# بررسی تاثیر ذرات در اندازه‌ی سیلت بر رفتار تیکسوتروپی خاک با کاربری مرتع

ریحانه نژاد اسدی[۱]، علی اصغر بسالت‌پور[۲]، حسین شیرانی[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان ۳- استاد گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
r_nejadasadi@yahoo.com

## چکیده

تیکسوتروپی یک پدیده‌ی قابل بازگشت برای نشان دادن تغییرات ساختاری در خاک بوده و در خاک‌های ریزدانه که شامل ذرات زیادی در اندازه‌ی رس و سیلت هستند، پدیده‌ی مهمی است. در این پژوهش به بررسی رفتار تیکسوتروپی خاک و تاثیر آن بر فرسایش خمیری‌شکل پرداخته شد. بدین منظور، شیب‌تپه‌ای با کاربری مرتع انتخاب شده و سه خاک‌رخ به ترتیب در بالای شیب‌تپه ، میانه شیب‌تپه و انتهای شیب‌تپه حفر گردید. نمونه‌برداری از دو لایه‌ی سطحی و زیرسطحی در هر خاک‌رخ انجام شده و برخی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک تعیین شد. آزمایش‌های رئولوژیکی نیز به‌منظور تعیین رفتار خاک انجام شد. نتایج نشان داد که رفتار خاک شبه‌پلاستیک بوده و خاک موقعیت میانه‌ی شیب به دلیل دارا بودن بیش‌ترین میزان سیلت (۵۶/۳ درصد)، تیکسوتروپی را در تنش‌های برشی خیلی پایین‌تری نسبت به دو موقعیت شیب نشان داده و به دلیل مقاومت برشی پایین، احتمال وقوع فرسایش خمیری‌شکل در آن بالاست.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خمیری‌شکل، حدود آتربرگ، آهک، تیکسوتروپی

## مقدمه

فرسایش آبی از جمله فرسایش‌های سطحی، آبکندی و حرکت‌های توده‌ای در بیش از ۱۲۰ میلیون هکتار از مناطق کوهستانی و دشت‌های بین آن‌ها غالب است (عرب خدری، ۱۳۹۳). فرسایش سیلان‌گل یا خمیری‌شکل[۱] از مهم‌ترین انواع فرسایش توده‌ای است. جریان گل در واقع نه جامد است و نه مایع بلکه حالت بینابینی داشته (نیمه-جامد یا سیال لزج) و ویژگی‌هایی شبیه سیالات دارد و بنابراین ویژگی‌های رئولوژیکی[۲] می‌توانند بیان‌گر چگونگی وقوع این پدیده باشند. یکی از قدیمی‌ترین ویژگی‌های مهم رئولوژی سیالات، خاصیت تیکسوتروپی[۳] است که به دلیل چالش‌های فراوان در مناطق مطالعاتی، هنوز در علم رئولوژی باقی‌مانده و تغییرات میکروساختاری همراه با تیکسوتروپی و تنش تسلیم بهینه سیالات، هنوز شناخته نشده است (Mewis and Wanger, 2009; Jeong et al., 2015). این ویژگی نمایان‌گر پدیده کاهش گران‌روی ظاهری سیالات (مقاومت جریان در برابر روان‌شدن به علت اصطکاک داخلی) تحت تنش برشی ثابت با گذشت زمان است که با حذف تنش برشی خارجی، گران‌روی به حالت قبل برمی‌گردد (شوش‌پاشا و همکاران، ۱۳۸۳). با توجه به اینکه فرسایش خمیری‌شکل پیامدهای ناگواری برای اکوسیستم‌های طبیعی در بیش‌تر نقاط دنیا دارد باید از وقوع آن تا حد امکان پیش‌گیری نمود که لازمه آن انجام پژوهشی جامع در این راستا و بررسی عوامل اصلی اثرگذار بر وقوع آن است. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی ارتباط میزان سیلت و رفتار تیکسوتروپی خاک در شیب‌تپه‌ی با فرسایش خمیری‌شکل تحت کاربری مرتع بود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه‌ی مورد مطالعه

[1] Mudflow erosion
[2] Rheological
[3] Thixotropic

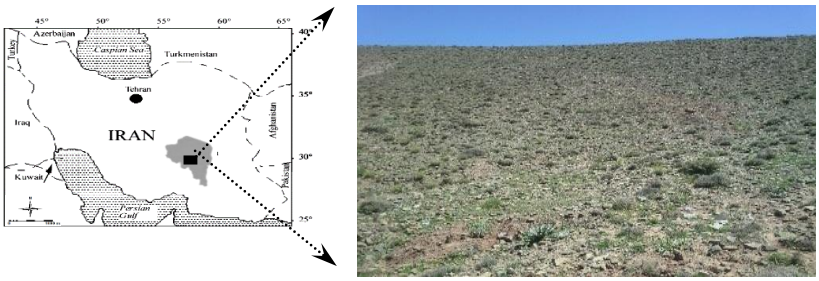
منطقه مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبریز شهرستان رابر استان کرمان است که دارای مساحتی بالغ بر ۲۵۶ هزار هکتار بوده و در بخش جنوب خاوری کشور واقع گردیده و دارای سه نوع کاربری اراضی غالب مرتع، پوشش جنگلی و زراعت است. سازند غالب این منطقه، سازند قرمز بالایی است که ماهیت مارنی دارد. کاربری مرتع شامل ۸۰ درصد پوشش مرتعی شامل گونه‌های گون[1]، درمنه[2]، پیچک[3] و کنگر[4] و همچنین دارای ۱۵ درصد سنگریزه سطحی است (شکل ۱).

**مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی**

به‌منظور تعیین و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه، نمونه‌برداری خاک با استفاده از حفر خاک‌رخ انجام شد. برای این منظور شیب‌تپه‌ای با کاربری مرتع انتخاب شده و سه خاک‌رخ در رأس شیب تپه با فرسایش زیاد، وسط شیب‌تپه با فرسایش متوسط و انتهای شیب تپه با فرسایش کم حفر و نمونه خاک از دو عمق سطحی و زیرسطحی برداشت شد.

ماده آلی کل خاک به روش واکلی-بلک (Walkley and Black, 1934)، بافت خاک به روش پیپت (Gee and Bauder, 2002)، میزان آهک خاک به روش تیتراسیون معکوس (Nelson, 1982)، CEC به روش باور (بیات و همکاران، ۱۳۹۰)، حد روانی توسط دستگاه کاساگراند، و حد خمیری به روش فتیله نواری (Nweke et al., 2014) در سه تکرار اندازه‌گیری شد. برای تعیین رطوبت اشباع ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به ۵۰ گرم از نمونه خاک اضافه نموده و پس از گذشت یک هفته، آب رویی، خارج و مقدار رطوبت اشباع خاک اندازه‌گیری شد (Szegi et al., 2006).

در این پژوهش، به بررسی رفتار رئولوژیک مخلوط سیلت و رس خاک پرداخته شد. برای انجام آزمایش‌های نیاز به تهیه نمونه‌های خاک به حالت خمیری‌شکل بود که به این منظور میزان آب مورد نیاز برای آماده‌سازی نمونه‌های خاک از تقسیم کردن رطوبت اشباع بر رطوبت قابل استفاده حاصل شد (Sezegi et al., 2006). پس از تعیین رطوبت مورد نیاز، به نمونه‌ها اضافه شده و برای رسیدن به تعادل آبی، به‌مدت ۲۴ ساعت در ظروف پلاستیکی درب بسته قرار داده شدند و سپس برای انجام آزمایش‌های رفتار رئولوژی آماده گردیدند (Sezegi et al., 2006). به منظور تعیین رفتار رئولوژیک نمونه‌های خاک، از دستگاه رئومتر ( Physica Anton Paar، مدل MCR 300 ساخت اتریش) استفاده شد و با استفاده از سیستم صفحه-صفحه[5] و در دمای ثابت ۲۵ درجه سیلسیوس میزان تغییرات تنش برشی به‌عنوان تابعی از سرعت برشی در دامنه ۰/۰۱ تا $1000 s^{-1}$، به مدت سه دقیقه اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی رفتار تیکسوتروپی، نمودار پس‌ماند تنش برشی-نرخ برش رسم گردید که برای رسم آن نیاز بود که نرخ کرنش اعمال‌شده در مسیر برگشت، به صورت کاهشی و در فواصل زمانی یکسان با مسیر رفت بر خاک اعمال شود. همچنین برای تعیین رفتار جریانی نمونه‌های خاک، با برازش دادن مدل توانی[6] بر نمودارهای رفت، ضریب پایداری یا قوام ($k$) و شاخص رفتار جریان ($n$) بدست آمد.






**شکل ۱. نمایی از شیب‌تپه‌ی مورد مطالعه در کاربری مرتع (طول جغرافیایی "۵۸ '۳ °۵۷ و عرض جغرافیایی "۹ '۱۶ °۲۹)**

[1] *Astragalus* spp
[2] *Artemisia*
[3] *Convolvulus arvensis*
[4] *Cirsium vulgare*
[5] Plate-plate
[6] Power law

## نتایج و بحث

### توصیف آماری ویژگی‌های خاک

در این شیب‌تپه، بافت غالب خاک شامل لوم، لوم سیلتی و لوم شنی بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد که به سبب وجود مقدار سیلت زیاد، فرسایش‌پذیری خاک قابل نیز توجه باشد. میزان ماده‌ی آلی در آن اندک و از بالای شیب به سمت پایین میزان آن کاهش یافت. میزان کربنات کلسیم معادل (آهک) در این شیب‌تپه بین ۲۱ تا ۴۵ درصد بود که بیشترین میزان آن در موقعیت بالای شیب دیده شد و از بالا به سمت پایین شیب روندی کاهشی داشت. دلیل بالا بودن آهک در این منطقه، مارنی بودن سازند آن بوده که سازندی غنی از رس و آهک است. بالا بودن میزان آهک و سیلت، به دلیل تاثیر بر ظرفیت نگهداری آب در خاک و افزایش آن، در موقعیت بالا و میانه‌ی شیب سبب افزایش حد روانی و حد خمیری و همچنین رطوبت اشباع گردیده است به طوری که رطوبت اشباع و حد روانی را در بالای شیب به ۶۵ و ۴۳ درصد رسانده است که این احتمال، حرکت توده‌ای عظیمی از خاک را در صورت مهیاشدن رطوبت اشباع تشدید می‌نماید. بیشترین میزان رس و گنجایش تبادل کاتیونی در موقعیت میانه‌ی شیب دیده شد و به تبع آن کمترین میزان OM/Clay و ضریب فعالیت خاک نیز در همین موقعیت دیده شده است (ضریب فعالیت خاک از تقسیم شاخص خمیری به درصد رس خاک بدست می‌آید).

### رفتار رئولوژیک خاک

در آزمون رفتار جریانی مشخص شد که با افزایش نرخ برشی، تنش برشی واردشده به همه‌ی نمونه‌های خاک افزایش یافته و گران‌روی ظاهری همه‌ی نمونه‌ها کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده‌ی شکسته‌شدن تجمع ذرات در اثر تنش است. این موضوع شبه‌پلاستیک[1] بودن جریان و رفتار رقیق‌شونده با برش را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تعیین شاخص رفتار جریان ($n$) و ضریب پایداری یا قوام ($k$) نیز تاییدکننده‌ی این موضوع است (جدول ۲). شاخص رفتار جریان، معیار مناسبی برای بیان میزان غیرنیوتونی-بودن سیال است؛ به‌گونه‌ای که برای سیال نیوتونی برابر یک و برای سیال شبه‌پلاستیک کوچک‌تر از یک است. ضریب قوام سیال نیز معیاری برای قابلیت تحرک و روان‌شدن سیال است (Jeong, 2010).

### تیکسوتروپی

رفتار تیکسوتروپی خاک در هر سه موقعیت شیب دیده شد (شکل ۲). همان طور که در شکل مشخص است مساحت حلقه‌ی تیکسوترپی در خاک موقعیت بالای شیب بیشتر از سایر موقعیت‌ها بوده و این پدیده در تنش برشی خیلی بالاتری نسبت به دو موقعیت شیب ایجاد شده است به عبارت دیگر می‌توان گفت که خاک این ناحیه از شیب در هنگام کاهش نرخ برش (نمودار برگشت) به دلیل ریزدانه‌بودن خاک در اثر تنش وارده اتصالات بین‌ذره‌ای ناشی از حضور آهک بالا و همچنین وضعیت ماده آلی بهتر نسبت به دو موقعیت دیگر سبب شده است که بازیابی ساختار آن سریع‌تر اتفاق افتاده و گران‌روی نسبت به نمودار رفت سریع‌تر بازیابی شده و خاک در زمان برگشت تنش‌های برشی خیلی بالاتری را نسبت به حالت رفت تحمل نماید. وجود آهک، حد روانی و خمیری و نسبت‌های OM/Clay و CEC/Clay بیشتر در این موقعیت از شیب و همچنین شاخص قوام بالا نسبت به دو موقعیت دیگر شیب به خوبی گواه بر مقاومت برشی بالاتر خاک در این موقعیت از شیب است. موقعیت میانه‌ی شیب دارای بیشترین میزان سیلت بوده و میزان آهک کمتری نسبت به موقعیت بالای شیب داشته که این سبب شده است خاک این ناحیه از شیب تیکسوتروپی را در تنش‌های برشی خیلی پایین‌تر نشان داده و مقاومت برشی خاک در این ناحیه از شیب بسیار پایین‌تر از نواحی دیگر از شیب است.

[1] Pseudoplastic

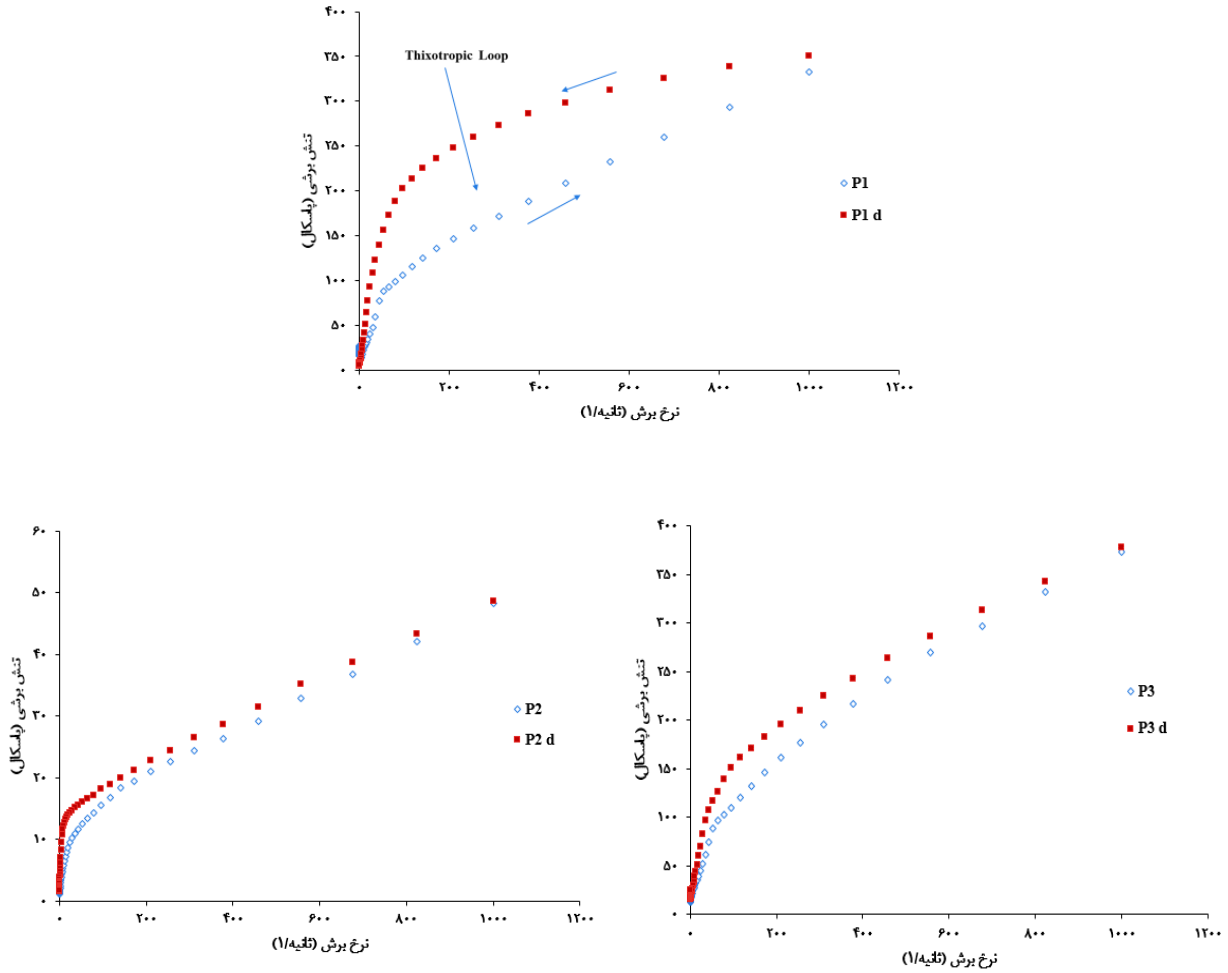
**جدول ۱: خلاصه‌ی آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شیب‌تپه‌ی مورد مطالعه در کاربری مرتع**

| پارامتر | بیشینه | کمینه | میانگین | چولگی | انحراف معیار | موقعیت شیب |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ماده آلی (درصد) | ۱/۵۱۲ | ۱/۰۲۶ | ۱/۲۷۶ | ۰/۰۷۳ | ۰/۲۱۷ | |
| آهک (درصد) | ۴۵/۹ | ۳۹/۳ | ۴۳/۳ | -۰/۶ | ۲/۶ | |
| شن (درصد) | ۵۸/۴ | ۵۰/۴ | ۵۳/۶ | ۰/۷ | ۳/۵ | |
| رس (درصد) | ۱۴/۴ | ۷/۵ | ۹/۱ | ۱/۹ | ۲/۷ | |
| سیلت (درصد) | ۴۲/۳ | ۳۲ | ۳۷/۳ | -۰/۱ | ۴ | |
| رطوبت اشباع (درصد) | ۶۵/۴ | ۴۹/۶ | ۵۵/۴ | ۱/۰۲ | ۶/۱ | |
| حد روانی | ۴۱/۶ | ۳۲/۷ | ۳۷/۱ | ۰/۰۳ | ۳/۹ | بالای شیب |
| حد خمیری | ۳۷/۳ | ۳۰/۴ | ۳۳/۹ | -۰/۰۶ | ۳/۱ | |
| شاخص خمیری | ۴/۵ | ۱/۳ | ۳/۱ | -۰/۴ | ۱/۴ | |
| ضریب فعالیت خاک | ۰/۵۵۳ | ۰/۱۱۴ | ۰/۳۲۵ | ۰/۰۱۰ | ۰/۲۱۸ | |
| OM/Clay | ۰/۱۸۹ | ۰/۱۰۵ | ۰/۱۳۸ | ۱/۲۲۳ | ۰/۰۲۸ | |
| CEC (cmol+/kg) | ۹/۴۶۹ | ۵/۲۷۲ | ۶/۴۷۰ | ۱/۷۵۳ | ۱/۵۸۷ | |
| CEC/Clay | ۰/۷۸۴ | ۰/۶۵۸ | ۰/۷۰۷ | ۱/۲۲۴ | ۰/۰۴۳ | |
| ماده آلی (درصد) | ۱/۸۳۱ | ۰/۱۸۱ | ۰/۷۹۴ | ۰/۶۴۳ | ۰/۶۶۷ | |
| آهک (درصد) | ۳۳ | ۲۳/۲ | ۲۶/۶ | ۱/۷ | ۳/۳ | |
| شن (درصد) | ۲۶ | ۱۷/۶ | ۲۱ | ۰/۶ | ۳/۴ | |
| رس (درصد) | ۲۴/۸ | ۲۰/۸ | ۲۲/۷ | ۰/۳ | ۱/۴ | |
| سیلت (درصد) | ۶۰/۴ | ۵۳/۲ | ۵۶/۳ | ۰/۴ | ۲/۷ | |
| رطوبت اشباع (درصد) | ۶۳/۹ | ۵۱/۸ | ۵۷/۵ | ۰/۲ | ۴/۹ | |
| حد روانی | ۳۴/۹ | ۳۱/۵ | ۳۳/۱ | ۰/۱ | ۱/۵ | میانه‌ی شیب |
| حد خمیری | ۳۱ | ۲۵/۲ | ۲۷/۷ | ۰/۵ | ۲/۳ | |
| شاخص خمیری | ۶/۳ | ۴/۱ | ۵/۵ | -۱/۷ | ۰/۸ | |
| ضریب فعالیت خاک | ۰/۲۸۸ | ۰/۲۲۳ | ۰/۲۵۸ | -۰/۱ | ۰/۰۲۵ | |
| OM/Clay | ۰/۰۷۴ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۳۴ | ۰/۵۰۸ | ۰/۰۲۷ | |
| CEC (cmol+/kg) | ۱۵/۱۴۷ | ۱۰/۶۷۲ | ۱۲/۵۵۸ | ۰/۶۲۶ | ۱/۶۶۳ | |
| CEC/Clay | ۰/۶۱۱ | ۰/۵۱۳ | ۰/۵۵۱ | ۰/۵۰۸ | ۰/۰۴۰ | |
| ماده آلی (درصد) | ۱/۶۷۴ | ۰/۱۱۰ | ۰/۸۱۰ | ۰/۱۴ | ۰/۷۳۵ | |
| آهک (درصد) | ۲۶/۵ | ۲۱/۲ | ۲۳ | ۱/۶ | ۱/۸۹ | |
| شن (درصد) | ۶۶/۴ | ۳۰/۴ | ۴۶/۹ | ۰/۵ | ۱۱/۹ | |
| رس (درصد) | ۱۳/۶ | ۲/۴ | ۷/۵ | ۰/۵ | ۴ | |
| سیلت (درصد) | ۶۴/۸ | ۲۶/۴ | ۴۵/۶ | -۰/۰۱ | ۱۲/۴ | |
| رطوبت اشباع (درصد) | ۴۳/۵ | ۳۴/۷ | ۳۹/۳ | -۰/۱ | ۴/۳ | |
| حد روانی | ۳۱/۲ | ۲۴/۳ | ۲۶/۹ | ۰/۶ | ۲/۸ | پایین شیب |
| حد خمیری | ۲۳/۷ | ۲۱/۵ | ۲۲/۳ | ۱/۳ | ۰/۷ | |
| شاخص خمیری | ۶/۳ | ۲/۹ | ۴/۴ | ۰/۲ | ۳ | |
| ضریب فعالیت خاک | ۲/۲۸۷ | ۰/۴۱۲ | ۱/۱۳ | ۰/۴۹۵ | ۰/۸۱۴ | |
| OM/Clay | ۰/۲۵۷ | ۰/۰۱۲ | ۰/۱۱۴ | ۰/۲۹۷ | ۰/۱۰۹ | |
| CEC (cmol+/kg) | ۷/۷۱۰ | ۳/۳۶۵ | ۴/۹۴۹ | ۰/۹۰۶ | ۱/۹۱۶ | |
| CEC/Clay | ۱/۴۳۷ | ۰/۵۱۷ | ۰/۷۷۴ | ۱/۶۳۷ | ۰/۳۵۷ | |

**CEC: گنجایش تبادل کاتیونی، OM/Clay: نسبت درصد ماده آلی به درصد رس، CEC/Clay: نسبت گنجایش تبادل کاتیونی به درصد رس**

**جدول ۲: مقادیر شاخص رفتار جریان و شاخص قوام نمونه‌های خاک**

| موقعیت نمونه‌های خاک | *n* | *k* | *R* |
|---|---|---|---|
| بالای شیب | ۰/۲۲ | ۲۹/۰۷ | ۰/۶۳ |
| میانه‌ی شیب | ۰/۳۱ | ۳/۲۱ | ۰/۸۷ |
| پایین شیب | ۰/۲۸ | ۲۴/۹۱ | ۰/۸ |




**شکل ۲: نمودار تنش برشی-نرخ برش و حلقه‌ی تیکسوتروپی در موقعیت‌های گوناگون شیب در کاربری مرتع. P بیان‌گر کاربری مرتع و عدد مقابل آن موقعیت‌های بالای شیب (۱)، میانه‌ی شیب (۲) و پایین شیب (۳)، و d بیان‌کننده نمودار برگشت است.**

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از آزمایش‌های رئولوژی خاک نشان داد که تمامی نمونه‌های خاک با افزایش تنش برشی، رفتار غیرنیوتونی شبه‌پلاستیک از خود نشان داده و رفتار تیکسوتروپیک داشتند. خاک موقعیت پایین شیب دارای بیشترین تحمل تنش برشی، تنش

تسلیم و گران‌روی اولیه بوده و ناپایدارترین موقعیت، موقعیت میانه‌ی شیب بود. تیکسوتروپی خاک تحت تاثیر میزان ذرات ریزدانه در خاک بوده و به عنوان معیار مناسبی برای پیش‌بینی رفتار خاک در برابر فرسایش خمیری‌شکل شناخته شد.

## منابع

بیات، ح.، دواتگر، ن. و معلمی، س. ۱۳۹۰. استفاده از سطح ویژه برای بهبود تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از طریق شبکه‌های عصبی مصنوعی. نشریه ی دانش خاک و آب، جلد ۲۱، شماره ۴، صفحه‌های ۱۰۶ تا ۱۱۹.

شوش‌پاشا، ع.، فرهادی، ع. و برجسته، م. ۱۳۸۳. بررسی حساسیت و تیکسوتروپی خاک رس سیلت‌دار، اولین گنکره ملی مهندسی عمران، ۲۴ تا ۲۷ اردیبهشت‌ماه، دانشگاه صنعتی شریف تهران.

عرب خدری، م. ۱۳۹۳. مروری بر عوامل موثر بر فرسایش آبی خاک در ایران. نشریه مدیریت اراضی. جلد ۲، شماره‌ی ۱،صفحه‌های ۱۸ تا ۲۶.

Gee, G.W., Bauder D, 2002. Particle-size analysis. Pp. 255–293. In: Dane JH and Topp GC (Eds). Methods of Soil Analysis Part 4 Physical Methods. Soil Science Society of American Inc

Jeong, S. W. 2010.Grain size dependent rheology on the mobility of debris flows. Geosciences Journal, 14(4): 359–369.

Jeong, S.W., locat, J. K., Torrance, S., Leroueil. 2015. Thixotropic and anti-thixotropic behaviors of fine-grained soils in various flocculated system, Engineering Geology. 196: 119–125.

Nelson R.E., 1982. Carbonate and gypsum. Pp. 181–197. In: Page AL (Ed). Methods of Soil Analysis: Part 2, Agronomy Handbook No 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.

Nweke, I. A, 2015. Changes in rheological properties of four contrasting soils as induced by cultivation. International Journal of Agriculture Innovations and Research. 3(1): 2319–1473

Szegi, T., Tombacz, Z.S. 2006. Quantitative rheological indicators for soil physical degradation. Agrokemia es talajtan, 55: 69-78.

Walkley, A., Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils, Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251–263.

# Effect of silt-sized particles on thixotropic behavior of a pasture soil

R. Nejad Asadi[1], A.A Besalatpour[2], H. Shirani[3]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, [2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, [3]Professor, Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
r_nejadasadi@yahoo.com

**Abstract**
Thixotropy is a reversible phenomenon for showing structural changes in soil and in fine grained soils, which contain large particles in the size of clay and silt, is an important phenomenon. In this study, soil thixotropic behavior and its effect on sulifluction erosion were studied. For this purpose, a hill slope in the forest land use was selected and three profiles were drilled at the shoulder, backslope and footslope, respectively. Sampling was done of two layers of surface and subsurface in each profile and some physical, mechanical and chemical properties of soil were determined. Rheological experiments were also performed to determine the behavior of the soil. The results showed that the behavior of soil was pesuduplastic and Soil of median slope position due to having the highest amount of silt (56.3%) showed thixotropy in shear stresses much lower than two slope positions, And Due to low shear strength, the probability of sulifluction erosion is high.

**Keywords**: Sulifluction erosion, Atterberg Limits, Equivalent calcium carbonate, thixotropy