تعیین آب‌گریزی و زاویه‌ی تماس آب با خاک در برخی از خاک‌های استان گیلان و بررسی رابطه‌ی برخی پارامترها با زاویه‌ی تماس آب با خاک

سیده مهرنوش میربابائی[1]، محمود شعبانپور شهرستانی[2]، علی اصغر ذوالفقاری[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشگاه گیلان

2- استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

3-دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه تهران

mmirbabaei@yahoo.com

چکیده

یکی از راه های تشخیص آبگریزی تعیین زاویه تماس آب و خاک می باشد. دراین تحقیق شدت آب‌گریزی و زاویه تماس آب-خاک بوسیله تست مولاریته الکل(MED) در نمونه‌های دست‌نخورده بررسی شد. نمونه‌برداری از سه منطقه‌ی ساحلی واقع درشهرستان تالش بخشی از غرب گیلان صورت گرفت. 2 منطقه دارای پوشش کاج تدا دست‌کاشت 25 و 30 ساله و یک منطقه دارای پوشش جنگل طبیعی با درختان توسکا، لرگ و گیاه علفی آقطی بود. رابطه‌ی بین زاویه‌ی تماس محاسبه شده و ماده آلی، pH ، درصد شن و رس خاک بررسی شد. بیشترین زاویه تماس مربوط به نمونه‌های با مقدار بالاتر ماده‌ی آلی بود. رابطه‌ی زاویه‌ی تماس با ماده آلی ودرصد شن مثبت و معنی‌دار و با pH و درصد رس منفی و معنی‌دار به دست آمد.

کلمات کلیدی: **آب‌گریزی ، تست مولاریته الکل، زاویه تماس**

مقدمه

خاک آب‌گریز(Water repellent soil)خاکی است که آب به آسانی نمی‌تواند جذب ماتریس خاک شود (دوار و توماس، 2000). یکی از راههای تشخیص آبگریزی خاک اندازه گیری زاویه تماس می باشد. اگر زاویه تماس آب با خاک بزرگتر از 90 درجه باشد خاک آبگریز بوده و اگر زاویه تماس کوچکتر از 90 درجه باشد خاک قابل مرطوب شدن است (لتی و همکاران، 2000).

مبانی نظری مسئله

فرض کنید که خلل و فرج خاک را بتوان بوسیله لوله های موئین توصیف کرد، ارتفاع مویینگی با استفاده از معادله زیر بدست می آید.

$$h = 2\gamma_l cos\alpha / \rho g r \qquad [1]$$

که h ارتفاع مویینگی (m)، γ کشش سطحی آب(Nm^{-1}) است. α زاویه تماس بین مایع و جامد، r شعاع لوله مویین (m)، ρ چگالی مایع (kgm^{-3}) و g شتاب ثقل زمین (ms^{-2}) می‌باشد. زمانی که α بزرگتر از 90 درجه است $\cos\alpha$ منفی است و آب در داخل لوله وارد نخواهد شد مگر این که یک فشار مثبت بکار رود. این فشار به عنوان فشار ورود آب شناخته می شود.

کشش سطحی بین فاز مایع و جامد بوسیله معادله زیر مشخص شد.

$$\gamma_{sl} = \gamma_s + \gamma_l - 2\varphi(\gamma_s\gamma_l)^{1/2} \qquad [2]$$

که γ_s کشش سطحی مایع جامد(N/m)، γ_s کشش سطحی هوا جامد (N/m) و γ_l کشش سطحی مایع- هوا(N/m) و Φ یک تابع خصوصیات مولکولی جامد است که معمولاً برابر واحد می‌باشد. معادله یانگ، به صورت زیر می‌باشد.

$$\gamma_l \cos\alpha = (\gamma_s - \gamma_l) \quad [3]$$

ادغام معادلات 2 و 3 با فرض Φ برابر 1 منجر به معادله زیر می‌شود.

$$\cos\propto = 2(\gamma_s/\gamma_l)^{1/2} - 1 \quad [4]$$

با انتخاب α =90، $\cos\alpha$ برابر صفر می‌شود و بنابراین γ_l کشش سطحی 90 درجه می‌باشد و منجر به معادله زیر می‌شود.

$$\gamma_s = \gamma_{ND}/4 \quad [5]$$

γ_{ND} (N/m) کشش سطحی محلولی است که آن محلول در مدت زمان کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می‌نماید. با قرار دادن معادله 5 در معادله 4 معادله زیر نتیجه می‌شود.

$$\cos\propto = \left(\frac{\gamma_{ND}}{\gamma_l}\right)^{1/2} - 1 \quad [6]$$

با استفاده از معادله (6) کسینوس زاویه تماس محاسبه می‌شود. γ_l (N/m)، کشش سطحی آب در دمای 25 درجه و برابر با (N/m) 10^{-3} × 72/01 است. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس آب-خاک در برخی از خاک‌های استان گیلان و بررسی تاثیر مقدار ماده‌ی آلی ، pH و درصد شن و رس بر آن است.

مواد و روشها

در این پژوهش آب‌گریزی خاک در3 منطقه‌ی ساحلی با خاک‌های شنی (منطقه 1و2 با پوشش کاج تدا دست‌کاشت به ترتیب30 ساله و 25 ساله و منطقه 3 جنگل طبیعی با پوشش درختان توسکا، لرگ و گیاه علفی آقطی) بوسیله تست کشش سطحی بحرانی یا روش مولاریته محلول آب و الکل (MED) تعیین شد . در این روش محلول آب و الکلی که در کمتر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می کند به عنوان کشش سطحی بحرانی نامیده می شود. در این روش یک سری ازمحلول‌های آب و الکل با درصد حجمی 0 تا 40% الکل که دارای کشش سطحی متفاوت هستند برای تعیین شدت آب‌گریزی استفاده شدند. هر چه غلظت اتانول در محلول بیشتر باشد کشش سطحی کاهش می‌یابد. بنابراین مشاهده می شود که محلول‌هایی که کشش سطحی آن‌ها پایین تر است، به طور خودبخودی در خاک نفوذ می‌کنند. کشش سطحی محلولی که در کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می‌کند ، کشش سطحی محلولی است که خاک را با زاویه تماس کمتر از 90 درجه خیس می‌کند. در مجموع از 3 منطقه 79 نمونه‌ی دست‌نخورده و آبگریز بوسیله سیلندر نمونه‌برداری جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در فصل خشک سال در تیر ماه جمع‌آوری شدند. با استفاده از تست MED کشش سطحی محلولی که در زمان کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می‌کند اندازه‌گیری و کسینوس زاویه تماس توسط معادله 6 محاسبه شد.

نتایج و بحث

مقدار متوسط و تغییرات درصد MED (درصد حجمی محلول الکلی که در کمتر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می کند)، کشش سطحی محلول الکلی که در زمان کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ کرده است، مقادیر زاویه تماس محاسبه شده، و برخی از پارامترهای اندازه‌گیری شده در جدول 1 نشان داده شده است. نتایج جدول 1 نشان می دهد که کشش سطحی محلول آب-الکل که در کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می کند، در هر سه منطقه کم‌تر از کشش سطحی آب می باشدو با توجه به معادله (6) زاویه تماس آب-خاک در هر سه منطقه بیشتر از 90 درجه به دست آمد. هر چه غلظت اتانول در محلولی که در کم‌تر از 5 ثانیه در خاک نفوذ می‌کند بیشتر باشد، کشش سطحی محلول کاهش می یابد. معادله 6 نشان می دهد که با کاهش کشش سطحی محلول آب-الکلی که در خاک نفوذ می‌کند ، زاویه تماس آب با خاک بزرگ‌تر شده و شدت آب‌گریزی خاک بیشترمی شود. در منطقه یک و دو آب‌گریزی شدید در خاک با MED ، 30درصد و در منطقه سه با MED ، 31درصد اندازه‌گیری شد.

جدول1- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با آزمون دانکن*

منطقه	تعداد نمونه	MED(%)	کشش سطحی محلول آب-الکل (N/m)	زاویه تماس (درجه)	ماده آلی(%)	pH	بافت خاک
1	24	13/7 ab (1-30)	49/51 ab (32/98-67/75)	100/42 ab (91/26-108/86)	3/97 a (0/78-7/13)	6/86 ab (6/45-7/16)	Sandy
2	20	9/6 b (1-30)	54/92 a (32/7-68/75)	97/78 b (91/26-109/03)	3/65 a (0/79-11/59)	6/98 b (6/6-7/22)	Sandy
3	35	16/62 a (1-31)	42/72 b (32/7-68/75)	103/45 a (91/26 -109/03)	4/29 a (1/18-10/20)	6/87 a (6/67-7/17)	Sandy

***حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.**

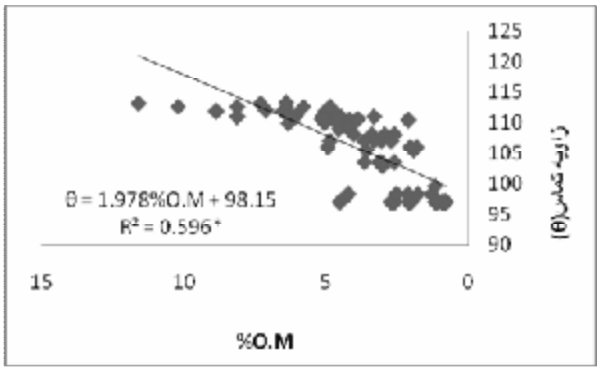
در این مطالعه همبستگی بین زاویه تماس با ماده‌ی آلی و درصد شن مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین زاویه تماس مربوط به نمونه‌های با مقدار بالاتر ماده‌ی آلی بود به طوری که در نمونه‌هایی که مقدارماده‌ی آلی بین 13/ 7 تا 11/59 درصد بود زاویه تماس آب و خاک بین 108 تا 109/09درجه بدست آمد(جدول 2). وجلمن و همکاران، 2010 در خاک‌های سطحی مناطق مورد مطالعه‌شان زاویه‌ی تماس بالایی را مشاهده کردندو همبستگی مثبتی را بین زاویه‌ی تماس و ماده‌ی آلی به دست آوردند.

جدول 2- ضرایب همبستگی بین زاویه تماس آب-خاک با پارامترهای اندازه‌گیری شده

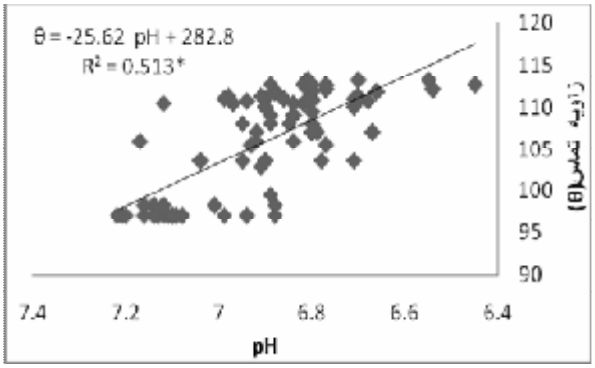
متغیر	ماده آلی	pH	درصد شن	درصد رس
زاویه تماس	0/769**	-0/716**	0/382**	-0/34**
MED	0/826**	- 0/696**	0/313**	-0/271*
کشش سطحی	0/753**	0/719**	-0/394**	0/354**

*نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح 5 درصد و **نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح 1 درصد است.

همبستگی بین درصد شن خاک با زاویه تماس آب-خاک و MED مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار به دست آمد و همبستگی درصد شن با کشش‌سطحی محلول آب-الکل منفی و معنی‌دار به دست آمد. این مطلب نشان می‌دهد که با افزایش درصد شن خاک، کشش سطحی محلولی که قادر به خیس کردن خاک می باشد کاهش می یابد. با کاهش کشش سطحی، زاویه تماس آب-خاک و شدت آب‌گریزی خاک افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر می توان ذکر کرد که با افزایش درصد شن در خاک شدت آبگریزی در خاک هایی که آبگریز می باشد، افزایش می یابد. همبستگی بین زاویه تماس و pH منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول 2). تقریباً در تمام نمونه‌هایی که pH بالاتر از 7 داشتند آب‌گریزی خفیفی مشاهده شد و MED (درصد حجمی آب و الکل) بین 1 یا 2درصد تعیین شد، زاویه تماس در این موارد کم‌تر از 98 درجه بدست آمد. با وجود آن‌که تغییرات رس در این 3 منطقه بین 3 تا 5 درصد بود اما همبستگی بین زاویه تماس و درصد رس منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقدار رس خاک عامل مهمی در کنترل آب‌گریزی خاک می‌باشد. با افزایش مقدار رس خاک، آبگریزی و زاویه تماس آب-خاک کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر یکی از راه‌های کنترل آبگریزی افزایش درصد رس خاک می باشد. دوار و همکاران، 2009 در مطالعه‌شان رابطه‌ی منفی بین مقدار رس خاک و آب‌گریزی به دست آوردندو مشاهده کردند که در نمونه‌های با رس بیشتر از 4 درصد آب‌گریزی از بین رفته و خاک‌ها قابلیت مرطوب شدن پیدا می کنند. روابط رگرسیونی خطی ساده بین زاویه تماس آب-خاک با ماده‌ی آلی مثبت و با pH خاک منفی و در سطح 1 درصد معنی‌دار بود.(شکل1 و 2). نتایج نشان دادند که مقدار ماده‌ی آلی، بافت و pH خاک فاکتورهای مهم و موثری در افزایش زاویه تماس آب-خاک و ایجاد آب‌گریزی در خاک هستند.



شکل 1- رابطه بین زاویه تماس و %ماده آلی خاک.
***نشان‌گر معنی‌داری در سطح 1 درصد است**



شکل 2- رابطه بین زاویه تماس و pH خاک.
***نشان‌گر معنی‌داری در سطح 1 درصد است**

منابع

1. Doerr SH and Thomas AD, 2000.The role of Soil moisture in controlling water repellency new evidence from forest soil in Portugal. J. Hydrology.231-232:134-147.
2. Doerr SH, Woods SW, Martin DA and Casimiro M, 2009. Natural background' soil water repellency in conifer forests of the north-western USA: Its prediction and relationship to wildfire occurrence. J.Hydrology.231-232:126-133 .
3. Letty, J. ML. Carrillo K and X. P. Pang. 2000. Approaches to characterize the degree of water repellency. J. Hydrol. 231-232: 61-65.
4. Vogelmann ES, Reichert JM, Reinert DJ, Mentges MI, Vieira DA, Barros CAP, Fasinmirin JT, 2010. Water repellency in soils of humid subtropical climate of Rio Grande do Sul, Brazil. Soil & Tillage Research 110: 126–133.