مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

گزارش کوتاه علمی

رابطه رطوبتی بین سطح مایع – بخار اطراف ذرات خاک با سطح ویژه ذرات خاک

[*]حمیدرضا فولادمند[۱] و فریدون کاوه[۲]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت،
[۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۱

چکیده

در رطوبت‌های بسیار پایین خاک، مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک به مقدار سطح ویژه ذرات خاک نزدیک می‌شود. برای انجام این پژوهش ۲۰ نمونه خاک در استان فارس تهیه، و منحنی مشخصه هر نمونه خاک اندازه‌گیری شد و مقدار رطوبت ته‌مانده هر نمونه خاک (θ_r) بر مبنای معادله ونگنوختن تعیین گردید. همچنین بافت و سطح ویژه ذرات هر نمونه خاک نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در کلیه نمونه‌های خاک، برابری مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک با سطح ویژه ذرات آن در میزان رطوبتی (θ_{ss}) بیشتر از رطوبت ته‌مانده خاک (θ_r) و کمتر از رطوبت معادل مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (θ_{-1500}) رخ داده است. هم‌چنین نسبت عددی θ_{ss} به θ_{-1500} برای کلیه نمونه‌های خاک بین ۰/٤٦٦ تا ۰/۹۲۳ متغیر بوده و به‌طور میانگین مقدار آن برابر ۰/٦۳۹ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک، سطح ویژه ذرات خاک، رطوبت ته‌مانده خاک

مقدمه

در رطوبت‌های بسیار پایین خاک، مقداری بخار آب در اطراف سطح ذرات خاک وجود دارد که آن را می‌توان به‌عنوان سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک در واحد حجم خاک تعریف نمود. حرکت

[*] مسئول مکاتبه: hrfoolad@yahoo.com

آب در خاک‌های غیراشباع به این سطح بستگی دارد. با کاهش مقدار رطوبت خاک، مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات آن افزایش یافته و در نهایت به یک مقدار حداکثر و ثابت می‌رسد (زندپارسا و سپاسخواه، ۲۰۰٤). زندپارسا و سپاسخواه (۲۰۰٤) رابطه‌ای بر مبنای منحنی مشخصه به روش ونگنوختن (۱۹۸۰) برای تعیین مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک ارائه نمودند و از آن برای تخمین هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک استفاده نمودند.

به سطح کل ذرات تشکیل‌دهنده خاک در هر واحد جرم و یا در هر واحد حجم، سطح ویژه ذرات خاک گفته می‌شود و بسیاری از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک به آن بستگی دارد. مقدار عددی سطح ویژه هر خاک ثابت بوده و به عواملی مانند: مقدار و نوع رس خاک، اندازه ذرات خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، مقدار ماده آلی، جرم مخصوص ظاهری و هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک بستگی دارد.

در رطوبت‌های بسیار پایین خاک، مقدار عددی سطح مایع- بخار اطراف ذرات آن به‌مقدار سطح ویژه ذرات خاک نزدیک می‌شود. بر این اساس هدف اصلی از این پژوهش تعیین مقدار رطوبتی از نمونه خاک است که در آن میزان رطوبت، مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک با مقدار سطح ویژه ذرات آن برابر می‌گردد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ۲۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مناطق اطراف شهرستان‌های مرودشت و فسا در استان فارس تهیه گردید. منحنی مشخصه هر نمونه خاک با ترکیب روش‌های ستون آویزان و دستگاه صفحات فشاری تا مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال اندازه‌گیری شد و برای هر نمونه خاک، ضرایب معادله منحنی مشخصه ونگنوختن (۱۹۸۰) از جمله مقدار رطوبت ته‌مانده خاک (θ_r) تعیین گردید. بافت هر نمونه خاک با ترکیب روش‌های هیدرومتر و شستشو با الک اندازه‌گیری تعیین شد. سطح ویژه هر نمونه خاک نیز از روش اتیلن گلیکول مونو اتیل اتر با استفاده از رابطه زیر اندازه‌گیری گردید (کارتر و همکاران، ۱۹۸٦):

$$SSA = \frac{W_a}{۰/۰۰۰۲۸٦\ W_s} \qquad (۱)$$

که در آن SSA: سطح ویژه نمونه خاک برحسب مترمربع در گرم، W_a: وزن الکل باقی‌مانده در نمونه خاک برحسب گرم و W_s: وزن خاک خشک اولیه برحسب گرم می‌باشد.

رابطه ارائه شده به‌وسیله زندپارسا و سپاسخواه (۲۰۰٤) برای تعیین مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک به‌صورت زیر می‌باشد:

$$A_{wsv} = -\frac{h\rho_w g(\theta - \theta_r)}{\sigma \cos\gamma} \qquad (۲)$$

که در آن A_{wsv}: مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک در واحد حجم خاک برحسب مترمربع بر مترمکعب، θ: رطوبت حجمی خاک برحسب مترمکعب بر مترمکعب، θ_r: رطوبت حجمی ته‌مانده خاک برحسب مترمکعب بر مترمکعب، h: مکش آب خاک برحسب متر، g: شتاب ثقل برحسب متر بر مجذور ثانیه، ρ_w: جرم مخصوص آب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، σ: تنش سطحی برحسب نیوتن بر متر و γ: زاویه تماس آب با ذرات خاک می‌باشد که برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. با اندازه‌گیری منحنی مشخصه، در مکش‌های مختلف مقدار رطوبت حجمی خاک معلوم بوده و از رابطه (۲) در مقادیر رطوبت‌های مختلف خاک (از رطوبت ته‌مانده تا رطوبت اشباع خاک با فواصل افزایش رطوبتی برابر ۰/۰۰۰۱)، مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات هر نمونه خاک به‌دست آمد. سپس از رابطه زیر مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک برحسب مترمربع بر گرم محاسبه شد:

$$A_{wsm} = \frac{A_{wsv}}{\rho_b \times ۱۰^{٦}} \qquad (۳)$$

که در آن A_{wsm}: مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک برحسب مترمربع در گرم وρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. در پایان برای هر نمونه خاک مشخص گردید که در چه میزان رطوبتی سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک با سطح ویژه اندازه‌گیری شده آن برابر است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌های خاک به‌کار رفته در این پژوهش و مقادیر رطوبتی بیان شده.

بافت خاک	رس (درصد)	شن (درصد)	سطح ویژه (مترمربع در گرم)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	θ_r (مترمکعب برمترمکعب)	θ_{-1500} (مترمکعب برمترمکعب)	θ_{SS} (مترمکعب برمترمکعب)	نسبت θ_{SS} به θ_{-1500}
رس سیلتی	٤٢	٨	٣٢٦/٢٠	١/١٨	٠/١٣٧	٠/٢٣٦	٠/١٧٤	٠/٧٣٦
رس سیلتی	٤٦	٤	٢٥٠/٨٤	١/٤٣	٠/٠١٠	٠/٢٢٦	٠/١٤٦	٠/٦٤٧
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٠	٨	٢٥٧/٩٤	١/٣٩	٠/٠٥٦	٠/٢٢٣	٠/١٣٠	٠/٥٨٤
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٢	١٢	٢١٦/١٤	١/٢٤	٠/٠٦٠	٠/١٧٩	٠/٠٨٤	٠/٤٦٦
لوم‌رسی‌سیلتی	٢٨	١٠	٣٤٣/٣٨	١/٣٠	٠/٠٦٦	٠/٢٠١	٠/١٠٣	٠/٥١٥
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٩	٨	١٣٥/٥٠	١/٣٤	٠/٠١٠	٠/١٨٨	٠/١٠٣	٠/٥٥٠
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٤	٦	٢٧٨/٦٣	١/٣٥	٠/١٢٩	٠/٢٠٣	٠/١٣٩	٠/٦٨٢
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٠	١٢	١٢١/٥٦	١/١٨	٠/٠٤٤	٠/١٣٧	٠/٠٧٦	٠/٥٥١
لوم‌رسی‌سیلتی	٢٨	١٨	٩١/٣٤	١/١٨	٠/١٠٦	٠/١١٥	٠/١٠٦	٠/٩٢٣
لوم‌رسی‌سیلتی	٣٤	١٢	١٤٨/٩٣	١/١٧	٠/٠٧٧	٠/١٤٨	٠/٠٩٢	٠/٦٢٠
سیلت لوم	٢٦	١٨	٢٧٣/٠٨	١/١٧	٠/٠١٠	٠/٢٤٢	٠/١٢١	٠/٥٠٢
سیلت لوم	٣٦	١٢	٣٠/٧٨	١/٣٧	٠/٠٦٠	٠/١٤٩	٠/٠٩٢	٠/٦١٦
سیلت لوم	٢٤	٢٠	٤٣/٩٤	١/٣٣	٠/٠١٠	٠/١٣٠	٠/٠٦٤	٠/٤٩٢
سیلت لوم	٢٧	١٨	١٥٣/٢٨	١/١٦	٠/٠٧٤	٠/١٤٦	٠/٠٩٣	٠/٦٣٦
لوم	٢٦	٢٤	٢٤٨/١٦	١/٤٥	٠/١٠١	٠/١٤١	٠/١٠٤	٠/٧٣٨
لوم شنی	٧	٦٣	١٠/٦٤	١/٦٠	٠/٠٢٢	٠/١٠٨	٠/٠٥٩	٠/٥٤٦
لوم شنی	٩	٦٣	٢١/٤٨	١/٦٧	٠/٠١٥	٠/١٤٣	٠/٠٨٤	٠/٥٩٠
شن لومی	٤	٧٩	٨/٠١	١/٦١	٠/٠٧٤	٠/٠٩٩	٠/٠٧٩	٠/٧٩٣
شن لومی	٤	٨٠	١٠/٦٠	١/٥٥	٠/٠٧٠	٠/٠٨٧	٠/٠٧١	٠/٨٢٠
شن لومی	٦	٧٦	٩/٥٤	١/٦٣	٠/٠٧٤	٠/٠٩٩	٠/٠٧٧	٠/٧٧٧

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌های خاک به‌کار رفته در این پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است. در این جدول مقادیر حجمی رطوبت ته‌مانده خاک (θ_r)، رطوبت خاک در مکش معادل ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (θ_{-1500}) و رطوبت برابری مقدار سطح مایع- بخار اطراف ذرات نمونه خاک با مقدار سطح ویژه ذرات آن (θ_{ss}) نیز ارائه شده است. هم‌چنین در این جدول نسبت عددی بین θ_{ss} به θ_{-1500} نیز برای هر نمونه خاک ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که در کلیه نمونه‌های خاک مقدار

سطح ویژه اندازه‌گیری شده خاک در رطوبتی بیشتر از θ_r و کمتر از θ_{-1500} برابر سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سطح مایع- بخار اطراف ذرات خاک در مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال برابر سطح ویژه آن نمی‌باشد، به‌طوری‌که نسبت عددی θ_{ss} به θ_{-1500} برای کلیه نمونه‌های خاک بین ۰/٤٦٦ تا ۰/۹۲۳ متغیر بوده و به‌طور میانگین مقدار آن برابر ۰/٦۳۹ به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که حداقل و حداکثر نسبت عددی بین θ_{ss} به θ_{-1500} در دو نمونه خاک با بافت لوم رسی سیلتی مشاهده شده است. از این‌رو مشاهده می‌شود که نسبت بین θ_{ss} به θ_{-1500} ارتباط چندانی به نوع بافت خاک ندارد. پیشنهاد می‌شود که مشابه این پژوهش برای سایر بافت‌های خاک در دیگر مناطق ایران نیز انجام شود.

منابع

1.Carter, D.L., Mortland, M.M., and Kemper, W.D. 1986. Specific surface. P 413-423. In: Methods of soil analysis. Part 1. Physics and mineralogical methods. Klute, A. (ed.), Agron. Monogr. ASA, SSSA, Madison, Press WI. No. 9. Second edition.

2.Van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898.

3.Zand-Parsa, Sh., and Sepaskhah, A.R. 2004. Soil hydraulic conductivity function based on specific liquid-vapor interfacial area around the soil particles. Geoderma. 119:143-157.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Moisture relationship between specific surface liquid-vapor interfacial and soil specific surface area

***H.R. Fooladmand[1] and F. Kaveh[2]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Islamic Azad University, Marvdasht Branch,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Islamic Azad University, Sciences and Researches Unit of Tehran

Abstract

Specific liquid–vapor interfacial area (SLVIA) converges to soil specific surface area (SSA) in very low soil moisture content. In this study, 20 soil samples were collected from different locations in Fars province, and soil moisture characteristic curve of each soil sample was measured, and the residual soil moisture content (θ_r) of each soil sample based on van Genuchten equation was determined. Also, soil texture and SSA of each soil sample were measured. The results indicated that for all soil samples, the moisture equality (θ_{ss}) of SLVIA and SSA was occurred at soil moisture content greater than residual soil moisture content (θ_r) and less than soil moisture content at soil water pressure of -1500 kPa (θ_{-1500}). The ratio of θ_{ss} to θ_{-1500} ranged between 0.466 to 0.923 with an average of 0.639.

Keywords: Liquid-vapor interfacial area, Specific surface area, Residual soil moisture content

* Corresponding Author; Email: hrfoolad@yahoo.com