای کرکج<sup>۱\*</sup>، حسین رضائی<sup>۲</sup>، حمید نیک‌نهاد قرماخر<sup>۳</sup>، عیسی جعفری فوتمی<sup>۴</sup> و ابوالفضل شریفیان<sup>۴</sup>

\*-نویسنده مسئول، استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، پست الکترونیک: e.sheidai@urmia.ac.ir

۲-استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳-استادیار، گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴-دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۳۰

### چکیده

پایداری خاکدانه و ساختمان خاک به‌عنوان شاخص‌های کلیدی سلامت خاک مرتع بوده و از عوامل مؤثر در کنترل فرسایش خاک به‌شمار می‌روند. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر قرق بر وضعیت پایداری خاکدانه‌ها و ساختمان خاک در چهار منطقه از مراتع استان گلستان شامل چهارباغ، اینچه‌برون، گمیشان و مراوه‌تپه انجام شد. نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی‌متر با حفر پروفیل و به‌روش تصادفی-سیستماتیک و در امتداد هر ترانسکت در هریک از سایت‌های قرق و مجاور قرق مناطق چهارگانه انجام شد. پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر در آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج حاصل برای سایت‌های قرق و مجاور قرق و نیز دو عمق مربوطه به‌ترتیب با استفاده از آزمونی نمونه‌های مستقل و جفتی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد در اغلب سایت‌های مورد مطالعه مقادیر پایداری در خاک سطحی نسبت به خاک عمقی بیشتر می‌باشد. نتایج بررسی اثر قرق مرتع بر تغییر مورفولوژیکی و وضعیت ساختمان خاک نشان از نقش مثبت قرق در توسعه ساختمان خاک در تمامی مناطق مورد بررسی داشته است ولی این نتایج در بررسی آماری پایداری خاکدانه تنها در منطقه اینچه‌برون و گمیشان از لحاظ آماری معنی‌دار شد. بالاترین مقدار پایداری خاکدانه در عمق اول سایت قرق گمیشان (۴/۵۲ میلی‌متر) و کمترین میزان پایداری خاکدانه در عمق دوم سایت چرای گمیشان (۱/۱۵ میلی‌متر) مشاهده شد. بررسی نهایی نتایج نشان داد صرف‌نظر از نقش مثبت قرق در ارتقای وضعیت پایداری خاکدانه، عواملی همانند موقعیت جغرافیایی مرتع، اقلیم، نوع پوشش گیاهی و شرایط چرای دام به‌عنوان عوامل همراه قرق مؤثر بر پایداری خاکدانه و ساختمان خاک باید مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه، ساختمان خاک، قرق، استان گلستان، مرتع.

### مقدمه

دارند. با توجه به روند رو به تخریب مراتع کشور و کاهش سطح آن به دلایل مختلف، باید راهکارهایی ارائه گردد تا ضمن استفاده بهینه و همه‌جانبه، از تخریب هر چه بیشتر آنها جلوگیری شود (Mesdaghi, 2005).  
اکوسیستم‌های مرتعی از اجزای مختلفی تشکیل شده‌اند

مراتع یکی از مهمترین منابع تجدیدشونده و در عین حال از گرانباترین سرمایه‌های طبیعی هر کشور محسوب می‌شوند و نقش بسیار ارزنده‌ای در تولید فراورده‌های دامی، دارویی، صنعتی، تعادل آب و هوایی و حفاظت آب و خاک

خاکدانه‌سازی را می‌توان فرایندی طبیعی محسوب نمود که طی آن مجموعه‌ای از ذرات خاک چنان در کنار هم قرار می‌گیرند که نیروهای نگهدارنده درونی آنها قوی‌تر از نیروهای میان خاکدانه‌های مجاور است (Boix-Fayos *et al.*, 2001). خاک‌های مرتعی به دلیل حضور پوشش گیاهی مترکم و مساعد همواره غنی از مواد آلی و عناصر غذایی بوده و به‌عنوان غنی‌ترین و با کیفیت‌ترین خاک‌ها شناخته شده‌اند. پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از فاکتورهای خاکسازي نقش بسیار مهمی در توسعه ساختمان خاک دارد. بسیاری از پژوهش‌ها به نقش مثبت مواد آلی در تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها به‌عنوان یکی از ارکان کیفیت خاک اشاره نموده‌اند (Fullen & Booth,; Marques *et al.*, 2009; Lynch & Bragg, 1985; Six *et al.*, 2001; 2006). Rezaei و همکاران (۲۰۱۳-b) نشان دادند که پوشش گیاهی هم به دلیل توسعه سیستم ریشه در خاک و هم به دلیل افزوده شدن بقایای ناشی از تخریب و تجزیه آنها به خاک نقش مهمی در توسعه ریزساختارها و ساختمان خاک دارد.

امروزه عوامل مدیریتی و الگوی کاربری زمین از جمله مباحث مطرح در بررسی وضعیت فعلی و آینده خاک و اراضی می‌باشد. قرق مراتع یکی از روش‌های اصلاحی در زمینه مدیریت مرتع به‌شمار آمده و تحقیقات زیادی نشان می‌دهد که قرق هم به دلیل حفاظت مستقیم خاک از تنش‌های مصنوعی محیطی و هم حفاظت غیرمستقیم از طریق حفظ و توسعه پوشش گیاهی سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شده است (Mesdaghi, 2005). در این راستا وضعیت ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها به‌عنوان یکی از شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک مورد بررسی قرار گرفته است. Nael و همکاران (۲۰۰۴) پایداری خاکدانه را به‌عنوان یکی از شاخص‌های کیفیت خاک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که تأثیرات منفی ناشی از سیستم مدیریت، پایداری ساختمان خاک را کاهش داده است، نتایج آنان در مورد بررسی دو منطقه حفاظت‌شده و حفاظت‌نشده حکایت از موفقیت مدیریت حفاظتی را در

که خاک یکی از مهمترین آنهاست. تخریب خاک که به مفهوم زوال کیفیت خاک به دلیل کاربرد نادرست آن است سبب افت حاصلخیزی و کاهش باروری خاک مرتع شده و احیای دوباره آن مستلزم صرف زمان و هزینه زیاد بوده و در برخی موارد غیرممکن می‌باشد (Haj abbasi *et al.*, 2007; Sheidai Karkaj *et al.*, 2013). امروزه فرسایش خاک به‌عنوان یکی از موارد مهم تخریب خاک مورد توجه محققان عرصه‌های مختلف مرتبط با خاک قرار گرفته است. فرسایش خاک ناشی از عوامل طبیعی یا تشدید می‌شود به میزان زیادی تحت تأثیر وضعیت عوامل خاکی همانند پایداری خاکدانه‌ها و درجه توسعه یافتگی ساختمان آن است (Kay, 2000). ساختمان خاک به آرایش و نحوه قرارگیری انواع خاکدانه‌ها در کنار یکدیگر گفته می‌شود (Barzgar, 2004). پایداری خاکدانه و ساختمان بیانگر توانایی خاک برای حفظ آرایش ذرات جامد و فضاهای خالی بین آنها در برابر فشارهای مختلف می‌باشد (Amezketta *et al.*, 1999). در حقیقت پایداری ساختمان خاک مترادف با پایداری خاکدانه‌های خاک، همچنین به‌عنوان شاخص کلیدی برای کیفیت و سلامت خاک در نظر گرفته می‌شود (Zhang *et al.*, 2001; Herrick *et al.*, 2008). عوامل تأثیرگذار بر پایداری خاکدانه‌ها را می‌توان به دو گروه عوامل درونی یا ویژگی‌های ذاتی خاک مانند غلظت یون‌ها، رسانایی الکتریکی، اسیدیته، نسبت جذب سدیم، میزان ماده آلی، آهن، اکسید آهن و آلومینیوم، نوع کانی‌های رسی و عوامل بیرونی همانند اقلیم، شرایط زمین‌نما و فصل طبقه‌بندی نمود (Amezketta, 1999). خاکدانه‌سازی فرایندی کاملاً وابسته به مکان و زمان و متأثر از کاربری و مدیریت خاک می‌باشد. اندازه خاکدانه‌ها و پایداری آنها بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، تهویه، مقاومت خاک، فرسایش و توانایی خاک بر انتقال مایعات، املاح و گرما اثر قابل توجهی دارد (Seybold & Herrick, 2001). اندازه پایداری خاکدانه می‌تواند شاخصی از تغییرات کیفیت خاک ناشی از مدیریت‌های متفاوت محسوب گردد (Arshad & Coen, 1992). از دیدگاهی دیگر،

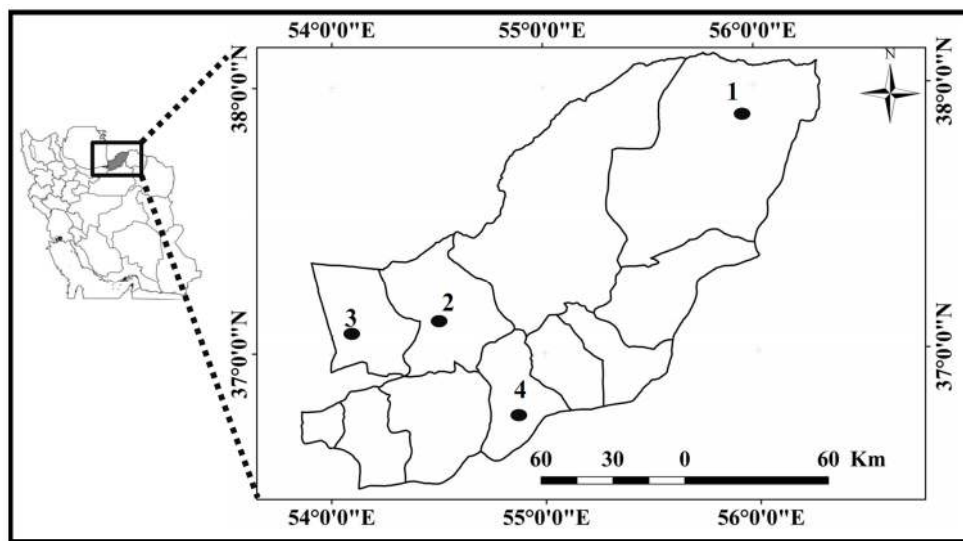
آنچه که از مطالعات محدود انجام شده مشخص می‌گردد این است که اثر قرق در شرایط محیطی و مراتع متفاوت بوده و اعمال مدیریت اصلاحی به منظور موفقیت طرح‌های اجرایی و ارتقای پایداری خاکدانه‌ها معطوف مطالعات گسترده و همه‌جانبه در این مورد می‌باشد. بنابراین به دلیل اجرای عملیات قرق در مکان‌های مختلف در استان گلستان، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر قرق بر پایداری خاکدانه‌ها و بهبود وضعیت ساختمان خاک در شرایط محیطی مختلف استان گلستان انجام شده است.

### مواد و روش‌ها مناطق مورد مطالعه

این مطالعه در مراتع قرق و مجاور قرق واقع در چهار منطقه استان گلستان شامل گمیشان، اینچه‌برون، چهارباغ و مراوه‌تپه انجام شد (شکل ۱). مرتع گمیشان در شمال‌غرب استان گلستان در محدوده جغرافیایی  $54^{\circ}04'$  طول شرقی و  $37^{\circ}10'$  عرض شمالی واقع و دارای اقلیم خشک معتدل می‌باشد (Mirzaali et al., 2006). مراتع کوهستانی منطقه چهارباغ با موقعیت جغرافیایی  $54^{\circ}28'$  طول شرقی و  $35^{\circ}36'$  عرض شمالی در ۲۰ کیلومتری جنوب گرگان و ۴۵ کیلومتری شمال‌غرب شاهرود واقع شده و دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد می‌باشد (Sheidai Karkaj et al., 2013). در ایستگاه تحقیقات نباتات مرتعی اینچه‌برون که در طول شرقی  $54^{\circ}29'$  و عرض شمالی  $37^{\circ}07'$  واقع شده اقلیم خشک گرم برقرار است. منطقه مراوه‌تپه به‌عنوان چهارمین منطقه مورد مطالعه نیز در شمال‌شرق استان گلستان در موقعیت  $47^{\circ}55'$  طول شرقی و  $51^{\circ}37'$  عرض شمالی دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد (Niknahad Maramayi & Gharmakher, 2011). شایان ذکر است که برقراری قرق در مناطق مورد مطالعه سابقه‌ای در حدود ۲۰-۲۵ سال دارد. برخی ویژگی‌های محیطی مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

بهبود تمام شاخص‌های کیفیت خاک از جمله پایداری خاکدانه و وضعیت ساختمان خاک دارد. Jeddi و Chaieb (۲۰۱۰) بیان می‌کنند که خاک‌های تحت قرق به دلیل افزایش در پوشش گیاهی از لحاظ کیفیت ارتقا می‌یابند، بدین ترتیب که قرق در طی زمان باعث افزایش ماده آلی خاک و رشد مناسب گیاهان شده، در نتیجه ساختمان خاک بهبود یافته و ظرفیت نفوذپذیری خاک زیاد می‌گردد و در نهایت فرسایش خاک نیز کاهش می‌یابد. Zarekia و همکاران (۲۰۱۶)، طی بررسی اثر چرا بر روی ویژگی‌های خاک مرتع بیان نمودند، چراي مداوم و شدید باعث افزایش میزان پتاسیم و فسفر خاک شده است ولی میزان اسیدیته در هیچ‌یک از مناطق مطالعاتی تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان نیتروژن و مواد آلی نیز در منطقه چراي متوسط در مقایسه با منطقه قرق از لحاظ عددی بالاتر بود. Habibian و Salehpour (۲۰۱۶)، در تحقیقی با هدف بررسی اثر شدت‌های چرا و قرق بر روی خصوصیات خاک اشاره کردند که بین مناطق مختلف از لحاظ خصوصیات خاک تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به طوری که با افزایش شدت چرا میزان اسیدیته و درصد شن افزایش و میزان درصد رس و رطوبت اشباع کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش شدت چرا ابتدا در منطقه کلید میزان کربن آلی خاک دچار کاهش شد و بعد در منطقه بحرانی افزایشی برابر با منطقه مرجع بدست آمد. Niknahad Gharmakher و همکاران (۲۰۱۸)، در بررسی اثرهای قرق بر خصوصیات خاک و فرسایش‌پذیری آن در مراتع بزداغی خراسان شمالی دریافتند که اعمال قرق بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک اثر مثبت معنی‌داری گذاشته و شاخص فرسایش‌پذیری خاک را نیز به‌طور معنی‌داری کاهش داده است.

مرور مطالعات مرتبط نشان می‌دهد هرچند عملیات قرق به‌عنوان روش مدیریتی اصلاحی در مراتع به‌ویژه مراتع تخریب‌یافته اجرا می‌شود، اما تأثیر آن بر وضعیت پایداری خاکدانه‌ها به‌ویژه در شرایط و نواحی مختلف و نیز با توجه به اهمیت پایداری خاکدانه در کیفیت خاک، اندک است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه در استان گلستان، ۱. مراوه تپه، ۲. اینچه برون، ۳. گمیشان، ۴. چهارباغ

جدول ۱- خلاصه اطلاعات محیطی مناطق مورد بررسی

نام منطقه	مراوه تپه	اینچه برون	گمیشان	چهار باغ
تیپ اراضی	دشتی - تپه ماهوری	دشتی - تپه ماهوری	دشتی - تپه ماهوری	کوهستانی
تیپ گیاهی	بوتهزار <i>Artemisia sieberi</i> - <i>Poa bulbosa</i>	بوتهزار <i>Halocnemum strobilaceum</i> - <i>Halostachys caspica</i>	بوتهزار <i>Halostachys caspica</i> - <i>Puccinellia distans</i>	گراس-بوتهزار <i>Agropyron spp.</i> - <i>Acanthophyllum sp.</i>
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۶۲۰ تا ۷۲۰	۴- تا ۸-	۱۸- تا ۳۰-	۲۱۲۰ تا ۲۳۲۰
تیپ و بافت خاک	لسی-لومی	شورهزار-رسی	شورهزار-رسی	آهکی-لوم رسی
بارش سالانه (میلی متر)	۴۸۲	۲۹۱	۳۴۳	۳۰۵
میانگین سالانه دما (سانتی گراد)	۱۶/۷	۱۷/۰۶	۱۶/۶	۱۰/۲۲
اقلیم (روش آمبرزه)	نیمه خشک	خشک گرم	خشک معتدل	نیمه خشک سرد

## روش بررسی

با توجه به سابقه قرق چهار منطقه استان گلستان شامل گمیشان، اینچه برون، چهارباغ و مراوه تپه، به عنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند. نمونه برداری از داخل سایت های قرق و غیر قرق (مجاور آنها) در فصل پاییز انجام شد. مکان های غیر قرق در مجاورت قرق به گونه ای انتخاب

گردید که از نظر خصوصیات فیزیکی مرتع شبیه به هم بوده و تنها تفاوت در اجرای قرق باشد. به منظور رفع اثر حاشیه ای، مکان نمونه برداری در محدوده وسط سایت ها مورد توجه قرار گرفت. بر مبنای روش سیستماتیک پنج ترانسکت ۱۰۰-۱۵۰ متری متناسب با مساحت محدوده سایت های قرق و مجاور قرق به طور موازی و با فاصله های

شد و بعد ۵۰ گرم از خاک الک شده بر روی سری الک به اندازه‌های ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر ریخته شده و به مدت ۱۵ دقیقه در الک تر قرار گرفت. در پایان الک‌کردن، الک‌ها به آرامی از آب خارج شده، خاکدانه‌های باقیمانده روی هر الک به درون ظروف چینی شسته شده و در نهایت در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک گردید. از آنجاکه امکان وجود ذرات اولیه درشت (سنگریزه و شن) در اندازه خاکدانه‌ها وجود داشت، بنابراین تصحیح شن ضروری بود. از این رو خاکدانه‌های باقیمانده روی الک‌ها ابتدا در آب پراکنده شده و دوباره روی الک هم سائز خود ریخته شد. سپس مقدار ذرات باقیمانده روی هر الک (سنگریزه و شن) پس از خشک شدن در آون، وزن شده و از وزن اولیه خاکدانه‌های روی هر الک کم گردید. در نهایت میانگین وزنی قطر ذرات از رابطه ۱ به دست آمد.

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{X} W_i$$

رابطه ۱

بررسی، از آزمون t مستقل و برای مقایسه عمق‌های دوگانه هر تیمار از آزمون t جفت شده استفاده شد (Bihanta & Zare chahouki, 2008). تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

### نتایج

بر اساس مطالعات صحرائی، وضعیت ساختمان خاک در هریک از منطقه‌های مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

صد متری در عرصه‌ها مستقر و بعد به‌طور تصادفی سه نقطه در روی هر ترانسکت برای نمونه‌برداری انتخاب شد. مورفولوژی و خصوصیات ساختمان خاک‌های واقع بر روی هریک از ترانسکت‌ها مطابق دستورالعمل تشریح خاک‌رخ اداره حفاظت خاک وزارت کشاورزی آمریکا تشریح شد (Anynomous, 2014). نمونه‌های خاک با حفر پروفیل از دو عمق ۲۰-۲۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری ضمن حفظ ساختمان خاکدانه‌ها تهیه گردید. به‌طورکلی از هر سایت قرق و مجاور قرق از عمق‌های مورد مطالعه تعداد ۱۵ نمونه تهیه شد. در نهایت با مخلوط کردن هر سه نمونه خاک تهیه‌شده از روی یک ترانسکت، یک نمونه مرکب حاصل شد.

مطابق با روش الک تر یودر (Soane, 1990) پایداری ساختمان خاک بررسی شد. طبق این روش ابتدا نمونه‌های خاک پس از خشک‌شدن از الک هشت میلی‌متری عبور داده

$\bar{X}$ : میانگین قطر خاکدانه‌های باقی مانده بر روی الک تر،  $W_i$ : نسبت وزن خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه، n: تعداد الک‌ها و MWD: میانگین توزیع اندازه قطر خاکدانه‌ها بر حسب میلی‌متر می‌باشد. به‌عبارتی هر چه میزان MWD بیشتر باشد حکایت از بالابودن پایداری خاکدانه‌ها دارد. قبل از انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، نرمال‌بودن داده‌ها توسط آزمون آندرسون دارلینگ در سطح احتمال پنج درصد بررسی شد (Moghadam & Valizadeh, 2009). پس از حصول اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها به‌منظور مقایسه میزان پایداری خاکدانه‌های اعماق مورد مطالعه در سایت‌های قرق با مجاور قرق مورد

جدول ۲- خصوصیات مرفولوژیکی ساختمان خاک در مناطق مورد مطالعه

شماره ترانسکت					عمق(cm)	سایت	منطقه
۵	۴	۳	۲	۱			
۳vcgr	۳cgr	۳cgr	۳vcgr	۳cgr	۰-۲۰	قرق	اینچه برون
۳cgr	۳mgr	۳cgr	۳mgr	۳mgr	۲۰-۴۰		
۳mgr	۳mgr	۲cgr	۲mgr	۲mgr	۰-۲۰	مجاور قرق	
۲mgr	۲mgr	۲mgr	۲mgr	۲mgr	۲۰-۴۰		
۳mgr	۲vcgr	۳cgr	۲cgr	۳cgr	۰-۲۰	قرق	چهارباغ
۲mgr	۳msbk	۲cgr	۳msbk	۲cgr	۲۰-۴۰		
۳mgr	۳cgr	۳cgr	۳cgr	۳cgr	۰-۲۰	مجاور قرق	
۲mgr	۳fsbk	۲cgr	۲msbk	۲cgr	۲۰-۴۰		
۳cgr	۳cgr	۳cgr	۳vcgr	۳cgr	۰-۲۰	قرق	گمیشان
۱cgr	۲mgr	۳cabk	۳msbk	۱cgr	۲۰-۴۰		
۱mgr	۳cgr	۲cgr	۲mgr	۱cgr	۰-۲۰	مجاور قرق	
۱mgr	۲fgr	۲cabk	۳msbk	۱cgr	۲۰-۴۰		
۳cgr	۳vcgr	۳mgr	۳mgr	۳cgr	۰-۲۰	قرق	مراوه تپه
۳csbk	۲cgr	۳msbk	۲fgr	۳cabk	۲۰-۴۰		
۳cgr	۳cgr	۳cgr	۲mgr	۳cgr	۰-۲۰	مجاور قرق	
۲csbk	۲cgr	۲csbk	۲fgr	۳cabk	۲۰-۴۰		

A: توسعه یافتگی ساختمان: 1-ضعیف، 2-متوسط، 3-قوی. B: اندازه خاکدانه: vc-خیلی درشت، c-درشت، m-متوسط، f-ریز، vf-خیلی ریز. C: شکل ساختمان: gr-کروی، abk-مکعبی زاویه دار، sbk-مکعبی بدون زاویه.

اول نسبت به عمق دوم در تمامی موارد بیشتر بوده است. در مقایسه عمق‌های مورد بررسی بین داخل و مجاور قرق نیز مشاهده شد که در تمامی موارد داده‌های بدست آمده در داخل قرق مقادیر بالاتری را نسبت به مجاور قرق نشان می‌دهد. مقایسه میانگین میزان پایداری خاکدانه‌ها در داخل و مجاور قرق و در عمق‌های مورد مطالعه انجام شد که خلاصه آن در جدول ۳ ارائه شده است.

با توجه به بررسی‌های انجام شده در هر یک از مناطق مطالعاتی و همچنین عمق‌های متناظر، بازه میانگین پایداری خاکدانه‌ها بین کمترین میزان ۱/۱۵ میلی‌متر تا بیشترین میزان ۴/۵۲ میلی‌متر می‌باشد که از لحاظ حداکثر و حداقل بودن داده‌ها در عمق اول داخل قرق منطقه گمیشان بیشترین میزان پایداری خاکدانه‌ها و در عمق دوم مجاور قرق منطقه گمیشان کمترین میزان پایداری خاکدانه‌ها مشاهده شد. نتایج مشخص می‌کند که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در عمق

جدول ۳- مقایسه میزان پایداری خاکدانه‌ها (میلیمتر) در مناطق مورد مطالعه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

منطقه مطالعاتی	سایت	عمق ۰-۲۰	عمق ۲۰-۴۰	جفتی t
اینچه‌برون	قرق	۴/۲۴ $\pm$ ۰/۳۳	۲/۹۱ $\pm$ ۰/۲۶	۲/۶۹*
	مجاور قرق	۳/۰۹ $\pm$ ۰/۳۳	۲/۱۲ $\pm$ ۰/۲۲	۲/۶۳ <sup>ns</sup>
	مستقل t	۲/۸۱*	۲/۵۷*	-
چهارباغ	قرق	۳/۱۲ $\pm$ ۰/۶۶	۲/۲۷ $\pm$ ۰/۳۱	۴/۴۱*
	مجاور قرق	۲/۶۶ $\pm$ ۰/۲۹	۱/۹۹ $\pm$ ۰/۳۶	۵/۳۰*
	مستقل t	۱/۴۱ <sup>ns</sup>	۱/۵۰ <sup>ns</sup>	-
گمیشان	قرق	۴/۵۲ $\pm$ ۲/۰	۲/۱۴ $\pm$ ۰/۳۲	۴/۹۰*
	مجاور قرق	۳/۷۱ $\pm$ ۰/۲۰	۱/۱۵ $\pm$ ۰/۵۸	۵/۰۸*
	مستقل t	۵/۱۶**	۱/۳۷ <sup>ns</sup>	-
مرواه تپه	قرق	۴/۱۰ $\pm$ ۰/۲۲	۲/۳۲ $\pm$ ۰/۱۷	۳/۱۶**
	مجاور قرق	۳/۸۸ $\pm$ ۰/۴۴	۲/۳۲ $\pm$ ۰/۳۳	۱۰/۰۳**
	مستقل t	۰/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	-

\*\* بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، \* بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و <sup>ns</sup>: بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌هاست.

مقایسه پایداری خاکدانه‌ها در بین دو عمق، تفاوت آماری معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد نشان می‌دهد. در این منطقه نتایج آزمون t مستقل پایداری خاکدانه عمق اول بین دو قرق و مجاور قرق تفاوت آماری معنی‌داری را در سطح احتمال یک نشان می‌دهد، ولی تفاوت آماری معنی‌داری در مورد پایداری خاکدانه عمق دوم بین سایت‌های قرق و مجاور قرق مشاهده نمی‌شود. در منطقه مرواه تپه نتایج آزمون t نمونه‌های جفتی بین عمق اول و دوم در هر دو منطقه داخل و مجاور قرق تفاوت معنی‌دار آماری را در سطح احتمال یک درصد از لحاظ پایداری خاکدانه نشان می‌دهد ولی براساس آزمون t مستقل، اجرای قرق تأثیر معنی‌دار آماری در پایداری خاکدانه‌ها در هر دو عمق این منطقه نداشته است.

### بحث

عواملی مانند مدیریت و کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه‌ها و بهبود وضعیت ساختمان خاک تأثیرگذارند.

در منطقه اینچه‌برون طبق نتایج حاصل از آزمون t نمونه‌های جفتی (جدول ۳) مشاهده می‌شود که تنها در سایت قرق بین عمق اول و عمق دوم از لحاظ پایداری خاکدانه‌ها تفاوت معنی‌دار آماری (سطح پنج درصد) وجود دارد؛ ولی در سایت مجاور قرق، عمق اول با عمق دوم خاک تفاوت آماری معنی‌داری ندارد. همچنین در این منطقه نتایج آزمون t نمونه‌های مستقل برای هر یک از عمق‌ها بین دو سایت قرق و مجاور قرق بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار آماری از لحاظ پایداری خاکدانه در سطح پنج است. در منطقه چهارباغ برای هر دو سایت قرق و مجاور قرق نتایج آزمون t نمونه‌های جفتی بین دو عمق بیانگر تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از لحاظ پایداری خاکدانه‌هاست. در حالی که نتایج حاصل از آزمون t مستقل در مورد اثر اجرای قرق بر پایداری خاکدانه‌ها اختلاف معنی‌دار آماری را در هر یک از دو عمق نشان نمی‌دهد (جدول ۳). در مورد منطقه گمیشان برای هر دو سایت قرق و مجاور قرق نتایج آزمون t نمونه‌های جفتی برای

مختلف مشاهده نشد که علت را می‌توان در شرایط محیطی مناسب حاکم بر این سایت و توان اکولوژیک بالای خاک این سایت در حفظ و احیا درونی خود دانست. مطالعه مرفولوژی خاک در منطقه مراوه‌تپه اختلاف محسوس تغییر در نوع و درجه توسعه‌یافتگی ساختمان را نشان می‌دهد. از سوی دیگر پایداری خاکدانه در عمق‌های مختلف در این منطقه نیز تفاوت معنی‌دار این پارامتر را در سطح احتمال یک درصد نشان می‌دهد که این اختلاف با احتمال بالا می‌تواند بیانگر اثر بالای موقعیت مکانی و شرایط محیطی همانند میزان رطوبت و ماده آلی موجود در عمق‌های مختلف خاک‌های این مرتع بر پایداری خاکدانه‌ها باشد. مهمترین عوامل مؤثر بر شکل‌گیری پایداری خاکدانه‌ها، مواد آلی می‌باشند که این مواد آلی هنگامی در تشکیل خاکدانه مؤثر هستند که فعال باشند و فعالیت آنها از موجودات زنده خاک سرچشمه بگیرد. البته هرچه پوشش گیاهی شرایط بهتری داشته باشد، مواد آلی بیشتری به خاک اضافه می‌شود که سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها شده و از سویی پایداری عمقی خاک نیز به فعالیت ریشه بستگی دارد که ریشه گیاهان با تشریح ترکیبات ژلاتینی ذرات را به هم پیوند می‌دهند، بنابراین رشد و توسعه ریشه گیاهان نیز سبب متلاشی شدن توده خاک و ایجاد خاکدانه می‌گردد.

بررسی اثر قرق در خاک‌های سطحی و زیرسطحی مراتع مورد بررسی نشان داد که در هر دو عمق مورد مطالعه در مرتع اینچ‌برون و خاک سطحی مرتع گمیشان تفاوت معنی‌داری از نظر پیامدهای برقراری قرق بر خاکدانه‌ها وجود دارد. این در حالی است که اجرای عملیات قرق در سایر مراتع با وجود اثرهایی که بر وضعیت خاکدانه‌ها داشته و در مطالعات مرفولوژیکی ساختمان خاک دیده می‌شود اما اثر معنی‌داری بر تغییر وضعیت خاکدانه‌ها نداشته است. مهمترین فاکتور تحت کنترل مدیریت قرق، چرای دام و تأثیر آن بر روی پوشش گیاهی و به سبب آن تغییرات پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد. چرای دام و لگدکوب کردن خاک موجب تشکیل میکروخاکدانه‌ها و کاهش پایداری خاک می‌شود. اثر قابل توجه دیگر چرای دام که نتیجه مقایسه

اولین پیامدهای حاصل از اعمال کاربری‌های مختلف در بخش کیفیت فیزیکی خاک و به‌ویژه خاکدانه‌ها و ساختمان خاک دیده می‌شود (Rezaei *et al.*, 2013b). تقسیم‌بندی سطوح بحرانی پایداری خاکدانه براساس میانگین وزنی قطر آن بر حسب میلی‌متر شامل سطوح بحرانی پایداری، بسیار شدید (کمتر از ۰/۵)، شدید (بین ۰/۵ تا ۱)، متوسط (بین ۱ تا ۲)، کم (بین ۲ تا ۲/۵) و هیچ (بیشتر از ۲/۵) می‌باشد (Haj abbasi, 1999). با توجه به نتایج مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها که در جدول ۲ آمده است سطوح بحرانی بسیار شدید و شدید در خاک‌های مناطق مورد مطالعه مشاهده نشد ولی سطح متوسط پایداری خاکدانه، در عمق دوم ناحیه خارج قرق منطقه چهارباغ و گمیشان رؤیت گردید. خاک‌های دیگر مناطق مورد بررسی در محدوده سطوح بحرانی کم و ناچیز بودند. این امر حکایت از کیفیت بالای فیزیکی خاک‌های مرتعی صرف‌نظر از اعمال قرق دارد که حضور پوشش گیاهی مناسب و پیامدهای آن شرایط مساعدی را در مورد تشکیل ساختمان بوجود آورده است. شواهد مشاهده شده در مطالعات صحرائی (جدول ۱) نیز بیانگر حضور ساختمان‌هایی با توسعه‌یافتگی، اندازه و نوع مناسب می‌باشند که نتایج مشاهدات آزمایشگاهی را تأیید می‌کنند.

نتایج بررسی پایداری خاکدانه‌ها بین عمق اول و دوم در همه مناطق چهارگانه مورد بررسی و در سایت‌های قرق و غیر قرق غیر از سایت غیر قرق مرتع اینچ‌برون تفاوت معنی‌داری را از لحاظ پایداری خاکدانه نشان داد. تفاوت معنی‌دار در پایداری خاکدانه‌ها بین عمق اول و دوم می‌تواند ناشی از وجود مواد آلی در لایه سطحی خاک، توسعه سیستم‌های مختلف ریشه و فعالیت ارگانسیم‌های خاک باشد که نتایج تحقیقات Six و همکاران (۲۰۰۱)؛ Abule و همکاران (۲۰۰۵) و Rezaei و همکاران (۲۰۱۳-a) نیز در این زمینه همسو با نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشند. در سایت غیر قرق مرتع اینچ‌برون با وجود تفاوت مرفولوژیکی در صفت مورد بررسی در هر دو عمق مطالعه شده، به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در عمق‌های



وقتی مقدار ماده آلی کمتر از پنج درصد باشد پایداری خاکدانه‌ها به میزان زیادی تحت تأثیر کربنات کلسیم خاک است.

اگرچه قرق به‌عنوان یکی از راهکارهای مدیریتی برای احیا و حفظ سلامت و کیفیت مراتع معرفی شده اما با توجه به کمپلکس بودن اکوسیستم همواره باید به این نکته توجه داشت که اثر توأم چندین فاکتور بر روی یک فاکتور ثانویه با شدت و وسعت بیشتری بروز می‌نماید. از این رو در توجیه اثرهای قرق بر پایداری خاکدانه‌ها، توسعه ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک در کنار روش مدیریتی و حفاظتی قرق، موقعیت‌های مختلف جغرافیایی و شرایط محیطی متفاوت را نیز باید مورد توجه قرار داد تا علل وضعیت‌های مشاهده شده در مورد وضعیت پایداری خاکدانه‌ها و توسعه ساختمان خاک در نواحی مختلف که نشان از اثر کم قرق بر پایداری خاکدانه‌ها دارد، مشخص شود. فاکتور خاک‌سازی اقلیم با دو عامل رطوبت و دما ویژگی‌های مختلف خاک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (Buol *et al.*, 2011). رطوبت یکی از اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد (Lavee *et al.*, 1996). با توجه به موقعیت جغرافیایی دو مرتع اینچه‌برون و گمیشان به دلیل نزدیکی به دریای خزر رطوبت موجود در هوا و به تبع آن رطوبت خاک نسبت به دو مرتع مطالعه شده دیگر بالا بوده که این امر خود چه به‌طور مستقیم و چه غیرمستقیم از طریق اثر بر پوشش گیاهی بر وضعیت ساختمان خاک اثر مثبت گذاشته و در کنار قرق شرایط بهتری را برای خاک ایجاد نموده است. عامل اقلیمی دما از طریق بوجود آوردن شرایط انجماد و ذوب مکرر از محدودکننده‌ترین فاکتورها در افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد (Enheng *et al.*, 2012).

در منطقه چهارباغ و مراوه‌تپه بروز هوای سرد و خشک از توسعه‌یافتگی خاکدانه‌ها ممانعت به‌عمل آورده و آنها را در سطوح پایین پایداری خاکدانه نگه می‌دارد و نقش قرق را کم‌رنگ‌تر نموده است. پوشش گیاهی یکی دیگر از عوامل محیطی می‌باشد که ضمن تأثیرپذیری از اقلیم پایداری خاکدانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گونه‌های گیاهی

پوشش گیاهی داخلی و خارج قرق به صورت چشمی می‌باشد کاهش پوشش گیاهی است که خود سبب تخریب ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها می‌گردد. از سویی برداشت پوشش گیاهی توسط دام موجب کم شدن لاشبرگ برگشتی به خاک به‌عنوان ماده آلی خاک شده و به‌دلیل آن باعث کاهش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود. به‌طوری‌که نتایج تحقیقات Fullen و Booth (۲۰۰۶)؛ Lynch و Bragg (۱۹۸۵) و Marques و همکاران (۲۰۰۹) آن را تأیید می‌کند. بقایای گیاهی اهمیت قابل توجهی در توزیع اندازه خاکدانه‌ها دارند. از دیدگاه فیزیکی، وجود بقایای گیاهی از نیروی برخورد قطرات باران بر سطح خاک کاسته و اثرهای مخرب یخ زدن و ذوب شدن مکرر برف را تعدیل و از این طریق به ثبات خاکدانه‌های خاک کمک می‌کند (Mahmoodabaddi & Heydarpour, 2014). از دیدگاه شیمیایی، تجزیه مواد آلی و بقایای گیاهی موجب آزاد شدن پلی‌ساکاریدها، ترکیبات هومیکی و موسیلاژها می‌شود که در پیوستگی ذرات خاک به یکدیگر نقش مثبتی دارد. از دیدگاه بیولوژیکی حضور مواد آلی، فعالیت میکروب‌ها (مثل قارچ‌ها)، درشت جانداران (مثل کرم‌های خاکی) را تحریک می‌کند که نتیجه آن افزایش پایداری خاکدانه است (Blanco-Canqui & Lai, 2009). در این مورد Tejada و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که ماده آلی به‌عنوان یک عامل سیمانی‌کننده، در هماوری ذرات برای تشکیل خاکدانه‌های مقاوم ضروری هستند. در این مورد Levy و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که اگر مقدار رس افزایش یابد، بر هدایت الکتریکی و میانگین وزنی قطر خاکدانه تأثیر می‌گذارد. Kristiansen و همکاران (۲۰۰۶)، نشان دادند که با افزایش مقدر رس، جزء خاکدانه‌های پایدار کمتر از یک میلی‌گاهش و خاکدانه‌های پایدار بیشتر از دو میلی‌متر افزایش یافت. Tayel و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که پایداری خاکدانه‌ها و میزان پراکنش رس، تابعی از مواد آلی، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم بوده و با افزایش نسبت جذب سدیم، پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد. Boix-Fayos و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که

نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی هستند.

اقلیم نیمه‌خشک در سایت مراوه‌تپه باعث شده تا پوشش گیاهی از تراکم کمتری برخوردار باشد و کاهش تراکم خود از نقش مثبت پوشش گیاهی برای حفظ پایداری خاکدانه‌ها کاسته است، بنابراین این نکته بر ضرورت قرق و حفاظت آن تأکید دارد. نوع پوشش گیاهی از نظر مناسب بودن برای تغذیه دام نیز از مهمترین عامل‌های دخیل در تخریب خاک مراتع می‌باشد. این نکته نقش غیرمستقیم پوشش گیاهی در پایداری خاکدانه و توسعه ساختمان به‌دلیل تمایل دام برای تغذیه و تردد در مکان‌های مختلف و پیامدهای آن همانند لگدکوب شدن خاک را نشان می‌دهد. در مراتعی که پوشش گیاهی مقبولیت چندانی برای تغذیه دام ندارد یا سایر شرایط محیطی برای حضور دام در این عرصه مناسب نیست با حذف خودبخود خطر چرای دام به‌عنوان اصلی‌ترین تخریب‌کننده‌های عرصه منابع طبیعی، بهبود پایداری خاکدانه‌ها دور از انتظار نیست. به‌عبارتی پوشش گیاهی به هر نوع که باشد می‌تواند سبب افزایش پایداری خاکدانه گردد، ولی گاهی اوقات تغییر در ترکیب گیاهی به سمت گیاهان خوشخوراک از اهداف قرق است که با اجرای قرق به صورت غیرمستقیم افزایش پوشش گیاهی میسر شده و کیفیت فیزیکی خاک نیز ارتقاء می‌یابد.

در نهایت، مشابه با نتایج یافته‌های سایر محققان قرق به‌عنوان یکی از راهکارهای افزایش کیفیت فیزیکی خاک مراتع معرفی می‌شود. نکته متمایزکننده حاصل از این تحقیق توجه به سایر عوامل همراه قرق است که بر منطقه حاکم می‌باشد. در نواحی که شرایط محیطی و اکولوژیکی در وضعیت بهینه هستند، بدون شک قرق اثر مثبت خود را در افزایش پایداری خاکدانه‌ها، بهبود وضعیت ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک نشان خواهد داد ولی اگر سایر عوامل حاکم بر منطقه همانند اقلیم و پوشش گیاهی محدودیت‌هایی را برای منطقه به همراه داشته باشند از میزان نقش مثبت قرق کاسته خواهد شد. در این مورد اعلام می‌شود که بالا بودن پایداری هدف نهایی مدیریت خاک بوده، زیرا هر چه خاکدانه پایدارتر باشد ساختمان توسعه یافته‌تر و قوی‌تر

مختلف از طریق عواملی همانند سیستم ریشه، ترشحات ریشه، بقایای گیاهی حاصل از آنها و نوع ارگانسیم‌های خاکزی سازگار شده با آنها بر روی میزان پایداری خاکدانه‌ها مؤثر هستند (Eviner & Chapin, 2002). با توجه به نوع پوشش گیاهی مستقر در مراتع مورد مطالعه می‌توان به نقش این فاکتور در کمک به مدیریت قرق پی برد. در منطقه اینچ‌برون و گمیشان پوشش گیاهی بوته‌ای به دلیل سیستم ریشه گسترده و نیز بقایای گیاهی بالا شرایط بهینه‌ای را برای افزایش پایداری خاکدانه‌ها پدید آورده و همسو با قرق حفاظت و افزایش کیفیت خاک با سرعت بیشتری پیش رفته است. در مرتع چهارباغ به علت اقلیم سرد، سرما و یخبندان، طول دوره رشد کوتاه بوده و به‌دلیل پوشش غالب گراس‌ها سیستم ریشه ضعیف بوده و میزان ماده آلی که به خاک اضافه می‌شود کمتر از پوشش گیاهی بوته‌ای است، از این رو قرق این نواحی با پوشش گیاهی ضعیف نقش معنی‌داری را در افزایش پایداری خاکدانه‌ها ندارد.

پوشش گیاهی، ساختمان خاک را به دلیل توزیع مواد آلی از طریق لاشبرگ و برگشت ریشه گیاهان و ترشحات هیدرات کربن ریشه تحت تأثیر قرار می‌دهد (Fattet *et al.*, 2011). Chong و Carpenter (۲۰۱۰) نشان دادند که افزایش پوشش گیاهی و کربن آلی خاک یکی از مهمترین فاکتورهای تعیین‌کننده پایداری خاکدانه است. Liu و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که ایجاد پوشش گیاهی در خاک، پایداری خاکدانه و کربن آلی خاک را افزایش می‌دهد.

در تحقیقی با عنوان بررسی اثر گیاهان با فرم‌های رویشی مختلف بر ویژگی‌های سطح خاک در مراتع نیمه‌استپی پارک ملی گلستان، مشخص شد که بوته‌ای‌ها نسبت به فرم‌های دیگر پایداری سطح خاک را بیشتر افزایش داده است که نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین Kavandi habib و همکاران (۲۰۱۴) نیز این موضوع را تأیید کرده و بیان می‌کنند که لکه‌های گیاهی بوته به همراه گندمی دارای قابلیت بالاتری برای پایداری،

### منابع مورد استفاده

- Abule, E., Snyman, H. A. and Smit, G. N., 2005. The influence of woody plants and livestock grazing on grass species composition, yield and soil nutrients in the Middle Awash Valley of Ethiopia. *Journal of Arid Environment*, 60: 343-358.
- Amezket, E., 1999. Soil aggregate stability: A review. *Journal of Sustain Agriculture*, 14: 83-151.
- Anonymous., 2014. Kellogg soil survey laboratory methods manual. USDA. Soil Conservation Service. Soil Survey. investigation report government. Print. Office, Washington, D.C. USA.
- Arshad, M. A. and Coen, G. M., 1992. Characteristics of soil quality: physical and chemical criteria. *American Journal of Alternative agriculture*, 7: 25-31.
- Barzgar, A. A., 2004. Soil physics principle. Second publication, Shahid Chmaran University publication, 239 p.
- Bihamta, M. R. and Zare chahuki, M. A., 2008. Principles of Statistics of Natural Resources. Tehran University Publication. 300p.
- Blanco-Canqui, H. and Lal, R., 2009. Corn strover removal for expanded uses reduces soil fertility and structural stability, soil science society of America *Journal*, 73 (2): 418-426.
- Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A. C. and Soriano-Soto, M. D., 2001. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. *Journal of Catena*, 44: 47-67.
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C. and McDaniel, P. A., 2011. Soil Genesis and Classification, Sixth Edition. John Wiley & Sons, 436 p.
- Carpenter, D. R. and Chong, G. W., 2010. Patterns in the aggregate stability of Mancos Shale derived soils. *Journal of Catena*, 80: 65-73.
- Enheng, W., Richard, M. C., Xiangwei, C.H. and Daigh, A., 2012. Effects of moisture condition and freeze/thaw cycles on surface soil aggregate size distribution and stability. *Canadian Journal of Soil Science*, 92(3): 529-536.
- Eviner, V. T. and Chapin. F. S., 2002. The influence of plant species, fertilization and elevated CO<sub>2</sub> on soil aggregate stability. *Journal of Plant and Soil*, 246(2): 211-219.
- Fattet, M., Fu, Y., Ghestem, M., Ma, W., Foulonneau, M., Nespoulous, J., Bissonnais, Y. L. and Stokes, A., 2011. Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability

خواهد بود و در این صورت منافذ از توسعه و همبستگی بالایی برخوردارند که این خود منجر به تهویه بهتر و نیز ذخیره و انتقال بهتر آب در خاک می شود ( Tiplittgr *et al.*, 1968). زمان به خودی خود اثری بر خاکدانه ندارد بلکه بستر اثر سایر فاکتورهاست. بنابراین شاید بشود این گونه بیان کرد که مثلاً در اقلیم خشک مانند آنچه که در منطقه مراوه تپه مشاهده می شود، با گذر زمان میزان تجزیه ماده آلی افزایش پیدا می کند پس گذر زمان منجر به کاهش ماده آلی در این اقلیم شده، در نتیجه مواد سیمانی کننده ذرات اولیه از بین می رود و خاکدانه تشکیل نمی شود یا از میزان پایداری خاکدانه های موجود کاسته می شود. البته چنین شرایط سخت در اقلیم سرد و انجماد نیز می تواند روی دهد. ولی در اقلیم مرطوب شرایط بعکس روی می دهد و گذر زمان به ویژه اگر با افزایش پوشش گیاهی همراه بشود، خاکدانه ها را توسعه یافته تر می کند. با توجه به اینکه پایداری خاکدانه ها در اکوسیستم ها یکی از شاخص های مهم کیفی خاک بوده که می تواند به بهبود بسیاری از خصوصیات خاک مانند نفوذپذیری، کاهش سله سطحی و موجب کاهش فرسایش آبی گردد.

به طور کلی توصیه می شود قبل از ایجاد قرق در نواحی مختلف ارزیابی های اولیه از شرایط محیطی به عمل آید تا همزمان با اعمال قرق، عملیات اصلاحی و احیایی دیگر مانند کودپاشی و بذریاشی برای بهبود وضعیت مراتع انجام شود. در صورت اعمال قرق به همراه سایر عملیات اصلاحی رسیدن به هدف نهایی افزایش پایداری خاکدانه ها با سرعتی بیش از پیش به وقوع پیوسته و نتایج مثبت آن دیده خواهد شد.

بنابراین می توان بیان کرد که ساختار و عملکرد اکوسیستم های طبیعی با گذشت زمان و با توجه به اهداف مدیریتی تغییر می کند و ساختار و عملکرد اکوسیستم بر اثر فعالیت های مدیریتی و محیطی دچار تغییر می شود و برای پی بردن به تأثیر نحوه مدیریت و انتخاب روش های بهتر مدیریتی پایش ساختار و عملکرد اکوسیستم ضروری به نظر می رسد.

- carbon and polysaccharides. *Soil Science Society of America Journal*, 69: 2041-2048.
- Lynch, J. M. and Bragg, E., 1985. Microorganisms and aggregate stability. *Journal of Advanced Soil Science*, 2: 133-171.
  - Mahmoodabadi, M. and Heydarpour, E., 2014. Sequestration of organic carbon influenced by the application of straw residue and farmyard manure in two different soils. *Journal of International Agrophysics*, 28 (2), 169-176.
  - Marques, M. J., Garcia-Munoz, S., Munoz- Organero, G. and Bienes, R., 2009. Soil conservation beneath grass cover in hillside vineyards under Mediterranean climatic conditions (Madrid, Spain). *Journal of Land Degradation and Development*, 21(2): 122-131.
  - Mesdaghi, M., 2005. *Plant Ecology*. Mashhad jahad daneshgahi publication, 187 p.
  - Mirzaali, A., Mesdaghi, M. and Erfan nezhad, R., 2006. The effect of grazing on rangeland vegetation and soil salinization Gomishan in Golestan province. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 13(2): 194-202.
  - Nael, M., Khademi, H. and Haj abbasi, M. A., 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran *Applied Soil Ecology*, 27:221-232.
  - Niknahad Gharmakher, H. and Maramayi, M., 2011. Effects of land use changes on soil characteristics (case study: Kachik). *Journal of Soil and Sustainable Management*, 1(2): 81-96.
  - Niknahad Gharmakher, H., Aghtabye, A. and Akbarlou, M. 2018. Effects of grazing exclusion on some soil properties, erodibility and carbon sequestration (Case study: Bozdaghin rangelands, North Khorasan, Iran). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24 (4): 708-718.
  - Rezaei, H., Jafarzadeh, A. A. and Shahbazi, F., 2013-a. Micro morphological observation of land use effect on soil organism's activity. 4th International scientific conference on: Biosphere reserves-the way to sustainability, Tehran, Iran.
  - Rezaei, H., Jafarzadeh, A. A. and Shahbazi, F., 2013-b. Effect of vegetation on soil micro morphological properties (case study: Karkaj research station). *Journal of soil and water science*, 23(1): 83-94.
  - Seybold, C. A. and Herrick, J. E., 2001. Aggregate stability kit for soil quality assessment. *Journal of Catena*, 44: 37-45.
  - Sheidai Karkaj, E., Akbarlou, M. and Niknahad Gharmakher, H., 2013. Effect of management of and shear strength. *Journal of Catena*, 87: 60-69.
  - Fullen, M. A. and Booth, C. A., 2006. Grass ley set-aside and soil organic matter dynamics on sandy soils in Shropshire, UK, *Earth Surf. Process. Landforms*, 31: 570-578.
  - Habibian, M. R. and Salehpour, A., 2016. Impacts of grazing management on some soil physical and chemical characteristics in semi-steppe rangelands. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23 (2): 311-321.
  - Haj abbasi, M. A., Besalatpour, A. and Mellali, A. R., 2007. Effect of rangeland change to agriculture on some soil chemical and physical characteristics in south and east south Esfahan. *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology*, 42: 525-534.
  - Haj abbasi, M. A., 1999. *Method and Guidelines for Assessing Sustainable Use of Soil Water Resources in the Tropics* Firdausi University of Mashhad Publication, 56 p.
  - Herrick, J. E., Whitford, W. G., De Soyza, A. G., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Seybold, C. A. and Walton, M., 2001. Field soil aggregate stability kit for quality and rangeland health evaluations, *Journal of Catena*, 44: 27-35.
  - Jeddi, K. and Chaieb, M., 2010. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environment of south Tunisia. *Journal of Flora*, 205: 184-189.
  - Kavandi Habib, R., Heshmati, G.H. and Siroosi, H., 2014. Comparison of Ecological Patch's Potentials and Functions in Rangeland Ecosystems (Case Study: Qahavand Rangelands, Hamedan province, Iran). *Journal of Rangeland Science*, 4(3): 234-244.
  - Kay, B. D., 2000. *Soil Structure*, in Hand book of Soil Science. CRC Press, E.M. Sumner, Ed. USA: F.I., Boca Raton. 562p.
  - Kristiansen, S. M., Schjønning, P., Thomsen, I. K., Olesen, J. E., Kristensen, K. and Christensen, B. T., 2006. Similarity of differently sized macro-aggregates in arable soils of different texture. *Journal of Geoderma*, 137: 147-154.
  - Lavee, H., Sarah, P. and Imeson, A. C., 1996. Aggregate stability dynamics as affected by soil temperature and moisture regimes. *Geografiska Annaler. Series A. Journal of Physical Geography*, 78(1): 73-82.
  - Levy, G. J., Mamedov, A. I. and Goldstein, D., 2003. Sodicity and water quality effects on slaking of aggregates from semi-arid soils. *Journal of Soil Science*, 168: 552-562.
  - Liu, A., Ma, B. L. and Bomke, A. A., 2005. Effects of cover crops on soil aggregate stability, total organic

- Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J. L. and Hernandez, M. T., 2006. Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: Influence on the physical, chemical and biological properties of soil. *Journal of Soil Bioogy and Biochemistry*, 38: 1413-1421.
- Tiplittgr, G. B. D., Vandoren, B. and Schimdt, B. L., 1968. Change in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-structured soil. *Journal of Soil Science*, 33: 623-637.
- Valizadeh, M. and Moghadam, M., 2009. Pilot projects in agriculture. Parivar publication. 451p.
- Zarekia, S., Arzani, H., Jafari, M. and Zare, N., 2016. Effect of grazing utilization on vegetation and soil properties in steppe rangelands (Case study: Saveh steppe rangelands). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22 (4): 745-756.
- Zhang, Z., Wei, C., Xie D., Gao, M. and Zeng, X., 2008. Effects of land use patterns on soil aggregate stability in Sichuan Basin, China. *Particuology*, 6:157-166.
- livestock on the improve soil properties in Chahar Bagh summer rangeland of Golestan province. *Journal of Watershed Management Research*, 99: 74-83.
- Sheidai Karkaj, E., Motamedi, J., Aliloo, F. and Siroosi, H., 2016. Effect of grazing management on vegetation properties in summer rangelands of Chahar bagh rangelands. *Iranian journal of rangeland and watershed Management*, 69 (4): 949-961.
- Six, J., Paputian, K., Elliot, E. T. and Comb rink, C., 2001. Soil structure and organic matter Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Journal of Soil Science*, 64: 681-689.
- Soane, B. D., 1990. The role of organic matter in soil compatibility: a review of some practical aspects. *Journal of Soil Tillage Research*, 16: 179-201.
- Tayel, M.Y., Abdel-Hady, M. and Eldardiry, E. I., 2010. Soil structure affected by some soil characteristics. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences*, 7 (6): 705-712.

## The role of exclosure in changing aggregate stability and soil structure of rangelands in Golestan province

E. SheidaiKarkaj<sup>1\*</sup>, H. Rezaei<sup>2</sup>, H. Niknahad gharmakher<sup>3</sup>, I. Jafari Footami<sup>4</sup> and A.Sharifian<sup>4</sup>

1\*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

2-Assistant Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3-Assistant Professor, Department of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4-Ph.D. Student in Rangeland Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 06/20/2018

Accepted: 02/16/2019

### Abstract

Soil aggregate stability and soil structure considered as the key indicators of range soil health and counted as effective factors in soil erosion control. The present study was carried out to investigate the effect of exclosure on the stability of aggregates and soil structure in four areas of Golestan province including Chaharbagh, Incheboron, Gomishan and Maravetapeh. Soil sampling was carried out from two depths of 0-20 and 20-40 cm by digging profile in random-systematic method along transects in each of exclosure and adjacent sites of quadruple areas. Aggregates stability was measured by the method of wet sieving in the laboratory. The results were analyzed statistically using independent and paired samples t-test for exclosure sites and adjacent exclosure sites as well as two corresponding depths, respectively. In the most of studied sites, the aggregate stability values were higher in the surface soil than the deep soil.

The results indicated that the effect of rangeland exclosure on morphological changes and soil status indicating positive role in development of soil structure in all studied areas, however, these results were statistically significant only in the Incheboron and Gommishan area in view point of soil aggregate stability. The highest value of soil stability was in the first depth (4.52 mm) of Gomishan exclosure site and the lowest one was in the second depth (1.15 mm) in Gomishan grazing site. The final result showed that regardless of positive role of exclosure in promoting the stability of aggregate, factors such as geographic position of rangeland, climate, vegetation type and grazing conditions as the associated factors affecting the stability of aggregate and soil structure should be considered.

**Keywords:** Soil aggregate stability, soil structure, exclosure, Golestan province, rangeland.