Archive of SID

شماره ۱۲۱، زمستان ۱۳۹۷

پژوهش های آبخیزداری
(پژوهش و سازندگی)

# اثر پلیمر پلی‌وینیل‌استات بر تغییرات مقاومت سطحی خاک

**لیلا غلامی***
(نویسنده‌ی مسئول )* استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
**زهرا حق‌جو**
دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
**عطاالله کاویان**
دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

* Corresponding Email l.gholami@sanru.ac.ir

**چکیده**
امروزه یکی از مشکلات مهم جهان، فرسایش خاک است که سبب کاهش حاصل‌خیزی خاک، افزایش غلظت رسوب در رودخانه ها و مخازن سدها می‌شود. پژوهش حاضر برای بررسی تغییرات مقاومت سطحی خاک با استفاده از پلیمر پلی‌وینیل‌استات با مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌لیتر و اندازه‌ی کاربرد ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ ٪، در شرایط آزمایشگاهی و مقیاس کرت انجام داده شد. نتایج نشان داد که پلیمر استفاده‌شده می‌تواند مقاومت سطحی خاک را بیش‌تر از تیمار شاهد افزایش دهد. کاربرد پلیمر با غلظت ۲۵ ٪ و مقدار ۲۵ میلی‌لیتر در سطح ۰/۷۹ سانتی‌مترمربع بیشترین مقاومت سطحی خاک با مقدار ۳/۳ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع را به‌دنبال داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و درنظرگرفتن هزینه‌ی اقتصادی (هر لیتر پلی‌وینیل‌استات ۱۰۰۰۰۰ ریال) غلظت ۱۵ ٪ می‌تواند مقدار بهینه برای افزایش مقاومت سطحی خاک دانسته شود. می‌توان نتیجه گرفت که پلیمر استفاده‌شده، علاوه‌بر افزایش مقاومت خاک سطحی ممکن است در حفاظت خاک و مهار فرسایش آبی مؤثر باشد.

**واژگان کلیدی: : اصلاح‌کننده‌ی غیرآلی، شبیه‌ساز باران، شرایط آزمایشگاهی، مقاومت سطحی خاک**

www.SID.ir

Archive of SID



# Effect of polyvinyle acetate polymer on soil surface resistance variations

**Leila Gholami***
(Corresponding Author)*Assistant Professor, Department of Watershed Management Engineering, Collage of Natural Resources, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
**Zahra Haghjoo**
M.Sc. Student, Department of Watershed Management Engineering, Collage of Natural Resources, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
**Ataollah Kavian**
Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, Collage of Natural Resources, Sari of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

**Abstract**
One of the most important problems in the world nowadays is the soil erosion, which reduces soil fertility, increases sediment concentration in rivers and dam's reservoirs. For this purpose, the present study was conducted to investigate soil surface resistance changes using a polyvinyl acetate polymer with rates of 5, 10, 15, 20 and 25 ml and application concentrations of 5, 10, 15, 20, 25 percent in laboratory conditions and plot scale. The polymer application with a concentration of 25 percent and a rate of 25 ml in the level of 0.79 m2 had the most soil surface resistance with a rate of 3.3 kg cm-2. According to the obtained results and the economic cost (each litre of polyvinyl acetate of 100000 Rials) can state that the level of 15 percent can be selected as an optimum level for increasing soil surface resistance. With regard to the results it can be concluded that the used polymer in addition to the increasing soil surface resistance can have an effect on the soil conservation and control of water erosion.

**Keywords: Inorganic Amendments, Laboratory Conditions, Rainfall Simulation, Soil Surface Resistance**

**مقدمه**

خاک از آن منابع طبیعی ارزشمندی در جهان است که مدیریت پایدارش تنها با حفظ و بقای چرخه‌ی زیستی محقق می‌شود (لال ۱۹۹۱؛ عابد ۲۰۱۳). امروزه یکی از مشکلات مهم کشور ایران، فرسایش و تخریب خاک است که خطر جدی به شمار می‌آید و زندگی انسان‌ها و زیرساخت‌ها را تهدید می‌کند (لال و الیوت ۱۹۹۴؛ مورگان ۱۹۷۸؛ ترپاسی و سینگ ۲۰۰۱؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۴؛ ژانگ و همکاران ۲۰۱۸) و باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک و افزایش غلظت مواد معلق در رودها و فزونی رسوب در مخازن سدها می‌شود (اویانگ دنگ و همکاران ۲۰۰۸). واکنش خاک به فرسایش، فرایند پیچیده‌ای است که تحت تأثیر ویژگی‌های خاک شامل بافت، ساختمان، مواد آلی، رس و ویژگی‌های شیمیایی خاک قرار دارد (لال و الیوت ۱۹۹۴؛ عابد ۲۰۱۳). مقاومت خاک سطحی تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی خاک است و فرسایش خاک به‌طورجدی به این عامل بستگی دارد (بیسونایس ۱۹۹۶). امروزه اهمیتِ دانستن فشردگی ذرات خاک، افزایش یافته است؛ اما هزینه‌ی وسایل اندازه‌گیری، تکرار اندازه‌گیری و تفسیر داده‌ها باعث محدودیت استفاده از این ابزار در زمین‌های کشاورزی و مراتع شده است. برای دانستن اثر فشردگی ذرات خاک بر کیفیت خاک، نیاز به ابزاری برای تعیین مقاومت خاک هست (هریک و جونس ۲۰۰۲). از طرفی، پلیمرها نیز می‌توانند عاملی در مهار رواناب


www.SID.ir

Archive of SID



و فرسایش خاک، تغییرات مقاومت و پایداری خاک‌دانه‌ها باشند. پلیمرها به دو شکل حل‌شدنی و حل‌ناشدنی در آب استفاده می‌شوند. پلیمرهای حل‌ناشدنی در آب، در واقع جذب‌کننده‌هایی عالی در کشاورزی و منابع طبیعی هستند و نقش مهمی در جذب آب در زمان بارندگی یا آبیاری و در اختیار قراردادن آن به گیاه در درازمدت دارند. پلیمرهای محلول در آب که پلی وینیل‌استات[1] نیز از این دسته است، می‌توانند با افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها نقش مهمی در فرایند حفاظت خاک ایفا نمایند (صادقی و همکاران ۲۰۱۶؛ کراولی و همکاران ۲۰۰۰؛ موحدان و همکاران ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳؛ تدین‌فر و همکاران ۲۰۱۶؛ واعظی و همکاران ۲۰۱۶). پلی‌وینیل‌استات، اولین‌بار سال ۱۹۱۲ در آلمان اختراع شد. توسعه‌ی تجاری واقعی در سال ۱۹۲۵ آغاز شد و تهیه‌ی پلیمر تجاری آن تا سال ۱۹۲۹ ادامه یافت. پلیمر پلی‌وینیل‌استات در درازمدت به‌طور زیستی کاملاً تجزیه می‌شود و ترکیب آن از نظر سم‌شناسی، سازگارپذیری بسیار خوبی با محیط زیست دارد. پلیمر مورد نظر هیچ اثر مضری روی زیست‌بوم شامل گیاهان، باکتری‌های موجود در خاک و قارچ‌ها ندارد. استفاده از پلی‌وینیل‌استات، آب را برای مدت‌زمان طولانی‌تری در خاک نگه می‌دارد و از خاک و گیاهان در مقابل از دست دادن آب محافظت می‌کند (کراولی و همکاران ۲۰۰۶؛ موحدان و همکاران ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳؛ صادقی و همکاران ۲۰۱۶). در همین خصوص، کراولی و همکاران (۲۰۰۶) برای اولین‌بار در مالزی نشان دادند که پلیمر پلی‌وینیل‌استات نه‌تنها اثری تخریبی بر محیط زیست ندارد، بلکه می‌تواند ساختار خاک را نیز بهبود بخشد و شرایط استقرار پوشش گیاهی را در منطقه فراهم نماید. ویکرس (۱۹۹۴) با مطالعه‌ی هفده گروه خاک در ۱۲ منطقه‌ی انگلیس نشان داد که خاک‌های سنگین نسبت به خاک‌های سبک، مقاومت برشی بیشتری دارند. وی دلیل این موضوع را وجود رس در این‌گونه خاک‌ها عنوان کرد. بیسونایس و آروایس (۱۹۹۷) مقاومت خاک سطحی جنوب‌غربی فرانسه را که به‌طور مداوم زیر کشت ذرت قرار داشت، بعد از برداشت محصول، ارزیابی کردند. ایشان به این نتیجه رسیدند که بین مقاومت خاک و ماده‌ی آلی همبستگی مثبتی وجود دارد. ولر و گیلمن (۱۹۹۸) در مؤسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دانشگاه بن، اثر پلی‌وینیل‌استات با مقدار ۱۰ گرم در مترمربع بر تغییرات نفوذ را ارزیابی کردند. بر اساس نتایج، نفوذ آب در عمق ۶/۲ سانتی‌متری خاک، به‌اندازه‌ی ۹/۱×۳/۱۰ سانتی‌متردرثانیه و در عمق ۲۴/۲۰ سانتی‌متری، به‌اندازه‌ی ۷/۱×۱۰/۳ سانتی‌متردرثانیه نسبت به شاهد افزایش یافت. کرولی و همکاران (۲۰۰۰) برای اولین‌بار در مالزی نشان دادند که میزان نفوذ آب، افزایش پیدا می‌کند و در پی آن، رواناب و فرسایش خاک کاهش می‌یابد. آیدوو (۲۰۰۳) نشان داد که مقاومت خاک سطحی با ماده‌ی آلی، جرم مخصوص، رطوبت خاک وpH همبستگی دارد و بیشترین میزان همبستگی مقاومت خاک با ماده‌ی آلی مشاهده شد. حاجیو و حاجیو (۲۰۰۳) در کاربرد پلیمر پلی‌وینیل‌استات به میزان ۲۰-۱۵ گرم بر مترمربع بر خاکستر حاصل از فعالیت‌های صنعتی در بلغارستان نشان دادند که پلیمر یادشده یک لایه‌ی حفاظتی روی خاکستر تشکیل داده است و در برابر فرسایش بادی با سرعت ۲۰ متربرثانیه مقاوم است و به‌مدت ۶تا۸ ماه پایداری خود را حفظ می‌کند. در ایران، روحی‌پور و همکاران (۲۰۰۴) اثبات کردند با افزایش کاربرد پلی‌وینیل استات تخریب خاک‌دانه‌ها به‌وسیله‌ی قطرات باران کاهش پیدا می‌کند و مقاومت خاک نسبت به فرسایش، افزایش می‌یابد. ویلیامز و همکاران (۲۰۰۹) در جنوب دیون انگلیس تعدادی از عامل‌های مؤثر در پایداری و فرسایش‌پذیری خاک را برای نمونه های گرفته‌شده از چهار منطقه‌ی تحت کشت با مدیریت متفاوت بررسی و بیان کردند که خاک‌های کشت‌نشده، پایداری بیشتری را دارند. زارع خورمیزی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی ارتباط مقاومت خاک سطحی با برخی ویژگی‌های خاک حوضه‌ی چهل‌چای استان گلستان پرداخته و نشان دادند که بین مقاومت خاک سطحی با درصد آهک و ماسه همبستگی وجود دارد. بیشترین میزان ضریب همبستگی بین درصد ماسه و مقاومت خاک سطحی مشاهده شد. سرمست و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از سه نوع پلیمر محلول در آب در غلظت‌های یک و شش درصد نشان داد، استفاده از پلیمرها، موجب افزایش مقاومت خاک سطحی می‌شود. موحدان و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از پلی‌وینیل‌استات به میزان ۲۵ گرم در مترمربع نشان دادند افزودن این ماده میزان فرسایش بادی در نمونه‌های ماسه‌بادی را به صفر می‌رساند و در خاک با بافت متوسط و سنگین، دست‌کم ۹۰ ٪ کاهش فرسایش خواهیم داشت. چامیزو و همکاران (۲۰۱۲) در دو منطقه‌ی نیمه‌خشک الکاتیوو و لیام آملادراس جنوب‌شرقی اسپانیا نشان دادند که میزان پایداری خاک‌دانه‌ها، ظرفیت نگهداشت آب، نیتروژن و کربن همبستگی مثبت زیادی با میزان ریزموجودات خاک‌زی دارد و این همبستگی در لایه‌ی صفر تا یک سانتی‌متری سطحی خاک، بیشتر از لایه‌ی یک تا پنج سانتی‌متری است. تیسدال و همکاران (۲۰۱۲)، به‌منظور امکان‌سنجی استفاده از شش نوع قارچ بر افزایش مقاومت خاک در مقابل فرسایش بادی، شش عامل مقاومت خاک در مقابل سایش، مقاومت کششی، میزان تراکم طول ریسه‌های قارچ‌ها، شاخص پخش‌شدگی، pH و میزان عصاره ی کربوهیدرات حل‌شده در آبِ گرم را در استرالیا بررسی کردند و نشان دادند میزان مقاومت سایشی و کششی، رابطه‌ی مستقیمی با میزان تراکم ریسه‌های قارچ‌ها دارد. همه‌ی قارچ‌ها با شدت‌های مختلف باعث افزایش میزان ارتباط و بزرگ شدن خاک‌دانه‌ها شدند. زارع خورمیزی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر برخی ویژگی‌های خاک بر رواناب و هدررفت خاک در زمین های

---

۱ - نام بردن این محصول، دلیل بر تبلیغ آن نیست.



www.SID.ir

Archive of SID


کشاورزی حوضه‌ی چهل‌چای استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد که از بین متغیرهای خاک، درصد آهک، لای و شن ریز در سطح ۱ ٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری با رواناب دارند. مقاومت خاک سطحی در سطح ۱ ٪، درصد ماده‌ی آلی و نیتروژن نیز در سطح٪۵ همبستگی منفی و معنی‌داری با هدررفت خاک داشتند. در نهایت ایشان بیان نمودند که مقاومت خاک سطحی و درصد ماده‌ی آلی نیز از عامل‌های مؤثر در میزان هدررفت خاک‌اند. موحدان و همکاران (۲۰۱۳) با ارزیابی تأثیر پلی‌وینیل‌استات با اندازه‌های ۲۵، ۴۰ و۵۰ گرم بر مترمربع نشان دادند که این ماده و امولسیون آن (که با یکدیگر به خاک اضافه‌شدند) بر پایداری خاک‌دانه‌ها تأثیر زیادی داشت. فرید گیگلو و همکاران (۲۰۱۴) در استان اردبیل به ارزیابی و تعیین نقش بافت و ساختمان خاک بر تغییرات پایداری خاک‌دانه‌ها در زمین‌هایی که فرسایش خندقی داشتند، پرداختند. نتایج نشان داد که در عمق اول و دوم، ماده‌ی آلی بیشترین تأثیر مثبت، و درصد جذب سدیم در هر دو عمق بیشترین تأثیر منفی را بر پایداری خاک‌دانه‌ها داشت. والنسیا و همکاران (۲۰۱۴) در خاک‌های تحت تأثیر فرسایش استوایی، به تزریق نوعی ماده‌ی مغذی به نام $B4^{2}$ به خاک اقدام و مشاهده کردند پس از عکس‌برداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و طیف‌سنجی الکترونی، استحکام برشی، مقاومت خاک در برابر کشش و قدرت مکش آب، به‌ترتیب ۲۰، ۶۰ و ۵۷ ٪ افزایش و فروریختگی، شکستگی و فرسایش‌پذیری به‌ترتیب۹۰، ۵۰ و ۴۰ ٪ کاهش می‌یابد. تدین‌فر و همکاران (۲۰۱۶) اثر پلیمر پلی‌وینیل‌استات را بر کاهش گردوغبار و نیز تغییرات پایداری خاک در جنوب سبزوار بررسی کردند و نشان دادند افزودن پلیمر به خاک، موجب افزایش پایداری ذرات خاک می‌شود. واعظی و همکاران (۲۰۱۶) در ایران به مقایسه‌ی اثر پلی‌آکریل‌آمید در اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک و بهبود جوانه‌زنی در سازندهای آهک‌رسی پرداختند. بر اساس نتایج ایشان، با افزایش مقدار مصرف پلیمر، اندازه‌ی خاک‌دانه، پایداری خاک‌دانه و هدایت آبی اشباع، روندی افزایشی دارد؛ ولی جرم مخصوص ظاهری و مقاومت مکانیکی خاک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

بررسی پژوهش‌های موجود نشان داد که در سال‌های اخیر استفاده از مواد پلیمری مصنوعی، به‌منظور افزایش پایداری و قطر خاک‌دانه‌ها و تثبیت خاک مورد توجه جدی بوده و با ایجاد شبکه‌ای در سطح خاک باعث افزایش مقاومت در خاک شده است (سامعی و همکاران ۲۰۰۶). کاربرد پلیمر پلی‌وینیل‌استات که یکی از انواع اصلاح‌کننده‌های خاک است، نشان داد که این ماده‌ی پلیمری با تشکیل یک لایه‌ی سطحی نسبتاً سخت، به‌ویژه برای خاکِ با بافت متوسط و ماسه‌بادی، به‌خوبی می‌تواند فرسایش بادی را کاهش دهد (موحدان و همکاران ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳). با مروری بر منابع مشخص شد که اگرچه اثر اصلاح‌کننده‌ی پلی‌وینیل استات بر فرسایش بادی و رواناب و فرسایش خاک در فرسایش آبی بررسی شده است، اما تاکنون مطالعه‌ای در رابطه با چگونگی اثر این اصلاح‌کننده‌ی غیرآلی در مقاومت سطحی خاک صورت نگرفته است؛ بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور تغییرات مقاومت سطحی خاک با استفاده از اصلاح‌کننده‌ی غیرآلی پلی‌وینیل‌استات با غلظت‌ها و مقدارهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی و مقیاس کرت انجام شد. در نهایت باید بیان کرد نتایج حاصل از پژوهش حاضر، به‌منظور فرایند حفاظت آب و خاک در زمین‌های مرتعی فرسایش‌یافته که امکان احیای آن‌ها به روش زیستی وجود ندارد، استفاده خواهد شد.

## مواد و روش‌ها

**- انتقال خاک به آزمایشگاه و اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک**

به‌منظور انجام پژوهش حاضر، خاک سطحیِ زمین‌های مرتعی از عمق ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک جمع‌آوری شد و سپس به آزمایشگاه شبیه‌ساز باران دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ساری انتقال یافت و آزمایش‌های اولیه روی آن انجام گردید. مرتع مورد نظر در حوضه‌ای با مساحت ۵۰۰۰۰ هکتار در جنوب‌شرقی شهرستان نوشهر در دامنه‌های شمالی البرز در طول جغرافیایی "۲۴ '۴۶ °۵۱ تا "۲۷ '۵۱ °۴۶ و عرض جغرافیایی "۱۴ '۳۶ °۲۷ تا "۱۷ '۳۶ °۲۷ با متوسط بارندگی سالانه‌ی ۳۲۲/۹۱ میلی‌متر در اقلیم مرطوب و معتدل خزری قرار گرفته است و در قسمت‌های بالادست از اقلیم مدیترانه‌ای برخوردار است (صادقی و سعیدی ۲۰۱۰). خاک ابتدا با هوای آزاد خشک شد (لال ۱۹۷۶؛ آدکالو و همکاران۲۰۰۷؛ غلامی و همکاران۲۰۱۶) و پس از عبور دادن از الک هشت میلی‌متری استفاده شد (خالدی درویشان و همکاران، ۲۰۱۴؛ غلامی و همکاران۲۰۱۴). ویژگی‌های خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

2- 215 g l-1 calcium acetate, 4 g l-1 yeast extract and 5 g l-1 dextrose and pH 8


www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۱- ویژگی‌های اولیه‌ی خاک.

| بافت | درصد مواد آلی | درصد کربن آلی | قابلیت هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر متر) | pH |
|---|---|---|---|---|
| متوسط- رسی- شنی | ۱/۹۳ | ۱/۰۹ | ۲۹۶ | ۷/۶۳ |

**- آماده‌سازی خاک برای انجام آزمایش‌ها**

خاک تهیه‌شده ابتدا به آزمایشگاه منتقل و سپس با هوا خشک شد. در مرحله‌ی بعدی بقایای سنگ و کلوخه‌های آن حذف شد و در مرحله‌ی آخر از الک چهار میلی‌متری عبور داده شد. به‌دلیل اثر خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر در رواناب، خاک مورد نظر، برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردید؛ سپس برای پنج سانتی‌متر اول عمق کرت‌ها از پوکه‌ی معدنی در اندازه‌های مختلف استفاده شد. خاک پس از استقرار در کرت‌ها با استفاده از غلتک به جرم‌مخصوص شرایط طبیعی رسانده شد (لوک ۱۹۷۹؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۴ و ۲۰۱۶)؛ سپس برای انجام آزمایش‌ها، خاک در کرت‌های فرسایشی قرار گرفت. کرت‌های استفاده‌شده در پژوهش یک متر طول، نیم متر عرض و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع داشت.

**- پلیمر پلی‌وینیل‌استات**

برای انجام پژوهش از پلیمر پلی‌وینیل‌استات که یک افزودنی غیرآلی مصنوعی در سطح خاک است، استفاده گردید. از مزایای پلی‌وینیل‌استات می‌توان به نداشتن خطرات زیست محیطی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک به مقدار بیش از ۴۰٪ و کاهش فرسایش خاک در بارندگی‌های شدید اشاره کرد (کرولی و همکاران ۲۰۰۰). پلیمر پلی‌وینیل‌استات یکی از انواع افزودنی های خاک است که در درازمدت کاملاً تجزیه می‌شود و ترکیب آن از نظر سم‌شناسی، سازگارپذیری بسیار خوبی با محیط زیست دارد (کراولی و همکاران ۲۰۰۶؛ موحدان و همکاران ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳؛ صادقی و همکاران ۲۰۱۶). تاکنون بررسی‌ها در این زمینه روی گیاهان، باکتری‌های موجود در خاک و قارچ‌ها، هیچ‌گونه اثر جانبی مضری به‌وسیله‌ی پلیمر پلی‌وینیل‌استات نشان ندادند است. ویژگی‌های پلیمر پلی‌وینیل‌استات در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های پلیمر پلی‌وینیل‌استات.

| لزوجت (ویسکوزیته) | اندازه‌ی ذرات | مقاومت کششی | درصد افزایش طول برای قطع شدن در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد |
|---|---|---|---|
| ۱۵۰-۲۰۰ پاسکال | ۱۶۰ میکرومتر | ۰/۴۹-۴/۲۹ مگاپاسکال | ۱۰-۲۰٪ |

پلیمر پلی‌وینیل‌استات با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ میلی‌لیتر و مقدارهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ ٪ استفاده شد؛ سپس این پلیمر روی سطح خاک، افشانه کرده شد (اسپری شد). برای یکنواخت‌بودن افشانش، از وسیله‌ی افشانندهی دستی استفاده شد (موحدان و همکاران ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳). پس از آن به نمونه‌های تهیه‌شده بعد از کاربرد پلی‌وینیل‌استات فرصت داده شد تا به‌صورت طبیعی خشک شود. بعد از گذشت هفت روز، مقاومت خاک سطحی به‌طور هم‌زمان در کرت‌های شاهد و کرت‌های کاربردی با پلیمر پلی‌وینیل‌استات در پنج تکرار، با مقاومت‌سنج حمل‌کردنی[3] اندازه‌گیری شد. مقاومت‌سنج استفاده‌شده ساخت شرکت ایکلکامپ هلند است که توان اندازه‌گیری مقاومت پنج میلی‌متر از سطح خاک را دارد (زارع خورمیزی و همکاران ۲۰۱۳).

**نتایج**

جدول ۳ میانگین مقاومت سطحی خاک، ضریب تغییرات و انحراف معیار تیمار شاهد و مقدارها و غلظت‌های متفاوت پلی‌وینیل-استات را نشان می‌دهد. جدول ۴ نتایج مقایسه‌ی میانگین اثرات غلظت و مقدار پلی‌وینیل‌استات بر میزان مقاومت سطحی خاک را ارائه می‌دهد. شکل ۱ نیز میانگین مقاومت سطحی خاک در تیمار شاهد و مقادیر و غلظت‌های مختلف پلی‌وینیل‌استات را نشان می‌دهد.

3- pocket penetrometer


www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۳- میانگین مقاومت سطحی خاک، ضریب تغییرات و انحراف معیار تیمار شاهد و مقدارها و غلظت‌های متفاوت پلی‌وینیل‌استات.**

| تیمار | متغیر | مقادیر استفاده‌شده (میلی‌لیتر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ |
| شاهد | میانگین داده‌ها | ۰/۶ | ۰/۸ | ۱/۲ | ۱/۲ | ۱/۴ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۷ |
| | انحراف معیار | ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۱/۱ |
| پلی‌وینیل‌استات سطح ۵٪ | میانگین داده‌ها | ۱/۱ | ۱/۷ | ۲/۲ | ۲/۳ | ۲/۶ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۰۸ |
| | انحراف معیار | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | درصد حفاظت | ۸۳/۳ | ۱۱۲/۵ | ۸۳/۳ | ۹۱/۶ | ۸۵/۷ |
| پلی‌وینیل‌استات سطح ۱۰٪ | میانگین داده‌ها | ۱/۳ | ۱/۹ | ۲/۳ | ۲/۴ | ۲/۷ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۲ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| | انحراف معیار | ۰/۳ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۴ | ۰/۴ |
| | درصد حفاظت | ۱۱۶/۶ | ۱۳۷/۵ | ۹۱/۷ | ۱۰۰/۰ | ۹۲/۹ |
| پلی‌وینیل‌استات سطح ۱۵٪ | میانگین داده‌ها | ۲/۰ | ۲/۱ | ۲/۴ | ۲/۵ | ۲/۸ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| | انحراف معیار | ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | درصد حفاظت | ۲۳۳/۳ | ۱۶۲/۵ | ۱۰۰/۰ | ۱۰۸/۳ | ۱۰۰/۰ |
| پلی‌وینیل‌استات سطح ۲۰٪ | میانگین داده‌ها | ۲/۱ | ۲/۲ | ۲/۷ | ۲/۸ | ۲/۹ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۲ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۷ | ۰/۷ |
| | انحراف معیار | ۰/۵ | ۰/۳ | ۰/۴ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | درصد حفاظت | ۲۵۰/۰ | ۱۷۵/۰ | ۱۲۵/۰ | ۱۳۳/۳ | ۱۰۷/۱ |
| پلی‌وینیل‌استات سطح ۲۵٪ | میانگین داده‌ها | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۱ | ۳/۲ | ۳/۳ |
| | ضریب تغییرات | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۰۷ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ |
| | انحراف معیار | ۰/۴ | ۰/۶ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ |
| | درصد حفاظت | ۲۶۶/۶ | ۲۷۵/۰ | ۱۵۸/۳ | ۱۶۶/۶ | ۱۳۵/۷ |

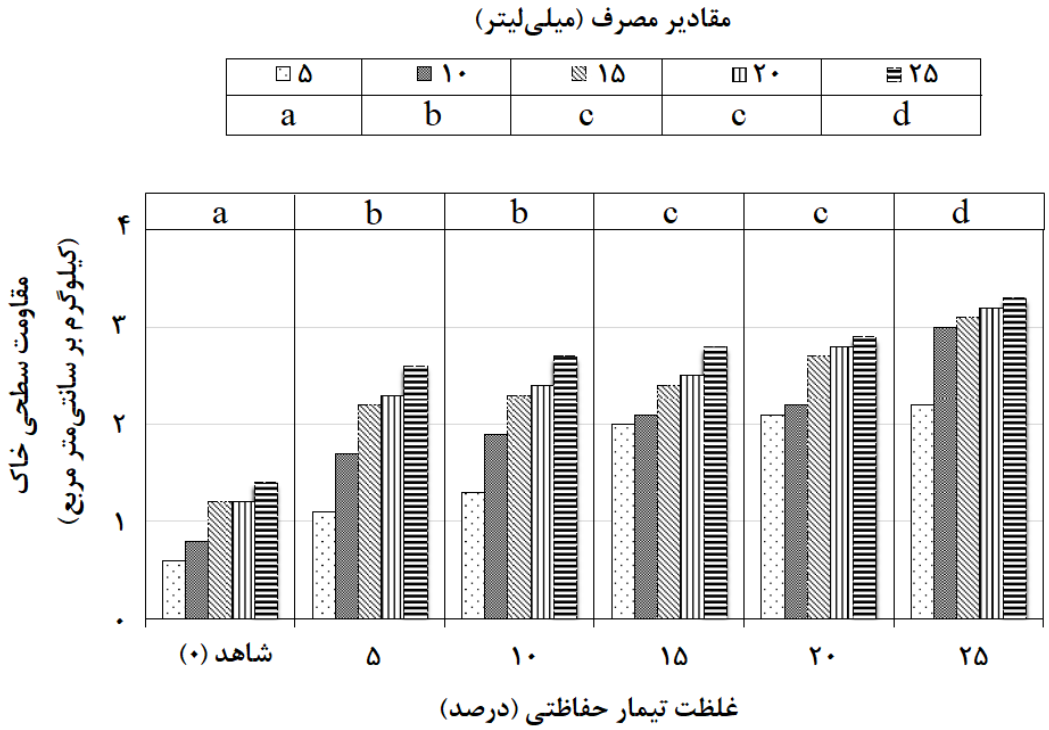

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین اثرات غلظت و مقدار پلی‌وینیل‌استات بر میزان مقاومت سطحی خاک.

| غلظت (درصد) / مقدار (میلی‌لیتر) | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ۵ | (a) ۱/۱ | (a) ۱/۳ | (a) ۲/۰ | (a) ۲/۱ | (a) ۲/۲ |
| ۱۰ | (b) ۱/۷ | (b) ۱/۹ | (b) ۲/۱ | (b) ۲/۲ | (b) ۳/۰ |
| ۱۵ | (c) ۲/۲ | (c) ۲/۳ | (c) ۲/۴ | (c) ۲/۷ | (c) ۳/۱ |
| ۲۰ | (c) ۲/۳ | (c) ۲/۴ | (c) ۲/۵ | (c) ۲/۸ | (c) ۳/۲ |
| ۲۵ | (d) ۲/۶ | (d) ۲/۷ | (d) ۲/۸ | (d) ۲/۹ | (d) ۳/۳ |




شکل ۱- میانگین مقاومت سطحی خاک (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) در تیمار شاهد و مقادیر و غلظت‌های مختلف پلی‌وینیل-استات.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که پلی‌وینیل‌استات به‌عنوان یک اصلاح‌کننده غیرآلی توانست تاثیرات معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد بر افزایش مقاومت خاک سطحی داشته باشد. پلی‌وینیل‌استات با سطح پنج درصد توانست درصد حفاظتی سطح خاک را از مقدار پنج تا ۲۵ میلی‌لیتر به‌ترتیب ۸۳/۳، ۱۱۲/۵، ۳/۸۳، ۹۱/۶ و ۸۵/۷ درصد افزایش دهد. به‌طوری که در مقادیر به‌کار برده شده تاثیراتی افزایشی و کاهشی را در درصد حفاظتی داشت. هم‌چنین درصد حفاظتی برای سطح ۱۰ درصد و مقادیر به‌کاربرده شده پلی‌وینیل‌استات به‌ترتیب ۱۱۶/۶، ۱۳۷/۵، ۹۱/۷، ۱۰۰/۰ و ۹۱/۹ درصد بود. نتایج این بخش نیز نشان دهنده این موضوع است که دو مقدار پنج و ۱۰ میلی‌لیتر، در سطح ۱۰ درصد توانست تاثیر بیش‌تری را بر افزایش مقاومت خاک سطحی نسبت به نیمار شاهد داشته باشد. در سطح ۱۵ درصد


www.SID.ir

Archive of SID



نیز پلی‌وینیل‌استات درصد تغییرات مقاومت خاک سطحی به‌ترتیب ۲۳۳/۳، ۱۶۲/۵، ۱۰۰/۰، ۱۰۸/۳ و ۱۰۰/۰ درصد بود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد این پلیمر در دو مقدار پنج و ۱۰ میلی‌لیتر و سپس مقدار ۲۰ میلی‌لیتر به‌ترتیب تاثیرات بیش‌تری را بر مقاومت خاک سطحی داشته است. اما با افزایش سطح به‌کار برده شده این اصلاح کننده غیرآلی تاثیرات آن بر مقاومت خاک سطحی در مقادیر استفاده شده به‌ترتیب ۲۵۰/۰، ۱۷۵/۰، ۱۲۵/۰، ۱۳۳/۳ و ۱۰۷/۱ درصد بود که نشان دهنده این موضوع است که برای سطح ۲۰ درصد تاثیر مقدار پنج میلی‌لیتر بر تغییرات خاک سطحی نسبت به سایر مقادیر استفاده شده در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بود. در نهایت در سطح ۲۵ درصد پلی‌وینیل‌استات نتایج نشان داد که درصد تغییرات در مقادیر استفاده شده به‌ترتیب ۲۶۶/۶، ۲۷۵/۰، ۱۵۸/۳، ۱۶۶/۶ و ۱۳۵/۷ درصد بود که تاثیر بیشتر مقدار ۱۰ میلی‌لیتر را بر تغییرات مقاومت خاک سطحی نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد. اما همان‌طوری که نتایج نیز نشان می‌دهد در این سطح نیز مانند دیکر سطح‌های استفاده شده با افزایش مقدار پلی‌وینیل‌استات تاثیر آن بر مقاومت خاک سطحی نسبت به مقدارهای کمتر آن کمتر می‌شود (جدول ۳). نتایج آزمون دانکن غلظت‌ها را به چهار زیرگروه تقسیم‌بندی کرده است که در آن تیمار شاهد در زیرگروه اول قرار داشت؛ تیمار پلی‌وینیل‌استات با غلظت ۵ و ۱۰ ٪ در زیر گروه دوم، نشان‌دهنده‌ی اثرات یکسان بر مقاومت سطحی خاک بود؛ تیمار پلی‌وینیل‌استات غلظت ۱۵ و ۲۰ ٪ در زیرگروه سوم، نشان‌دهنده‌ی تأثیرات یکسان بر مقاومت سطحی خاک بود؛ تیمار حفاظتی پلی‌وینیل‌استات در غلظت ٪۲۵ نیز در زیرگروه چهارم قرار گرفت. با توجه به نتایج آزمون دانکن، مقدارهای کاربردی پلی‌وینیل‌استات در چهار زیرگروه قرار گرفتند که تیمار پلی‌وینیل‌استات با مقدار ۵ میلی‌لیتر در زیرگروه اول، تیمار پلی‌وینیل‌استات با مقدار ۱۰ میلی‌لیتر در زیرگروه دوم و تیمار پلی‌وینیل‌استات با مقدار ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر در زیرگروه سوم قرار گرفتند که نشان‌دهنده‌ی تأثیرات یکسان بر مقاومت سطحی خاک بود و تیمار پلی‌وینیل‌استات با مقدار ۲۵ میلی‌لیتر در زیرگروه چهارم قرار گرفت.

**بحث**

تیمار حفاظتی پلی‌وینیل‌استات با مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌لیتر و غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ٪۲۵ نسبت به تیمار شاهد، توانست مقاومت خاک سطحی را در سطح ۷۹/۰ سانتی‌مترمربع افزایش دهد که با افزایش میزان ماده‌ی پلیمری و حجم مایع رقیق‌شده، مقاومت خاک نیز افزایش پیدا کرد (جدول ۳). همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد دامنه‌ی تغییرات مقاومت سطحی خاک بعد از کاربرد پلی‌وینیل‌استات در مقادیر و غلظت‌های مختلف، از ۸۳/۳ تا ۲۷۵/۰ ٪ متغیر است؛ بنابراین بیشترین درصد افزایش مقاومت در تیمار پلی‌وینیل‌استات در غلظت ۲۵ ٪ در مقدار ۱۰ میلی‌لیتر با مقدار ۲۷۵/۰ ٪ نسبت به شاهد بود. از دلایل افزایش حفاظت مقاومت سطحی خاک در مقادیر و غلظت‌های مختلف، چسبندگی ذرات خاک به‌دلیل کاربرد اصلاح‌کننده ی گفته‌شده است؛ چراکه پلی‌وینیل‌استات می‌تواند ذرات خاک را به یکدیگر چسبانده و پیوستگی محکمی ایجاد کند که در نهایت مقاومت خاک سطحی را افزایش می‌دهد (دریایی و کاشفی‌پور ۲۰۱۱)؛ پس نتیجه می‌گیریم که پلی‌وینیل‌استات در غلظت‌ها و مقدارهای مختلف، خصوصاً با افزایش غلظت و مقدار افزودنی می‌تواند تأثیر بسزایی در افزایش مقاومت خاک سطحی داشته باشد (بیسونایس ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷؛ دریایی و کاشفی‌پور ۲۰۱۱؛ والنسیا و همکاران ۲۰۱۴؛ رحیمی و موسوی جهرمی ۲۰۱۶). از طرفی، به‌دلیل اینکه در این خاک مقادیر رس زیاد است، تأثیر این نوع اصلاح‌کننده بر خاک سطحی می‌تواند بیشتر شود و مقاومت سطحی بیشتری را در خاک ایجاد کند. ویکرز (۱۹۹۴) نیز بیان کرد که اثر اصلاح‌کننده‌ها بر خاک‌هایی که مقداری رس دارند، بیشتر است. نتایج کاربرد پلی‌وینیل‌استات نشان داد که با افزایش مقاومت سطحی خاک، پایداری خاک افزایش می‌یابد؛ بنابراین با افزایش مقاومت سطحی خاک، در نهایت فرسایش خاک کاهش پیدا می‌کند. میانگین غلظت پلی‌وینیل‌استات با مقادیر ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر در غلظت‌های متفاوت تقریباً نزدیک به هم بود؛ درحالی‌که در مقدار ۲۵ میلی‌لیتر، غلظت‌های ۲۰ و ۲۵ ٪ نتایج تقریباً یکسانی را نشان دادند (جدول ۴ و شکل ۱). با توجه به میانگین داده‌ها (شکل ۱) می‌توان بیان کرد که پلی‌وینیل‌استات در تمامی غلظت‌ها و مقدارهای استفاده‌شده، در مقاومت خاک سطحی اثر افزایشی داشته است که دلیل آن را می‌توان به افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها (چامیزو و همکاران، ۲۰۱۲؛ گیگلو و همکاران، ۲۰۱۴) و بزرگ شدن خاک‌دانه‌ها (تیسدال و همکاران، ۲۰۱۲؛ موحدان و همکاران، ۲۰۱۳) بر اثر استفاده از این اصلاح‌کننده‌ی مصنوعی دانست. بعد از کاربرد پلی‌وینیل‌استات تمامی غلظت‌ها و مقادیر، تأثیر حفاظتی مثبتی بر افزایش مقاومت خاک داشتند. تیمار حفاظتی پلی‌وینیل‌استات در غلظت ۲۵ ٪ و مقدار ۲۵ میلی لیتر بیشترین مقدار مقاومت را داشته است، اما با افزایش مقدار و غلظت تأثیر تیمارها تقریباً به هم نزدیک شد؛ به‌طوری‌که می توان غلظت ۱۵ ٪ را به‌عنوان مقدار بهینه در سطح خاک برای افزایش مقاومت خاک سطحی انتخاب کرد.

استفاده از پلیمر پلی‌وینیل‌استات می‌تواند یک لایه‌ی حفاظتی محکم در سطح خاک ایجاد کند که از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با حادجیف و حادجیف (۲۰۰۳)، لیو و همکاران (۲۰۱۱)، سرمست و همکاران (۲۰۱۱)، والنسیا و همکاران (۲۰۱۴) در توانایی افزودنی‌های خاک در حفظ آب و مقابله با فرسایش خاک همخوانی داشت؛ از سوی دیگر می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که با افزایش پایداری ذرات خاک میزان رواناب و فرسایش خاک نیز کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که تدین‌فر و همکاران (۲۰۱۶)، موحدان و همکاران (۲۰۱۳) و واعظی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که پلیمر پلی‌وینیل‌استات موجب افزایش پایداری ذرات خاک می‌شود.


www.SID.ir

Archive of SID



**نتیجه‌گیری کلی**

این پژوهش به‌منظور بررسی مقاومت سطحی خاک بعد از کاربرد پلیمر پلی‌وینیل‌استات، در کرت‌های آزمایشگاهی انجام شد. تیمار پلی‌وینیل‌استات در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ٪۲۵ و مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌لیتر نسبت به تیمار شاهد مقاومت سطحی خاک را افزایش داد. پلیمر پلی‌وینیل‌استات در افزایش مقاومت سطحی خاک تأثیر بسزایی دارد؛ بنابراین افزایش مقاومت سطحی خاک، رواناب و فرایند فرسایش خاک را کاهش خواهد داد. در نهایت پیشنهاد می‌گردد اثر این اصلاح‌کننده‌ی مصنوعی بر متغیرهای فرسایش پاشمانی، رواناب و رسوب ارزیابی شود تا از نتایج آن بتوان برای مهار فرسایش خاک در شرایط طبیعی استفاده نمود. هزینه‌ی تهیه‌ی این افزودنی برای هر مترمربع به‌ترتیب ۶۳۵۰، ۱۲۷۰۰، ۱۹۰۵۰، ۲۵۴۰۰ و ۳۱۷۵۰ ریال برآورد شده است. با توجه به تغییرات مقاومت خاک سطحی، هزینه‌ی تهیه‌ی پلی‌وینیل‌استات و نیز درنظرگرفتن اینکه نگهداری یا تولید هر متر مکعب خاک نیازمند هزینه‌های هنگفتی است، کاربرد پلی‌وینیل استات با مقدار ۱۵ ٪ صرفه‌ی اقتصادی دارد.

**فهرست منابع**


Abed RMM, Al-Sadi AM, Al-Shehi M, Al- Hinai Sh, Robinson MD. 2013. Diversity of free living and lichenized fungal communities in biological soil crusts of the Sultanate of Oman and their role in improving soil properties. Soil Biology and Biochestry. 57: 695–705.

Adekalu KO, Olorunfemi IA, Osunbitan JA. 2007. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. Bioresource Technology. 98: 912–917.

Bissonnais YL. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. European Journal Soil Biology. 47: 425–437.

Bissonnais YL, Arrouays D. 1997. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. European Journal Soil Biology. 48: 39–48.

Chamizo S, Cantón Y, Miralles I, Domingo F. 2012. Biological soil crust development affects physicochemical characteristics of soil Surface in semiarid ecosystems. Soil Biology and Biochestry. 49: 96–105.

Crowley J, Bell D, Kopp-Holtwiesche B. 2000, Environmentally-favorable erosion control with a polyvinyl acetate-based formulation. American Chemical Society, http://www.kiwipower.com /pdf/QEI-Atlas-article.pdf. 11p.

Daryaee M Kashefipour SM. 2011. Investigation of the effect of adding soft sand and lime on strength properties of clay soils. Journal of Water and Soil. 25(2): 230–239.

Farid Giglo B, Arami AH, Akhzari D. 2014. Assessing the role of some soil properties on aggregate stability using path analysis (case study: silty-clay- loam and clay-loam soil from gully lands in North West of Iran). Ecopersia. 2(2): 13–523.

Gholami L, Banasik K, Sadeghi SH, Khaledi Darvishan A, Hejduk L. 2014. Effectiveness of straw mulch on infiltration, splash erosion, runoff and sediment in laboratory conditions. Journal of Water and Land Development. 22(1): 51–60.

Gholami L, Khaledi Darvishan AV, Kavian A. 2016. Wood chips as soil conservation in field conditions. Arabian Journal of Geosciences. 9: 729.

Hadjiev A, Hadjiev P. 2003. On some methods for surface erosion control on tailings ponds and waste fly-ash piles. 50 years Uni. of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Annual Mining and Mineral Processing, Sofia. 46 (2): 185–187.

Herrick JE, Jones TL. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. Soil Science. 66: 1320–1324.

Idowu OJ. 2003. Relationships between aggregate stability and selected soil properties in humid tropical environment. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 34: 695–708.

Khaledi Darvishan AV, Sadeghi SHR, Homaee M, Arabkhedri M. 2014. Measuring sheet erosion using synthetic colorcontra aggregates. Hydrology Science. 28: 4463–471.

Lal R., 1976. Soil erosion on alfisols in Western Nigeria II Effect of Mulch Rates. Geoderma. 16: 377–382.

Lal R, Elliot W. 1994. Erodibility and erosivity. In: Lal, R.(ed.). Soil erosion research methods, 2nd edition. Soil and Water Conservation Society (SWCS). Ankeny, IA, USA. pp. 181–208.

Lal R, Pierce FJ. 1991. The vanishing resource. In: Lal, R. & Pierce, F.J., eds. Soil management for sustainability. Ankeny, Soil Water Conservation Society. pp. 1–5.

Luk SH. 1979. Effect of soil properties on erosion by wash and splash. Earth Surface Processes. 4: 241–255.

Morgan RPC. 1978. Field studies of rainsplash erosion. Earth Surface Processes. 3(3): 295–299.

Movahedan M, Abbasi N, Keramati M. 2011. Experimental investigation of polyvinyl acetate polymer application for wind erosion control of soils. Water and Soil Journal. 25(3): 606–616. (In Persian).

Movahedan M, Abbasi N, Keramati M. 2013. Investigation of the effect of polyvinyl acetate polymer on the stability of dry




www.SID.ir

Archive of SID


aggregates. Journal of Soil Research (Soil and Water Science). 27(1): 71–83. (In Persian).
Qiang Deng Z, De Lima JLMP, Shin Jung H. 2008. Sediment transport rate-based model for rainfall induced soil erosion. Catena. 76: 54–62.
Rahimi T, Mosavi Jahromi SH. 2016. The effect of polyurethane on shear resistance of gypsiferous soil. Journal of Soil and Water Sciences. 19: 157–164. (In Persian).
Rohipour H, Farzane H, Asadi H. 2004. Investigating the relationship between some aggregate sustainability indices with soil erosion factor using rain simulator. Quarterly Journal of Iranian Pasture and Desert Research. 11(3): 235–254. (In Persian).
Sadeghi SHR. Hazbavi Z, Gholami L, Khaledi Darvishan A. 2016. Soil and water conservation using amendments. Tarbiat Modares University Press. 467pp. (In Persian).
Sadegh SHR, Saeidi P. 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran, Hydrological Sciences Journal. 55(5): 821–831.
Samaei HR, Golchin A, Mosadeghi MR. 2006. Pollution control due to wind erosion by water soluble polymers. Soil and Environment Conference and Sustainable Development. 2 p.
Sarmast M Farpor MH, Sarcheshmepor M, Karimian Eghbal M. 2011. Chemical stabilization of sandy soils using three types of water-soluble polymers. Erosion and Soil Conservation. 1–4. (In Persian).
Tadayonfar G, Shahmiri N, Bazoobandi MH. 2016. The effect of polyvinyl acetate polymer on reducing dust in arid and semiarid Areas. Journal of Ecology. 6: 176–183.
Tisdall JM, Nelson SE, Wilkinson KG, Smith SE, McKenzie BM. 2012. Stabilization of Soil against wind erosion by six saprotrophic fungi. Soil Biology and Biochestry. 50: 134–141.
Tripathi RP, Singh HP. 2001. Soil erosion and conservation. New Delhi: New Age International Limited Publication. India. 210 pp.
Vaezi AR, Tohidlu S, Marzvan S. 2016. Comparing the influence of polyacrylamide and polyvinyle acetate on improving soil physical properties and wheat germination in marl formations. Journal of Water and Soil Science. 26(1/4): 91–104. (In Persian).
Valencia Y, Camapum J, Torres FA. 2014. Influence of biomineralization on the physico-mechanical profile of a tropical soil affected by erosive processes, Soil Biology and Biochemistry. 74: 98–99.
Vickers AW. 1994. A simple field erodibility index based on some English soils. Rickson, R.J. (ed.). Conserving Soil Resources European perspectives. 70–77.
Williams ND, Petticrew EL. 2009. Aggregate stability in organically and conventionally farmed soil. Soil Use and Management. 25: 284–292.
Weller H, Gillman, M. 1998. Pot tests on water saving by soil treatment with 'Terra Control SC823'.
Zarea Khormizi M, Najafinejad A, Noura N, Kavian A. 2010. Relationship of surface soil resistance with some soil properties case study of farm lands of the Chehel-Chai watershed, Golestan province. 6th Iranian Watershed Engineering and Engineering Conference, Tarbiat Modarres University, Noor. (In Persian).
Zarea Khormizi M, Najafinejad A, Noura N, Kavian A. 2013. The effects of soil properties on runoff and soil loss generation in the farm lands of the Chehel-Chai watershed, Golestan province. Journal of Water and Soil Science. 17: 173–183. (In Persian).
Zhang Y. Pang B, Yang S, Fang W, Yang Sh, Yuan TQ, Sun RC. 2018. Improvement in wood bonding strength of poly (vinyl acetate-butyl acrylate) emulsion by controlling the amount of redox initiator. Materials. 11(89): 12 pp.


www.SID.ir