بررسی قابلیت تولید جریان سطحی بین شیارها طی بارندگی در خاک‌های با بافت مختلف

علی‌رضا واعظی [۱]، ناصر فکوری‌ایوند [۲]، کامبیز رستمی مانگ‌هلاتی [۳]
۱-دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳-دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

وقوع جریان سطحی موجود بین شیارها در هدر رفت خاک و عناصر غذایی به ویژه در زمین‌های کشاورزی اهمیتی بسیار زیاد دارد. میزان تولید جریان سطحی به ویژگی‌های خاک از جمله بافت خاک بستگی دارد. در این تحقیق، میزان جریان سطحی در بین شیارها در چهار خاک با بافت‌های مختلف شامل شنی، لومی، لوم رسی و رسی تحت باران‌های شبیه‌سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوتی معنی‌دار بین خاک‌ها از نظر تولید جریان سطحی بین شیارها وجود دارد ($p < ۰۵/۰$). بالاترین جریان سطحی در خاک رسی (۵/۵۵ میلی‌متر) مشاهده شد. در خاک شنی به دلیل داشتن نفوذپذیری بالا جریان سطحی مشاهده نگردید. شدت تولید جریان سطحی طی بارندگی تغییرات فاحشی نشان داد. طی بارندگی، به دلیل تخریب تدریجی سطح خاک و افزایش ذخیره رطوبتی خاک، شدت جریان افزایش یافت. در خاک لوم به دلیل بالا بودن پایداری خاکدانه‌ها شدت تولید جریان سطحی طی بارندگی تدریجی بود.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه، محتوای رطوبتی خاک، نفوذپذیری خاک

مقدمه

جریان سطحی عبارت از جریان کم عمق ضعیف در اراضی با شیب پایین است که به دلیل فزونی شدت بارندگی یا آب شدن برف از شدت نفوذ آب به خاک به وجود می‌آید. این نوع از جریان به واسطه داشتن تنش برشی نقشی مهم در انتقال ذرات خاک و وقوع فرسایش آبی دارد (Foster et al, ۱۹۸۵). از آنجایی که جریان سطحی به ویژه در مناطق شیب‌دار نقش زیادی در انتقال ذرات ریز خاک و مواد آلی و نیز عناصر غذایی دارد، مسئول کاهش حاصلخیزی خاک و نیز آلودگی آب‌های سطحی است .(Alvarez-Mozos et al , ۲۰۱۴) با غنی کردن جریان سطحی از نظر رسوب، تنش برشی جریان آب افزایش یافته و منجر به تشدید شرایط تشکیل شیار در خاک می‌شود (Dunne and Aubrey, ۱۹۸۶). در دامنه‌هایی که با فقدان پوشش گیاهی مواجه هستند جریان سطحی آب نقش اساسی در انتقال ذرات خاک دارد. همچنین، شدت برخورد قطرات باران همراه با تداوم بارندگی سبب تخریب و شکسته شدن خاکدانه‌ها به ذرات ریزتر می‌شوند که نتیجه آن کاهش نفوذ در اثر تراکم سطح خاک و وقوع جریان سطحی است (Zheng et al, ۲۰۰۸). در مطالعه صورت گرفته توسط(Vahabi and Nikkami, ۲۰۰۸) اثر بافت خاك، رطوبت اولیه خاك، شیب و پوشش گیاهی در میزان رسوب تولیدی حاصل از جریان سطحی با استفاده از بارانساز در حوزه آبخیز طالقان پرداختند. نتایج نشان داد که درصد رس، سیلت و رطوبت اولیه خاك هم بستگی مثبت و درصد شن نیز هم بستگی منفی با میزان رسوب تولیدی داشت. واعظی و همکاران (۱۳۸۷) اثر برخی از ویژگی‌های خاك‌های آهکی را بر رواناب بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که شن درشت، ماده آلی و آهك، تولید رواناب را به طور معنی داری کاهش می‌دهد. بنابراین جریان بین‌شیاری به دلیل اینکه مهمترین عامل مؤثر در وقوع فرسایش بین‌شیاری است دارای اهمیت زیادی است (Aggassi and Bradford, ۱۹۹۹).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در چهار خاک با بافت مختلف شامل شنی، رسی، لومی و لوم رسی اجرا شد. حدود ۳۵۰ کیلوگرم از هر خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. خاک‌ها به شیب یکنواخت ۱۰ درصد در کرت‌هایی به ابعاد ابعاد ۲/۱ × ۱ متر (به صورت طولی در راستای شیب) به فاصله ۳ متر از هم در عرض شیب منتقل شدند. پیرامون کرت‌ها با استفاده از ورق گالوانیزه به ارتفاع ۳۰ سانتی متر و طول ۴/۴ متر مسدود شدند. در انتهای هر کرت، تعداد دو سوراخ به قطر ۵ سانتی‌متر برای تعبیه لوله انتقال جریان سطحی ایجاد گردید و در انتهای لوله مخزن جمع‌آوری جریان سطحی جاگذاری شد. پیش از اعمال باران، اندکی رطوبت (۱۰ درصد) به سطح خاک‌ها افزوده و خاک تا رسیدن به تخلخل اولیه متراکم شد.

نمونه‌های دست‌خورده از هر خاک تهیه و پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. در این نمونه‌ها توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه با استفاده از الك‌های ۲ و ۸ میلی‌متری به روش وزنی، جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از سیلندرهای فلزی با قطر داخلی ۵ و ارتفاع ۹/۴ سانتی‌متر، هدایت هیدرولیکی اشباع از روش بار ثابت و پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر اندازه‌گیری شد. همچنین ماده آلی نمونه‌ها به روش والکی- بلک، کربنات کلسیم معادل از روش خنثی سازی با سود نرمال و گچ به روش استون، اندازه‌گیری شد.

برای ایجاد باران از یک دستگاه شبیه ساز باران که مشخصات باران آن مطابق با ویژگی‌های منطقه بود، استفاده گردید. پیش از اعمال هر باران، نمونه‌ای خاک از سه نقطه‌ی طول کرت برداشته و رطوبت اولیه خاک به روش جرمی در آزمایشگاه تعیین شد. بارندگی با فاصله پنج روز با شدت ۶۰ میلی لیتر در ساعت و مدت یک ساعت اعمال شد. در فاصله زمانی ۵ دقیقه حجم مخلوط جریان سطحی و رسوب یاداشت شد. حجم جریان سطحی از طریق کسر حجم رسوب از کل حجم جریان سطحی و رسوب به دست آمد و به دنبال آن عمق جریان سطحی در هر کرت محاسبه شد. برای مقایسه خاک‌های با بافت مختلف از نظر میزان تولید جریان سطحی از روش تجزیه واریانس با آزمون دانکن استفاده شد. برای انجام امور آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. همچنین جهت رسم نمودارهای مربوط به جریان سطحی با زمان بارندگی از نرم افزار Excel استفاده گردید.

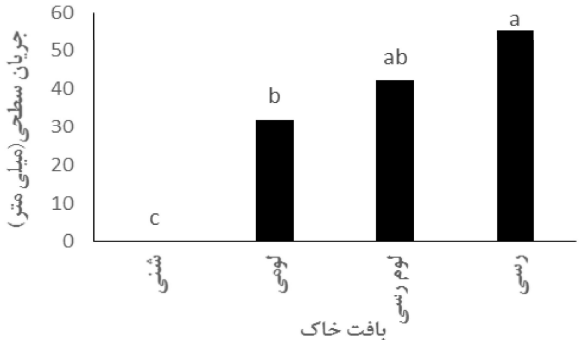
نتایج و بحث

نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی ویژگی خاک‌ها نشان داد که خاک شنی دارای بیش‌ترین میزان سنگریزه (۲۴ درصد) و خاک رسی دارای کمترین میزان آن (۳۱/۴ درصد) بود. مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک‌ها از ۲۱/۰ سانتی‌متر بر ساعت در خاک رسی تا ۱/۸ سانتی‌متر بر ساعت در خاک شنی تغییر کرد. خاک‌ها اغلب دارای پایداری خاکدانه کمتری بودند. خاک لومی دارای بالاترین مقدار پایداری خاکدانه (۸۶/۱ میلی‌متر) و خاک شنی عملاً فاقد خاکدانه پایدار بود. خاک شنی دارای کمترین مقدار ماده آلی (۲۲/۰ درصد) و خاک لومی دارای بیشترین مقدار ماده آلی (۲۴/۱ درصد) بود. مقدار کربنات کلسیم معادل در آن‌ها از ۵ درصد در خاک شنی تا ۲/۱۵ درصد در خاک رسی تغییر کرد. مقدار گچ در نمونه‌های خاک از ۶۹/۰ درصد در خاک شنی تا ۱/۹ درصد در خاک رسی متغیر بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی

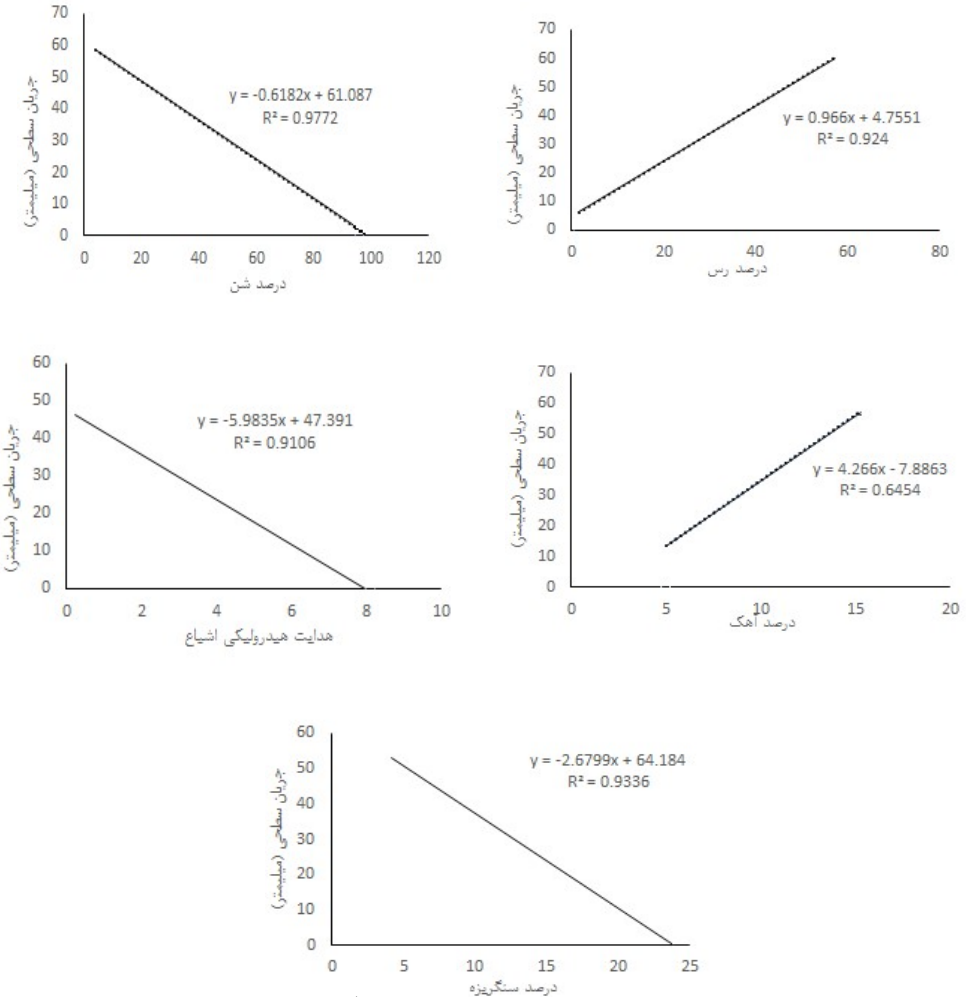
ویژگی‌های خاک	بافت خاک			
	شنی	لومی	لوم‌رسی	رسی
شن (%)	۰۵/۹۲	۷۰/۴۳	۵۱/۴۴	۰۰/۴
سیلت (%)	۴۵/۵	۵۵/۳۲	۴۹/۲۲	۲۴/۳۹
رس (%)	۵۰/۲	۷۵/۲۳	۰۰/۳۳	۷۶/۵۶
سنگریزه (%)	۰۰/۲۴	۴۰/۱۰	۲۰/۱۵	۳۱/۴
جرم‌مخصوص حقیقی(g/cm^3)	۷۰/۲	۵۶/۲	۵۰/۲	۴۱/۲
جرم‌مخصوص ظاهری(g/cm^3)	۷۴/۱	۴۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۱
پایداری خاکدانه (mm)	۰۰/۰	۸۶/۱	۷۳/۰	۵۴/۰
هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/h)	۱۰/۸	۶۸/۱	۲۵/۰	۲۱/۰
ماده آلی (%)	۲۲/۰	۲۴/۱	۷۰/۰	۵۲/۰
کربنات کلسیم معادل (%)	۰۰/۵	۴۵/۱۰	۹۴/۱۱	۲۶/۱۵
گچ (%)	۶۹/۰	۳۳/۱	۷۳/۶	۰۱/۹

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوتی معنی‌دار بین خاک‌ها از نظر تولید جریان سطحی وجود دارد ($p < ۰۵/۰$). مقایسه میانگین تولید جریان سطحی در خاک‌های مختلف (شکل ۱) نشان داد که تولید جریان سطحی در خاک رسی بیشترین (۵۱/۵۵ میلی‌متر) بود به طوری که جریان سطحی در این خاک نسبت به خاک لومی، لوم رسی و شنی به ترتیب ۵۷، ۷۶و ۱۰۰ درصد بیش‌تر بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین جریان سطحی در خاک‌های مورد بررسی

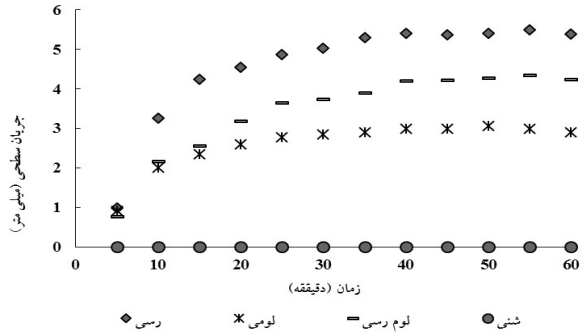
برای تعیین عوامل مؤثر بر جریان سطحی، رابطه بین تولید جریان سطحی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تولید جریان سطحی به نوبه خود تحت تأثیر درصد شن (r= ۰۵/۰ ,p< ۹۷/۰-)، درصد رس (r= ۰۵/۰ ,p< ۹۶/۰)، درصد سنگریزه (r= ۰۵/۰ ,p< ۹۱/۰-)، هدایت هیدرولیکی اشباع (r= ۰۵/۰ ,p< ۴۰/۰-) و درصد کربنات کلسیم (r= ۰۵/۰ ,p< ۹۸/۰) قرار دارد (شکل ۲). در پژوهش صورت گرفته خاک رسی به دلیل وجود ماده آلی کم (۵۲/۰ درصد)، پایداری خاکدانه پایین (۵۴/۰میلی‌متر) و همچنین نفوذپذیری پایین، میزان تولید جریان سطحی نسبت به سایر خاک‌های مورد آزمایش بیشتر بود. که با نتایج (Santos et al., ۲۰۰۳) مطابقت داشت. این در حالی است که در خاک شنی به دلیل نفوذپذیری بالا، جریان سطحی مشاهده نشد که با نتایج (Romos et al., ۲۰۰۳) مطابقت داشت. جریان سطحی در خاک لوم‌رسی به دلیل ماده آلی پایین‌تر که عامل کاهش پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع آن بود بیش‌تر از خاک لومی مشاهده شد. با افزایش مقدار کربنات کلسیم، میزان جریان سطحی افزایش یافت که با نتایج واعظی و همکاران (۱۳۸۷) مغایرت داشت چرا که در این آزمایش میزان کربنات کلسیم موجود در خاک تأثیر چندانی بر بهبود ساختمان خاک و در نتیجه کاهش جریان سطحی نداشت (جدول ۱).



شکل ۲- رابطه بین تولید جریان سطحی با درصد شن، رس، سنگریزه، آهک و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

ماده آلی نقشی مهم در پایداری ساختمان خاك و در نتیجه افزایش نفوذپذیری و نگهداری آب در خاک دارد (Tejada and Gonzalez, ۲۰۰۷). در خاک رسی به دلیل کمبود مواد آلی، پایداری خاکدانه‌ها کم و در نتیجه نفوذپذیری خاک کاهش یافته است. بنابراین میزان تولید جریان سطحی در خاک رسی طی بارندگی نسبت به سایر خاک‌ها شدیدتر بود (شکل ۳). در خاک لومی به دلیل ماده آلی

بیشتر، پایداری خاکدانه‌ها افزایش یافته و بنابراین شدت تولید جریان کمتر بود. در مطالعه‌ای (Romos and Nacci ۲۰۰۳.) نشـان داد که مقاومت به پراکنده شدن و ظرفیت نفوذ بالا در خاک‌های با خاکدانه‌های پایدار، موجب کاهش جریان سطحی می‌گردد.



شکل ۳- تغییرات زمانی تولید جریان سطحی طی بارندگی در خاک‌های با بافت مختلف

منابع

واعظی ع، بهرامی ح، صادقی س و مهدیان م. ۱۳۸۷. تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه خشک. در شمال غربی ایران. نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد ۱۵، شماره ۵، صفحه‌های ۲۱۳ تا ۲۲۵.

Alvarez-Mozos, J., Abad, E., Go i, M., Gimé nez, R., Campo, M.A., Diez, J., Casali, J., Arive, M., Diego, I. ۲۰۱۴. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part ۱: Effects on runoff and soil loss. Catena, ۱۱۸: ۱۶۸-۱۷۸

Dunne, T. and Aubry, B. F. ۱۹۸۶. Evaluation of Hortons theory of sheetwash and rill erosion on the basis of field experiments. In: Abrahams, A.D. (Ed.), Hillslope Processes. Allen and Unwin, Boston, pp. ۳۱- ۵۳.

Foster, G. R., Flanagan, D. C., Nearing, M. A., Lane, L. J., Risse, M. and Finkner, S. C. ۱۹۹۵. Hillslope erosion component. In: Flanagan, D. C. and Nearing, M. A. (edts.), USDA-Water Erosion Prediction Project, Technical Documentation. NSERL. Report No. ۱۰, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana.

Miller, W. P. and Baharuddin, M. K. ۱۹۸۷. Interril erodibility of highly weathered soils. Commun. soil science plant analysis, ۱۸: ۹۳۳-۹۴۵.

Romos, M. C., Nacci, S. and Pla, I. ۲۰۰۳. Effect of raindrop impact and its relationship with aggregate stability to different disaggregation forces. Department of Environment and Soil Science, University of Lleida, AlcaldeRoviraRoure, ۱۹۱, ۲۵۱۹۸ Lleida, Spain. Catena, ۵۳: ۶۵-۳۷۶.

Santos, F.L., Reis. J. L., Martins, O.C., Castanheria, N.L. and Serralherio, R. P. ۲۰۰۳. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. Biosystems Engineering, ۸۶(۳): ۳۵۵-۳۶۴.

Tejada, M. and J.L. Gonzalez. ۲۰۰۷. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil Tillage Res. ۹۳: ۱۹۷-۲۰۵.

Vahabi, J. and D. Nikkami. ۲۰۰۸. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. Intl. J. Sediment Res. ۲۳: ۳۷۵-۳۸۵.

Zheng, H., Chen, F.L., Ouyang, Z.Y., Tu, N.M., Xu, W.H., Wang, X.K., Miao, H., Li, X.Q., Tian, Y.X., ۲۰۰۸. Impacts of reforestation approaches on runoff control in the hilly red soil region of Southern China. J. Hydrol. ۳۵۶ (۱-۲), ۱۷۴-۱۸۴.

Abstract

Surface flow which occurs between two rills plays an important role in the soil loss as well as nutrient loss particularly in agricultural soils. It can be affected by soil properties especially soil texture. In this study, surface flow produced between the rills by the simulated rainfalls was investigated in four soil textures including sand, loam, clay loam, and clay. Significant difference was found among the soil textures in the surface flow ($p < ۰.۰۵$). The highest surface flow between the rills was observed in clay (۵۵.۵ mm) whereas sand didn't produce surface flow during rainfalls which this result was related to its high infiltration rate. The rate of surface flow varied

obviously during each rainfall. Increasing in aggregate breakdown and soil moisture content during each rainfall induced surface flow production in the soils. Loam appeared to have a gradual surface flow trend during rainfall which could be related to its grater structure stability.