تاثیر اسید های آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر آب گریزی خاک در یک خاک آهکی

آناهیتا خسروی ۱ و سید علی اکبر موسوی ۲
۱-ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
آب گریزی خاک یکی از ویژگی های فیزیکی خاک است که موجب کاهش نفوذ آب به درون خاک شده و موجب افزایش رواناب و در پی آن افزایش فرسایش می شود. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر سطوح صفر، ۰/۰۵، ۰/۵ و ۵ درصد اسید های آلی و ۱، ۴، ۸ و ۱۲ چرخه تر و خشک شدن بر آب گریزی یک خاک آهکی انجام شد. آب گریزی خاک بر اساس اندازه گیری زاویه تماس تعادلی آب با خاک به روش خیز مویینگی آب و الکل در لوله های شیشه ای اندازه گیری شد. نتایج نشان داد افزودن اسید های آلی و چرخه های تر و خشک شدن خاک هر دو موجب افزایش زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه افزایش آب گریزی خاک شد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، اسید فولویک، زاویه تماس تعادلی.

مقدمه
مواد آلی یکی از اجزای مهم اکوسیستم های کشاورزی و خاک می باشد که به عنوان منبع مهم کربن آلی عمل کرده و همچنین باعث جلوگیری از فرسایش خاک می شود (کامپیتلی و همکاران، ۲۰۰۶؛ بوید و همکاران، ۱۹۸۰؛ پیکولو و همکاران، ۱۹۹۹). طی فرایند تجزیه، مواد آلی طبیعی تغییر شکل یافته و ترکیبات هیومیکی تشکیل می شوند. اجزای اصلی این مواد، هیومیک و فولویک اسید می باشند (باکاجوا و واندروسکا، ۲۰۱۱). از هیومیک اسید و فولویک اسید می توان به عنوان بهبود دهنده خاک استفاده کرد (سباهاتین و نکدت، ۲۰۰۵). ویژگی مهم این اسید ها این است که در برابر حملات میکروبی مقاوم بوده و در خاک باقی می مانند (پیکولو و همکاران، ۱۹۹۷).
یکی از مهم ترین فرایند های طبیعی که بر ساختمان و ویژگی های فیزیکی خاک تاثیر می گذارد، چرخه های تر و خشک شدن خاک می باشد. چرخه های تر و خشک شدن خاک باعث از بین رفتن خاکدانه ها می شود (یوتومو و دکستر، ۱۹۸۲).
آب گریزی خاک یکی از ویژگی های فیزیکی خاک است که بر تولید رواناب و فرسایش خاک تاثیر گذار است. خاک های آب گریز، خاک هایی هستند که نفوذ آب در آنها کم است (هانسل و همکاران، ۲۰۰۸). آب گریزی هنگامی ایجاد می شود که نیروی همدوسی بین مولکول های آب بیشتر از نیروی دگر دوسی بین مولکول های آب و ذرات خاک باشد (وسل، ۱۹۸۸). می توان گفت که آب گریزی خاک در اثر تجمع سطحی مواد آلی آب گریز ایجاد می شود (مولر و دیورر، ۲۰۱۱). زاویه تماس آب با خاک نیز معیاری از آب گریزی خاک است. به این ترتیب که هرچه زاویه تماس آب با خاک بیشتر باشد، خاک آب گریز تر است. بر این اساس، خاک ها به سه دسته تقسیم میشوند: خاک هایی که زاویه تماس آنها صفر است خاک های کاملا آب دوست هستند، خاک هایی که زاویه تماس بین صفر تا ۹۰ درجه است، خاک هایی با آب گریزی کم، و خاک هایی که زاویه تماس آنها از ۹۰ بیشتر است، خاک های آب گریز می باشند (مولر و دیورر، ۲۰۱۱). میر بابایی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که هرچه مقدار مواد آلی در خاک افزایش یابد زاویه تماس خاک نیز بیشتر می شود. امجدیان و همکاران، (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند که افزودن هیومات پتاسیم به خاک موجب افزایش زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه افزایش آب گریزی خاک می شود.
با توجه به حساسیت آب گریزی خاک و تاثیر آن بر ایجاد رواناب و فرسایش خاک، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر افزودن اسید های آلی طی چرخه های تر و خشک شدن بر آب گریزی خاک در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش ها
نمونه خاک آهکی مورد استفاده در این تحقیق از خاک سری کوی اساتید واقع در منطقه باجگاه استان فارس با نام علمی Loamy-skeletal over fragmental, carbonatic, mesic, Fluventic Xerorthents برداشته و در محل از الک ۴ میلی متری عبور داده شد. پس از انتقال خاک به گلخانه، نمونه ها به مدت یک هفته هوا خشک گردید و سپس بخشی از خاک از الک ۲ میلی متری عبور داده شد و برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه اندازه گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلاس بافت خاک	pH	EC (dS/m)	ماده الی (%)	CEC (Cmol+/kg)
۱۸	۴۴	۳۸	لوم شنی	۹/۷	۴۵/۰	۶۵/۰	۱۴

آزمایش مورد نظر به صورت فاکتوریل با دو عامل اسید های آلی در ۴ سطح صفر، ۰۵/۰، ۵/۰ و ۵ درصد و چرخه های تر و خشکی به تعداد ۱، ۴، ۸ و ۱۲ چرخه، در غالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. ابتدا اسید های آلی مورد استفاده، به خوبی با نمونه های ۳ کیلو گرمی خاک مخلوط شد و سپس خاک ها به گلدان های پلاستیکی منتقل گردید. سپس تمامی گلدان ها به میزان حد ظرفیت مزرعه با آب مقطر آبیاری شد. فواصل بین چرخه های تر و خشک شدن خاک ده روزه در نظر گرفته شد و پس از پایان هر چرخه گلدان ها در حد ظرفیت مزرعه با آب مقطر آبیاری گردید. برخی ویژگی های اسید های آلی استفاده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲- برخی ویژگی های شیمیایی اسید های آلی مورد استفاده

فولویک اسید %	مواد هیومیکی %	روی mg/kg	مس mg/kg	آهن mg/kg	منگنز mg/kg	فسفر mg/kg	pH	EC (dS/m)
۴۰	۸۰	۰۸/۹	۷۳/۱۴	۱۶/۳۷۷	۷۲۷/۸	۱۸/۲۷	۰۷/۴	۳۲۵/۲

پس از پایان چرخه های اعمال شده برای هر گلدان، نمونه خاک جهت ازمایش، به ازمایشگاه منتقل و اب گریزی خاک به روش اندازه گیری زاویه تماس تعادلی آب با خاک به روش اندازه گیری خیز مویینگی آب و الکل در لوله های شیشه ای انجام شد.
در این روش، از دو لوله شیشه ای که انتهای آنها جهت جلوگیری از خروج خاک با توری بسته شده بود، استفاده شد. این لوله ها نقش ستون های خاک را ایفا می کنند. ابتدا نمونه های خاک نرم شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس خاک ها به وسیله لوله ای که در انتهای آن قیف متصل بود، به لوله های شیشه ای انتقال یافت. استفاده از قیف و لوله به این منظور است که دانه بندی خاک حفظ شود. پس از آماده سازی لوله های خاک، دو ظرف پتری دیش آماده و در یکی آب مقطر و در دیگری اتانول ۹۵% ریخته شد. سپس هر کدام از ظروف در زیر یک ستون گذاشته شد. سپس ستون های خاک به ترتیب وارد ظروف حاوی آب و الکل شد به نحوی که به ته ظرف نچسبد. به محض ورود ستون های خاک به درون ظروف حاوی مایع، زمان سنج روشن شد و در بازه های زمانی، ارتفاع صعود آب و الکل در ستون های خاک قرائت شد. آزمایش تا هنگامی که سرعت صعود آب و الکل در لوله یکنواخت شد ادامه یافت. سپس بین تغییرات ارتفاع صعود نسبت به تغییرات زمان (h/t) و عکس ارتفاع صعود سیال در ستون خاک ($1/h$) رابطه رگرسیونی برقرار و معادله خطی برای هریک از سیال ها تعیین شد.

از آنجایی که زاویه تماس الکل با خاک تقریبا صفر است، و با دانستن کشش سطحی الکل، چگالی الکل و شتاب ثقل، طبق معادله ۱ می توان میانگین شعاع خلل و فرج خاک را محاسبه کرد.

$$h_a = \frac{2\sigma_a \cos\theta_a}{\rho_a g r} \qquad (۱)$$

سپس با قرار دادن شعاع متوسط خلل و فرج خاک در معادله ۲ می توان زاویه تماس تعادلی آب با خاک را به دست آورد. در این معادله، $_a$ زاویه تماس تعادلی الکل با خاک، $_a$ کشش سطحی الکل، $_a$ چگالی الکل، h_a ارتفاع صعود بیشینه الکل، g شتاب ثقل، و r شعاع میانگین خلل و فرج خاک می باشد.

$$h_w = \frac{2\sigma_w \cos\theta_w}{\rho_w g r} \qquad (۲)$$

در این معادله نیز $_w$ زاویه تماس تعادلی آب با خاک، $_w$ کشش سطحی آب، $_w$ چگالی آب، h_w ارتفاع صعود بیشینه آب، g شتاب ثقل، و r شعاع میانگین خلل و فرج خاک می باشد.

در پایان نمودار ها با استفاده از نرم افزار EXCEL رسم شده و آنالیز داده ها با نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین اثر اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک در جدول ۲ نشان می دهد که با افزایش سطح اسید های آلی، زاویه تماس تعادلی آب و خاک نیز افزایش یافته است. به این ترتیب که کاربرد ۰۵/۰ درصد اسیدهای آلی موجب افزایش ۳۰ درصدی زاویه تماس در مقایسه با شاهد شد. همچنین افزودن ۵/۰ و ۵ درصد اسیدهای آلی به ترتیب ۲۳ و ۲۷ درصد زاویه تماس تعادلی آب با خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد.

جدول۲- تاثیر اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک

اسید های آلی %	چرخه های تر و خشک شدن				میانگین
	۱	۴	۸	۱۲	
۰	۳/۴۳ c	۳/۵۵ abc	۳/۲۰ d	۳/۶۰ ab	۸/۴۴ B
۰۵/۰	۳/۵۸ ab	۶/۵۷ ab	۵۶ abc	۳/۶۱ ab	۳/۵۸ A
۵/۰	۳/۵۱ bc	۵۴ abc	۳/۵۶ abc	۳/۵۹ ab	۲/۵۵ A
۵	۴۹ bc	۶۶ a	۶/۵۷ ab	۵۵ abc	۹/۵۶ A
میانگین	B۵/۵۰	۲۵/۵۸ A	۵/۴۷ B	۵۹ A	

نتایج نشان داد که بیشترین میزان زاویه تماس در خاک هایی رخ داد که ۱۲ بار تر و خشک شدند. زاویه تماس در این خاک ها نسبت به شاهد ۱۶ درصد بیشتر بود. اما زاویه تماس خاک های تحت تاثیر ۸ چرخه تر و خشک شدن در مقایسه با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. زاویه تماس در تیمار های تحت تاثیر ۴ چرخه تر و خشک شدن در مقایسه با شاهد، ۱۵ درصد بیشتر بود. بیشترین آب گریزی در خاک های تیمار شده با ۵ درصد اسید آلی و تحت تاثیر ۴ چرخه تر و خشک شدن مشاهده شد. در حالی که کمترین آب گریزی در خاک هایی مشاهده شد که ماده آلی به آنها اضافه نشده بود و تحت تاثیر ۸ بار تر و خشک شدن قرار گرفته بودند.

به طور کلی نتایج نشان می دهد که تر و خشک شدن متوالی خاک می تواند زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه آب گریزی خاک را افزایش دهد. افزودن اسید های آلی هرچند می تواند باعث افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاه شده و پایداری خاکدانه ها و ساختمان خاک را بهبود بخشد، اما زاویه تماس تعادلی آب با خاک را افزایش داده و خاک را آب گریز می کند. آب گریزی خاک موجب کاهش نفوذ آب به خاک شده و در پی آن رواناب ایجاد شده و موجب افزایش فرسایش خاک می شود.

منابع

امجدیان، م.، ع. ا. موسوی، ل. زارع، ح. رجبی. ۱۳۹۲. اثر هیومات پتاسیم و گوگرد عنصری بر زاویه تماس تعادلی آب و خاک در دو خاک آهکی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز.

میر بابایی، م.، م. شعبان پور، ع. ا. ذوالفقاری. ۱۳۹۲. بررسی وجود و شدت آبگریزی خاک در مناطق جنگلی تالش در استان گیلان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۴، شماره ۲، ۱۷۲-۱۶۳.

Bakajova, B. and R. Wandruszka. ۲۰۱۱. Radical stabilization in dissolved humates. Open Journal of Physical Chemistry, ۱: ۵۵-۶۰.

Boyd, S.A., L.E. Sonlners and D.N. Nelson, ۱۹۸۰. Changes in the humic acid fraction of soil resulting from sludge application, Soil Science Society of American Journal. ۴۴: ۱۱۷۹-۱۱۸۶.

Campitelli, P. A., M. I. Velasco, S. B. Ceppi. ۲۰۰۶. Chemical and physicochemical characteristics of humic acids extracted from compost, soil and amended soil. Talanta ۶۹:۱۲۳۴-۱۲۳۹.

Hansel, F. A., C. T. Aoki, C. M.B.F. Maia, A. Cunha, R. A. Dedecek. ۲۰۰۸. Comparison of two alkaline treatments in the extraction of organic compounds associated with water repellency in soil under Pinus taeda. Geoderma ۱۴۸: ۱۶۷-۱۷۲.

Martinez-Zavala, L. and Jordan-Lopez, A. ۲۰۰۹. Influence of different plant species onwater repellency in Mediterranean heathland soils. Catena, ۷۶: ۲۱۵-۲۲۳.

Müller, K. and M. Deure. Review of the remediation strategies for soil water repellency. ۲۰۱۱. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۱۴۴: ۲۰۸-۲۲۱.
Piccolo, R. Spaccini, G. Haberhauer, M.H. ۱۹۹۹. Increased Sequestration of Organic Carbon in Soil by Hydrophobic Protection Gerzabek. Naturwissenschaften, ۸۶: ۴۹۶-۴۹۹.
Piccolo, A., G. Pietramellara, J.S.C. Mbagwu. ۱۹۹۷. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. Geoderma, ۷۵: ۲۶۷-۲۷۷.
Riggle J. and R. Wandruszka. ۲۰۰۲. Conductometric Characterization of Dissolved Humic Materials. Talanta, ۵۷(۳): ۵۱۹-۵۲۶.
Sebahattin, A. and C. Necdet. ۲۰۰۵. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of foraige turnip (Brassica rapa L.). Agronomy Journal ۴: ۱۳۰-۱۳۳.
Utomo, W.H. and A.R. Dexter. ۱۹۸۲. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. Journal of Soil Science, ۳۳: ۶۲۳-۶۳۷.
Wessel, T. ۱۹۸۸. Short communication on using the effective contact angle and the water drop penetration time for classification of water repellency in dune soils. Earth Surface Processes and Landforms, ۱۳: ۵۵۵-۵۶۱.

Abstract

Soil water repellency is a physical soil property which reduces infiltration and will increase runoff and soil erosion. This research was conducted to evaluate the effect of ۰, ۰.۰۵, ۰.۵ and ۵% organic acids and ۰, ۴, ۸ and ۱۲ wetting and drying cycles on soil water repellency. Water repellency was evaluated by measuring the contact angle between the soil and water. Results showed that soil water repellency were increased by increase in both organic acids and wetting and drying cycles.