مطالعه رابطه بین نفوذ آب باران و مقدار رطوبت اولیه در خاک‌های بافت مختلف

علی‌رضا واعظی [۱]، مهران بهتری [۲]
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده
نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی در خاک‌ها ایفا می‌کند. این مطالعه در دو خاک مختلف با بافت لومی، و لوم‌شنی در چهار سطح رطوبتی در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. اندازه‌گیری‌های صحرایی در کرت‌های رواناب به ابعاد ۸۰ سانتی‌متر ×۶۰ سانتی‌متر تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ۵۵ میلی‌متر در ساعت به مدت ۳۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، تفاوتی معنی‌دار بین دو خاک از نظر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک ($p<۰۰۱/۰$) و عمق آب باران نفوذیافته ($p<۰۰۱/۰$) مشاهده شد. رابطه‌ای معنی‌دار منفی بین عمق آب باران نفوذ یافته و رطوبت اولیه در هر دو خاک مشاهده شد. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود و در خاک لوم شنی نتایج برعکس بود.

واژه های کلیدی: باران شبیه‌سازی شده، کرت رواناب، عمق آب نفوذیافته، نفوذپذیری خاک

مقدمه
نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی ایفا می‌کند. شرایط رطوبتی اولیه خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی سطحی بوده که بر حرکت آب در خاک‌ها اثر می‌گذارد (ساند و چو، ۲۰۱۲). تأثیر رطوبت اولیه خاك در تولید رواناب ناشی از متفاوت بودن نفوذپذیری خاك در رطوبت‌های مختلف خاك مي‌باشد. قطره باران به راحتی به خاکی با رطوبت اولیه پایین نفوذ کرده و حجم جریان‌های سطحی کاهش می‌یابد. در خاک سست زمانی که رطوبت اولیه خاک بالاست، نفوذپذیری کاهش یافته و حجم جریان‌های سطحی افزایش می‌یابد (بلیسی و بلیسی، ۲۰۱۰). در خاک‌هایی که سرعت نفوذ بالایی دارند، رواناب زمانی تولید می‌شود که یا شدت بارش یا رطوبت اولیه خاک به طور قابل ملاحظه‌ای بالا باشد. در حالی که در خاک‌های با نفوذپذیری پایین، رواناب حتی در شدت‌های بارش پایین نیز تولید می‌شود (کاستیلو و همکاران، ۲۰۰۳).
اثر رطوبت اولیه بر مقدار نفوذ آب به خاک موضوعی مهم است که در تحقیقات مختلف به آن پرداخته شده است. در پژوهشی لوک (۱۹۸۵) اثر رطوبت اولیه خاک بر فرسایش بارانی را مورد بررسی قرار داده و نشان داد که نفوذ آب به خاک و تولید رواناب تابعی خطی از مقدار رطوبت اولیه خاک می‌باشند. پنا و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر رطوبت خاک بر فرآیند تولید رواناب نشان دادند که در حالت نزدیک به اشباع، نفوذپذیری بسیار پایین خاک عامل اصلی ایجاد رواناب حتی در رخدادهای با باران با تداوم اندک می‌باشد. ترومن و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزایش رطوبت اولیه خاک به طور آشکاری (تا حد ۴۰ درصد) نفوذپذیری را کاهش داده و باعث افزایش رواناب (بیش از ۶۰ درصد) می‌گردد. با وجود مطالعات متعدد در زمینه تأثیر رطوبت اولیه بر نفوذپذیری خاک، این تأثیر به هنگام بارندگی به صورت کمّی و دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی تغییرات نفوذ آب به خاک تحت تأثیر باران به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها
آزمایش در دو زمین با شیب یکنواخت ۱۰% اما با خاک متفاوت در چهار سطح رطوبتی و در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک‌ها، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک، نمونه‌های ۲ کیلوگرمی جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل گردید. توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه (۸-۲ میلی‌متر) به روش وزنی، جرم مخصوص ظاهری در صحرا به روش سیلندر ، میانگین وزنی قطر خاکدانه(MWD) به روش الك تر در مدت یک دقیقه، درصد کربن آلی خاك به روش والکلی- بلك، درصد آهك به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر و شوری خاک در عصاره اشباع با استفاده از EC متر تعیین شدند.
واحدهای آزمایشی که برای تعیین نفوذ آب باران تحت تأثیر رطوبت اولیه استفاده شد عبارت از عبارت از کرت‌هایی به ابعاد ۸۰× ۶۰ سانتی‌متر مربع بود. برای ایجاد کرت‌ها، علف‌های هرز کنده شد و سطح آنها به طور مکانیکی تسطیح گشت. در پایین دست کرت‌ها مخزن جمع‌آوری رواناب سطحی قرار داده شد. خاک داخل کرت‌ها به روش ثقلی با آب اشباع شد. در فواصل زمانی یک، چهار، هفت و ده روز رطوبت جرمی خاک‌ها اندازه‌گیری گردید. مقدار نفوذ آب به خاک تحت باران شبیه‌سازی شده در هر یک از خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور یک دستگاه شبیه‌ساز باران به صورت بار ثابت با شدت ۵۵ میلی‌متر برساعت

طراحی گردید. هر کرت به صورت منظم تحت پنج رخداد بارش ۳۰ دقیقه‌ای با فاصله زمانی ده روزه از هم قرار گرفتند. مقدار (عمق) آب نفوذیافته به خاک به روش بیلان آبی محاسبه گردید. مقایسات بین دو خاک از نظر محتوای رطوبتی و عمق آب نفوذیافته بر اساس آزمون T با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. روابط بین عمق آب نفوذیافته به خاک و رطوبت اولیه خاک بر مبنای توابع ریاضی (خطی، لگاریتمی، نمایی و ...) با استفاده از نرم افزار Excel به دست آمد.

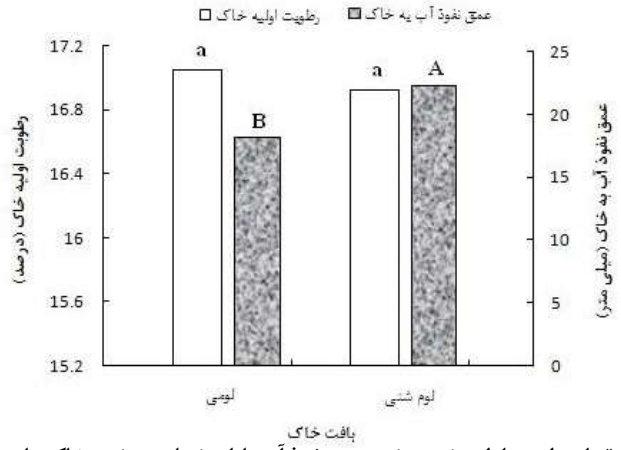
نتایج و بحث

نتایج تجزیه ویژگی‌های خاک‌ها نشان داد که بافت خاک‌ها لومی و لوم رسی بود. جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. خاک‌ها عموماً دارای درصد سنگریزه بالا (به ترتیب ۲۴ و ۲۶ درصد) بوده و واکنش در محدوده خنثی تا کمی قلیایی و هدایت الکتریکی در محدوده غیر شور بودند. خاک‌ها از نظر ماده آلی فقیر (کمتر از ۱ درصد) بوده با این وجود به واسطه داشتن مقدار نسبتاً بالایی کربنات کلسیم معادل (بیش از ۱۰ درصد)، جزء خاک‌های آهکی بودند. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار بیانگر ناپایداری ساختمان خاک بود که یکی از علل آن خاکورزی‌های پیاپی و محتوای پایین ماده آلی خاک‌ها بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

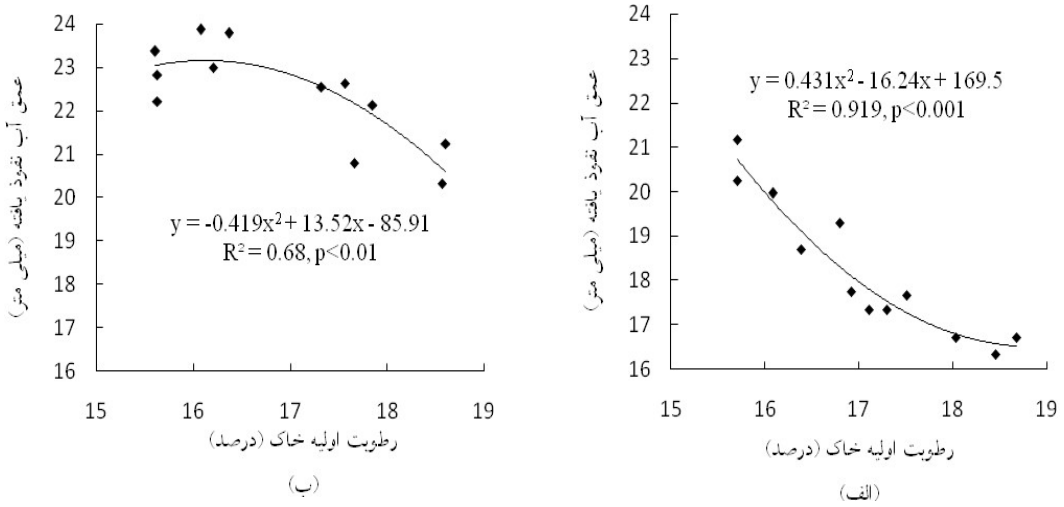
ویژگی خاک	بافت خاک	
	لومی	لوم‌شنی
شن (%)	۷/۳۶	۹/۶۲
سیلت (%)	۵/۴۲	۷/۲۲
رس (%)	۸/۲۰	۴/۱۴
سنگریزه (%)	۰۲/۲۴	۰۵/۲۶
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۳۲/۱	۳۰/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)	۰۸/۲	۹۱/۱
واکنش	۸۷/۷	۴۳/۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۲۲/۱	۹۸/۰
ماده‌آلی (%)	۹۴/۰	۷۴/۰
آهک (%)	۸/۱۳	۲/۱۲

بررسی مقدار رطوبت اولیه در خاک‌ها پس از اشباع‌سازی نشان داد که در خاک لومی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار رطوبت اولیه به ترتیب برابر ۹۲/۲۶ و ۱۵/۹ درصد، در خاک لوم‌شنی این مقادیر به ترتیب برابر با ۸/۲۸ و ۸۶/۱۱ درصد بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بافت خاک اثری معنی‌دار بر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک ($p<۰۰۱/۰$) و عمق نفوذ آب باران ($p<۰۰۱/۰$) داشتند (شکل ۲). در پژوهشی اینگلیش و همکاران (۲۰۰۵) نیز نتیجه گرفتند که بافت خاک عامل مهم تعیین کننده مقدار رطوبت خاک در مناطق نیمه‌خشک است، با این وجود تأثیر آن می‌تواند توسط زمان و عمق پروفیل خاک تعدیل شود. همانطور که شکل ۲ مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر مقدار رطوبت اولیه و عمق نفوذ آب باران به خاک را نشان می‌دهد میزان رطوبت اولیه در خاک لومی ۰۵/۱۷ درصد و در خاک لوم‌رس‌شنی ۰۱/۱۶ درصد بود. عمق نفوذ آب در خاک لوم‌رس‌شنی ۶/۲۲ میلی‌متر)و در خاک لومی ۲۶/۱۸ میلی‌متر بود. وجود مقدار بیش‌تر رس و نیز مقدار بالاتر ماده آلی (۲۰۰۵) در خاک لومی موجب شد مکش خاک بیش‌تر باشد. این موضوع موجب بالاتر بودن رطوبت نگه‌داشته شده در این خاک نسبت به خاک دیگر شد. با این وجود داشتن تخلخل درشت نسبتاً بیش‌تر در خاک لوم‌رس‌شنی و پایین بودن ذخیره رطوبتی موجب شد مقدار نفوذ آب در آن نسبت به خاک لومی بالاتر باشد.



شکل ۱- مقدار رطوبت اولیه (درصد) و عمق نفوذ آب باران (میلی‌متر) در خاک‌ها مورد بررسی

بر اساس نتایج رابطه‌ای معنی‌دار بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی (R^2 ۰/۹۲، p<۰/۰۰۱) و خاک لوم شنی (R^2 ۰/۶۸، p<۰/۰۱) وجود داشت (شکل ۲). در هر دو خاک عمق نفوذ آب باران با افزایش محتوای رطوبتی اولیه کاهش چشم‌گیری نشان داد. نتایج تحقیقات کوبلد و بریلی (۲۰۰۵) نیز نشان داد که رطوبت اولیه خاک اثری معنی‌داری بر نفوذپذیری خاک و تولید رواناب داشت. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود در حالی که در خاک لوم شنی اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی کم‌تر از سطوح پایین بود.



شکل ۲- رابطه بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی (الف) و خاک لوم‌شنی (ب)

منابع

Belicci E., and Belicci R. ۲۰۱۰. Study the influence initial soil moisture and use on the phenomena of solid flows from the slopes of a hydrographical basin. Research Journal of Agricultural Science, ۴۲ (۳):۱۱۲۵-۱۱۳۴.

Castillo V.M., Gomez-Plaza A., and Martinez-Mena M. ۲۰۰۳. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments: a simulation approach. Journal of Hydrology, ۲۴۸ : ۱۱۴-۱۳۰.

English N.B., Weltzin J.F., Fravolini A., Thomas L., and Williams D.G. ۲۰۰۵. The influence of soil texture and vegetation on soil moisture under rainout shelters in a semi-desert grassland. Journal of Arid Environments, ۶۳ : ۳۲۴-۳۴۳.

Kobold M., and., Brilly M. ۲۰۰۵. The influence of soil moisture and evapotranspiration on runoff. Advanced weather radar system, Proceedings of International seminar, Locarno. ۱۷۹- ۱۸۶.
Krull E.S., Skjemstad J.O., and Baldock J.A. ۲۰۰۵. Functions of soil organic matter and the effect on soil properties. CSIRO published. pp: ۱۲۹.
Luk S.H. ۱۹۸۵. Effect of antecedent soil moisture content on rainwash erosion. Catena, ۱۲: ۱۲۹-۱۳۹.
Malik R.S., Butter B.S., Anlauf R., and Richter J. ۱۹۸۷. Water penetration into soils with different textures and initial moisture contents. Journal of Soil Science, ۴۴: ۳۸۹-۳۹۳.
Penna D., Tromp-van Meerveld H.J., Gobbi A., Borga M., and Dalla Fontana, G. ۲۰۱۰. The influence of soil moisture on threshold runoff generation processes in an alpine headwater catchment. Hydrology. Earth System, ۷: ۸۰۹۱-۸۱۲۴.
Sande L., and Chu X. ۲۰۱۲. Laboratory experiments on the effect of micro topography on soil-water movement: spatial variability in wetting front movement. Applied Engineering in Agriculture, ۲۷: ۶۱۵-۶۲۰.
Truman C.C., Potter T.L., Nuti R.C., Franklin D.H., and Bosch D.D. ۲۰۱۱ Antecedent water content effects on runoff and sediment yields from two coastal plain ultisols. Agricultural Water Management, ۹۸: ۱۱۸۹-۱۱۹۶.

Abstract

Soil infiltration is one of the most important soil physical properties which plays a key role in surface runoff process in the soils. This study was carried out in two soil textures including clay and sandy loam with four antecedent moisture levels using completely randomized design at three replicates. The field experiments were done in the runoff plots with ۶۰ cm ۸۰ cm in dimensions using simulated rainfalls (۵۵ mm h-۱ for ۳۰ min). Significant differences were found between the soils in antecedent moisture content (p< ۰.۰۰۱) and infiltrated rain water (p< ۰.۰۰۱). Negative relationships were observed between infiltrated rain water and antecedent moisture content in the soils. Loam appeared to be more susceptible to infiltration in high moisture levels as compared to the low moisture levels, whereas sandy loam showed the contrast results.