اندازه‌گیری زاویه تماس آب-خاک و بررسی عوامل موثر بر آن در برخی از خاک‌های استان همدان

پروین اعلامنش، محمد رضا مصدقی و علی اکبر محبوبی[۱]

[۱]به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

مقدمه

در مناطق خشک، آبیاری و ذخیره آب در خاک، در تولید محصول‌های کشاورزی و کیفیت آنها اهمیت بسیاری دارد. به ویژه اینکه منابع آب‌های زیرزمینی که در طول ۵۰ سال اخیر برای کشاورزی و مصارف شهری بهره‌برداری شده‌اند، در حال تخلیه شدن هستند [۴]. خاک‌های آب‌گریز، خاک‌هایی هستند که به آب اجازه نفوذ نداده و آب به شکل قطره‌های کروی روی سطح آنها قرار می‌گیرد [۱]. بر اساس بررسی‌های ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی انجام گرفته، از ویژگی‌های زیان‌بار خاک‌های آب-گریز: نفوذآیی اندک خاک، افزایش روان‌آب سطحی و فرسایش آبی و بادی، ایجاد جریان‌های انگشت‌مانند، جبهه رطوبتی ناپایدار و افزایش سیلاب و جریان رودخانه‌ای می‌باشند. بنابراین توجه به پدیده آب‌گریزی خاک و عوامل مؤثر بر آن ضروری است. از جمله پارامترهایی که برای برآورد آب‌گریزی خاک استفاده می‌گردد، زاویه تماس بین سطوح بخش جامد، مایع و گاز است. هنگامی که یک سیال بر روی سطح جامدی قرار می‌گیرد، محیط قطره سیال با سطح جامد تشکیل زاویه‌ای به نام زاویه تماس می‌دهد. ولی اگر قطره سیال بر روی سطح ذرات محیط متخلخلی مانند خاک قرار گیرد، از تماس قطره با دیواره منافذ خاک، زاویه تماس موثر تشکیل می‌گردد [۲]. در زاویه تماس سیال-خاک برابر صفر درجه، خاک به طور کامل توسط سیال خیس می‌شود. وقتی زاویه تماس در دامنه ۹۰-۰ درجه قرار دارد، خاک آب‌گریزی زیربحرانی داشته و خیس‌شدن خاک با سرعت کمتر انجام گرفته که این حالت در بیشتر خاک‌ها وجود دارد. خاک‌های آب‌گریز دارای زاویه تماس بزرگ‌تر از ۹۰ درجه بوده و آب، خاک را خیس نکرده و به درون خاک نفوذ نمی‌کند [۵]. از آنجایی که خاک دارای منافذ با اندازه‌های متفاوت می‌باشد، اندازه‌گیری مستقیم زاویه تماس آب-خاک امکان‌پذیر نیست. به همین سبب با استفاده از روش خیز مویینه (Capillary rise method ,CRM,)، زاویه تماس آب-خاک (θ) به کمک رابطه $\cos\theta = \frac{m_w}{m_e}\frac{F_w(T)}{F_e(T)}$ محاسبه می-شود [۲،۶]. که در این رابطه: F(T) برای هر دو سیال اتانول (e) و آب (w) از رابطه $F_e(T) = \frac{\eta_e}{\lambda_e \rho_e^2}$ به دست می‌آید و ρ، η و λ، به ترتیب گران‌روی سیال ($kgm^{-1}s^{-1}$)، چگالی سیال (kgm^{-3}) و کشش سطحی سیال (mjm^{-1}) می‌باشند. m از شیب رابطه توان دوم جرم سیال جذب شده به ازاء واحد جرم خاک (W^2) در برابر زمان از تماس سیال با خاک به دست می-آید [۲،۶]. اهداف این پژوهش اندازه‌گیری زاویه تماس آب-خاک و بررسی عوامل موثر بر آن در برخی از خاک‌های استان همدان در شرایط رطوبتی مختلف اولیه خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش زاویه تماس آب-خاک (θ) لایه رویین تعدادی از خاک‌های زراعی و مرتعی استان همدان در شرایط دست-خورده اندازه‌گیری شد. مقدار رطوبت اولیه نمونه خاک‌های مورد بررسی به روش پل آبی به مقادیر ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی رسانده شدند. برای اندازه‌گیری θ به روش CRM، خاک‌های با مقادیر رطوبتی اولیه مشخص و جرم معین در حلقه لاستیکی ریخته شده و بر روی سیلندری که کف آن در تماس با شن ریز بود، قرار گرفت. سپس این مجموعه به ظرف سیال مورد نظر (آب یا اتانول) که بر روی ترازوی دیجیتالی قرار گرفته بود، متصل شد. میزان جذب سیال (یک‌بار برای آب و بار دیگر بر روی همان نمونه خاک برای اتانول) در مدت زمان ۳ دقیقه در فواصل زمانی ۵ ثانیه با ترازو اندازه‌گیری شد. برای محاسبه θ، ابتدا مقادیر m_e و m_w از رابطه بین جذب آب (W^2 بر حسب گرم^2) در برابر t (بر حسب ثانیه) در دامنه زمانی

۳ دقیقه محاسبه شد. با قرار دادن این مقادیر و $F_w(T)$ و $F_e(T)$ با توجه به دمای آزمایش، در معادله $\cos\theta = \frac{m_w}{m_e}\frac{F_w(T)}{F_e(T)}$، کسینوس زاویه تماس آب-خاک ($\cos\theta$) برآورد شد.

نتایج و بحث

مقادیر محاسبه شده زاویه تماس آب-خاک (θ) در دامنه ۱۸/۹ تا ۸۵/۶ درجه متغیر بودند. گزارش‌ها نشان دادند که اگر θ در دامنه ۰ تا ۹۰ درجه باشد، خاک آب‌گریزی زیربحرانی داشته و خیس شدن خاک با سرعت کمتری انجام می‌گیرد [۵]. بنابراین با توجه به مقادیر θ، تمامی خاک‌های مورد بررسی، آب‌گریزی زیربحرانی داشته و به طور کامل آب‌گریز و یا آب‌پذیر نیستند. بنابراین فرض θ برابر با صفر در روابط آب-خاک و جریان آب در خاک برای خاک‌های مورد بررسی در استان همدان درست نمی‌باشد. همچنین با توجه به میانگین مقادیر θ، در دامنه رطوبتی اولیه خاک‌های مورد بررسی، روند افزایشی یا کاهشی مشخصی در مقادیر θ با تغییر رطوبت خاک مشاهده نشد. پژوهش‌های وچه و همکاران [۷] بر روی خاک‌های متفاوت (با درصد کربن آلی در دامنه ۶/۲۳-۰/۴) در آلمان نشان داد که نوع کاربری اراضی بر θ اثر گذاشته و خاک‌های جنگلی و مرتعی با مقادیر زیاد کربن آلی، θ بزرگ‌تری نسبت به خاک‌های خاک‌ورزی‌شده دارند که با نتایج این پژوهش هماهنگی دارد (زیرا بیشترین مقدار θ در خاکی با درصد زیاد کربن آلی مشاهده شد). روابط رگرسیونی خطی ساده بین $\cos\theta$ و ویژگی‌های زودیافت خاک نشان دادند که $\cos\theta$ تنها با مقدار ماده آلی و درصد ازت کل خاک در شرایط آون-خشک رابطه کاهشی و معنی‌دار دارد.

منابع

1. Almendros, G., Martın, F., and Gonzales-Vila, F.J. (1988) “Effects of fire on humic and lipid fractions in a dystric Xerochrept in Spain”. Geoderma. 42: 115–127.
2. Bachmann, J., Woche, S.K. Goebel, M.O., and Kirkham, M.B and Horton, R. (2001). “Extended methodology for determining wetting properties of porous media”. Water Resour. Res. 1353. doi: 10.1029/2003WR002143. 44: 410-540.
3. Berg, J.C. (1993) “Role of acid-base interactions in wetting and related phenomena".In: Berg, J.C. (Ed.,). "Wettability". Surf. Sci. Ser. Vol. 49. Marcel Dekker, New York, pp: 75–148.
4. Franco, C.M.M., Clarke, P.J., Tate, M.E., and Oades, J.M. (2000) “Studies on non-wetting sands: II. Hydrophobic properties and chemical characterisation of natural water-repellent materials”. J. Hydrol. 3: 253–263.
5. Tillman, R.W., Scotter, D.R., Wallis, M.G. and Clothier, B.E. (1989). “Water-repellency and its measurement by using intrinsic sorptivity”. Aust. J. Soil Res. 27: 637–644.
6. Washburn, E.W. (1921) “The dynamics of capillary flow”. Phys. Rev. E. 17: 273–283.
7. Woche, S.K., Goebel, M.O., Kirkham, M.B., Horton, R., van der Ploeg, R.R., and Bachmann, J. (2005) “Contact angle of soils as affected by depth, texture, and land management”. Eur. J. Soil Sci. 56: 239-251.