



اثر سه نوع کود آلی با سطوح مختلف بر پارامترهای مقاومت برشی یک خاک لوم رسی سیلتی

ناهید عقیلی ناطق، عباس همت، مرتضی صادقی و محمود وفائیان

به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، و استاد دانشکده

عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

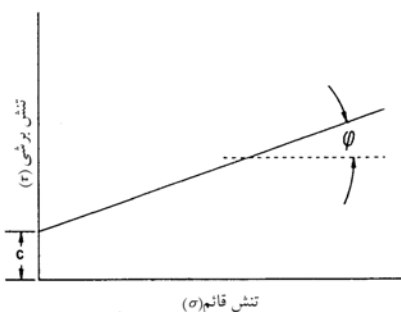
در این پژوهش، نمونه‌های خاک از لایه سطحی یک طرح کودی دراز-مدت با یک تناوب زراعی گندم-ذرت تهیه گردیدند. اثر سه نوع ماده آلی (کود دامی، کمپوست و لجن فاضلاب) با سه مقدار (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار) و تیمار شاهد (بدون هر گونه کود) در دو سطح رطوبت (۰/۹PL) و (۱/۱ PL) در ۲۰/۹ درصد بر پارامترهای مقاومت برشی خاک با طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی گردید. جهت تعیین پارامترهای مقاومت برشی از آزمایش برش مستقیم استفاده گردید. قبل از انجام آزمایش‌ها، هر نمونه خاک تحت یک تنش پیش باری به مقدار ۱۰۰ کیلو پاسکال به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. سپس آزمایش برش مستقیم بر روی سه نمونه دست نخورده تهیه شده از ظرف اصلی آزمایش، تحت سه بار قائم معین (۷۵، ۵۰ و ۱۲۵ کیلو پاسکال) انجام شد. با افزایش مقدار کربن آلی چسبندگی در رطوبت ۱۷/۱ درصد کاهش و در رطوبت ۲۰/۹ درصد افزایش یافت. در هر دو سطح رطوبتی رابطه‌ای بین کربن آلی و زاویه اصطکاک داخلی مشاهده نگردید.

کلمات کلیدی: کربن آلی، آزمایش برش مستقیم، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی

مقدمه

مقاومت برشی خاک به صورت مجموع مقاومت حاصل از چسبندگی و مقاومت حاصل از اصطکاک بیان می‌گردد [۱ و ۵]. نظریه گسیختگی توسط کولمب^۱ پیشنهاد گردید. او فرض نمود هنگامی که تنش برشی به مقدار بحرانی می‌رسد گسیختگی اتفاق می‌افتد. او مقادیر مختلف تنش برشی در لحظه شکست را بر حسب تنش عمودی بر روی سطح گسیختگی رسم نمود و رابطه زیر را پیشنهاد نمود [۱]:

معادله فوق رابطه یک خط مستقیم موسوم به پوش گسیختگی در مختصات $\tau - \sigma$ می‌باشد $\tau = C + \sigma \tan \varphi$ که شیب آن نسبت به امتداد افقی زاویه اصطکاک داخلی (φ) و عرض از مبدأ آن چسبندگی (C) می‌باشد (شکل ۱) [۱].



شکل ۱- پوش گسیختگی خاک [۹۲].

بررسی رفتار مکانیکی خاک‌های کشاورزی تحت بار برشی در آزمایشگاه می‌تواند فرآیند تغییر شکل و سست شدن خاک را توسط عمل برش ادوات خاک‌ورزی توضیح دهد [۸]. تغییر در این پارامترها می‌تواند در دوام ساختارهای زهکشی و آبیاری ایجاد شده در خاک‌ها همینطور بر مقاومت خاک‌ها در برابر عبور ماشین‌های کشاورزی تاثیر بگذارد [۸]. بنابراین مقاومت برشی خاک از خصوصیات است که بر روی میزان ظرفیت کشش و سائل زمین‌گیری و همچنین نیروی مقاوم در برابر عبور ابزار خاک‌ورز در خاک اثرگذار است [۴].

افزودن کود گوسفندی، گاوی و خاک اره به میزان ۵۰ تن در هکتار در خاک‌های درشت بافت چسبندگی خاک را افزایش داده و متناسب با آن انرژی مورد نیاز جهت کاشت نشاء را افزایش داد. در حالی که افزودن ۵۰ تن در هکتار کود ماکیان در خاک‌های رسی اثر زیادی بر چسبندگی خاک نداشت [۶]. استحکام بین خاکدانه‌های پیت خیلی کمتر از خاک است به این ترتیب کوهیژن با افزایش پیت کاهش یافت [۱۰]. سانگ و همکاران [۹] گزارش نمودند که با افزایش مواد آلی از ۶/۹۶ به ۱۲/۴۵ درصد زاویه اصطکاک و چسبندگی هر دو کاهش یافتند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه‌های خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری طرح پژوهشی که در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد به مدت ۷ سال اجرا گردیده بود تهیه شدند. طرح آزمایشی بصورت کرت‌های

¹ Coulomb

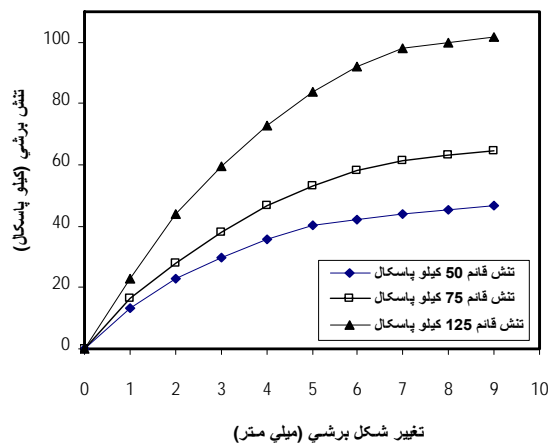
نواری بر پایه بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور: الف- نوع کود شامل: ۱- کمپوست، ۲- لجن فاضلاب و ۳) کود دامی و ب- میزان کود های آلی (۵۰۰، ۲۵ و ۱۰۰ تن در هکتار) در سه تکرار در یک خاک لوم رسی سیلتی اجرا گردید. تناوب زراعی محصول در طول اجرای طرح گندم- ذرت علوفه ای بود.

پس از عبور خاک هوا خشک از الک ۲ میلی متر و با داشتن حجم ظرف (قطر ۲۵/۵ و ارتفاع ۸ سانتی متر) و چگالی تر ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب و درصد رطوبت مورد نظر (۱۷/۱ و ۲۰/۹٪) تهیه گردید. در تمامی این آزمایش ها ظرف به وسیله دستگاه CBR تحت پیش بار (۱۰۰ کیلو پاسکال) با سرعت ۱ میلی متر بر دقیقه قرار گرفت. جهت تعیین پارامترهای مقاومت برشی از آزمایش برش مستقیم استفاده گردید. آزمایش برش مستقیم روشی سریع و ارزان در تعیین پارامترهای مقاومت خاک می باشد. نمونه گیر مخصوص دستگاه برش دارای قطر داخلی ۶۳/۵ و ارتفاع ۲۰ میلی متر می باشد. در جعبه برش، دیسک های شیار دار در بالا و پایین نمونه نفوذ کرده و نمونه را در ضمن انجام آزمایش به صورت ثابت در جای خود نگه داشته و از اعوجاج نمونه جلوگیری می کنند و به این علت لازم است که دیسک ها در طرفین نمونه گذارده شوند که امتداد شیار ها ی آن ها عمود بر امتداد نیروی برشی قرار گیرند. برای کاهش اصطکاک بین جعبه برشی و نمونه، جدار داخلی جعبه برشی با یک لایه نازک گریس پوشانده شد. نرخ بار گذاری ۱/۰۶ میلی متر بر دقیقه بود.

این آزمایش بر روی سه نمونه دست نخورده تهیه شده از ظرف اصلی آزمایش تحت سه بار قائم معین (۷۵، ۵۰ و ۱۲۵ کیلو پاسکال) انجام شد. با توجه به اینکه نمونه ها تحت پیش بار ۱۰۰ کیلو پاسکال قرار داده شدند. بار های قائم طوری انتخاب شدند تا بارهای بالا و پایین پیش بار پوشش داده شوند. نمونه ها در دستگاه قرار داده شدند و تنش برشی آن ها تا حدی افزایش یافت که نمونه ها گسیخته شوند. در هر دقیقه نیرو سنج افقی و جابه جایی سنج عمودی قرائت گردید تا جایی که خاک گسیخته شد. با استفاده از ضریب واسنجی حلقه گواه دستگاه و قرائت نیروسنج و از تقسیم نیرو بر سطح مقطع نمونه، تنش برشی به دست آمد. برای به دست آوردن پارامترهای مقاومت خاک نمودار تنش برشی - تغییر مکان برشی (افقی) ترسیم گردید. در این تحقیق جهت تعیین مقاومت برشی خاک، تنش برشی در تغییر شکل برشی ۷ میلی متر، به عنوان تنش برشی بیشینه در نظر گرفته شد. چون در این آزمایش ها نقطه ۷ میلی متر جابجایی بهترین تعیین کننده حداکثر مقاومت برشی منحنی بود. در نهایت با توجه به انجام آزمایش در سه سطح بار قائم، مقادیر تنش عمودی و تنش برشی بیشینه متناظر به آن ها ترسیم گردید. نمودار حاصل همان معادله موهر- کولمب می باشد. با برآزش یک خط به این نقاط و تعیین معادله خط، پارامترهای چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی تعیین گردید.

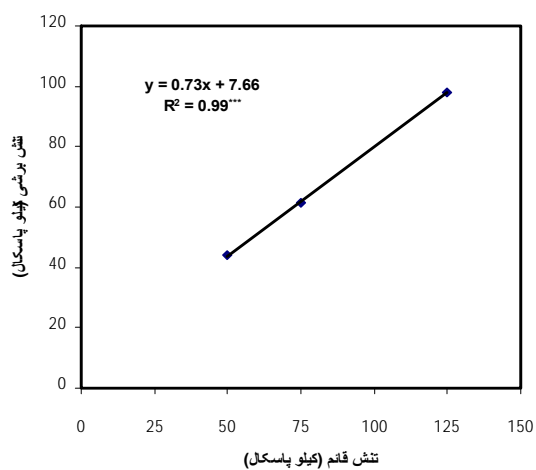
نتایج و بحث

در شکل ۲ نمونه ای از نمودار آزمایش برش مستقیم (نمونه ۱۰۰ تن لجن فاضلاب در هکتار با رطوبت ۱۷/۱ در صد)، در سه سطح تنش قائم جهت یافتن تنش برشی بیشینه آورده شده است.



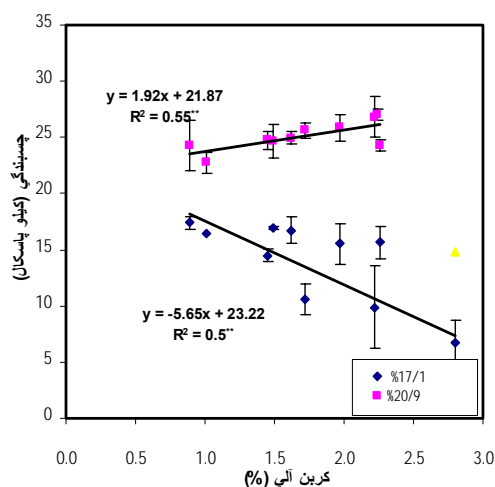
شکل ۲- مثال نمونه ای از نمودار تنش برشی - تغییر شکل برشی در آزمایش برش مستقیم.

در شکل ۳ نمونه ای از نمودار تنش‌های پیشینه برشی متناظر با سطوح بار قائم برای بدست آوردن معادله موهر- کولمب ارائه شده است.



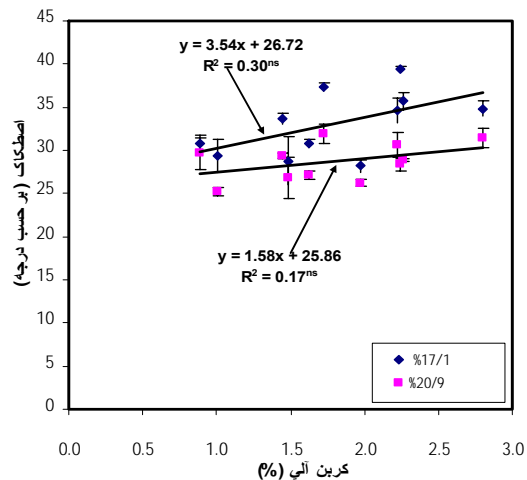
شکل ۳- خط گسیختگی موهر- کولمب.

چسبندگی در رطوبت ۱۷٪ در تمامی کود های آلی با افزایش کود کاهش یافته و در رطوبت ۲۱٪ در کود های گاوی و کپوست با افزایش کود افزایش یافته است؛ ولی در کود لجن همان رفتار کاهشی مشاهده می گردد. علت آن را می توان کاهش چسبندگی با افزایش کربن آلی خاک تا یک رطوبت خاص و افزایش مقاومت چسبندگی، پس از آن رطوبت خاص، بسته به منشاء کود، بیان نمود. روند مشابه این رفتار در مقاومت برشی خاک توسط ایکویو واستون گزارش شد [۳]. بیکنم علت افزایش مقاومت چسبندگی خاک را با افزایش کربن آلی ایجاد پیوند قویتر بین ذرات معدنی خاک بیان نمود [۲]. در شکل ۴ رابطه های خطی بین مقاومت چسبندگی و کربن آلی با ضریب تبیین ۵۵/۰ و ۵۰/۰۵ به ترتیب در سطوح رطوبتی ۱۷/۱ و ۲۰/۹ نشان داده شده است.



شکل ۴- تغییرات چسبندگی با کربن آلی در کلیه تیمار های کودی در دو سطح رطوبتی.

زاویه اصطکاک با افزایش کود آلی در تمام تیمارها افزایش یافته است. در کلیه تیمار ها با افزایش رطوبت زاویه اصطکاک کاهش یافته است. اصطکاک بین ذرات با افزایش مواد آلی به دلایل سطح ویژه بالای مواد آلی، ظرفیت بالای نگه داری رطوبت و افزایش تنش موثر به دلیل مکش رطوبتی بالای خلل و فرج افزایش می یابد [۱۱]. با افزایش رطوبت زاویه اصطکاک داخلی شروع به کاهش می کند [۷]. با افزایش رطوبت آب بین ذرات مانند روان کننده عمل کرده و از تماس ذرات با یکدیگر جلوگیری کرده و اصطکاک کاهش می یابد. در شکل ۵ تغییرات زاویه اصطکاک در دو سطح رطوبتی با افزایش کربن نشان داده شده است. زاویه اصطکاک در هر دو سطح رطوبتی به طور خطی و غیر معنی دار افزایش یافت.



شکل ۵- تغییرات زاویه اصطکاک با کربن آلی در کلیه تیمار های کودی در دو سطح رطوبتی.

منابع

- ۱- روشن ضمیر، م.ع. جزوه آزمایشگاه مکانیک خاک، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 2- Beekman, F. 1987. Soil strength and forest operations. Doctoral thesis, Department of Forest Technique, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, PP: 168.
- 3- Ekwue, E. I. and R. J. Stone. 1995. Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils. *Trans. ASAE*. 38: 357-365
- 4- Fountain, E. R. and P. C. J., Payne. 1951. The Shear Strength of Top Soils.
- 5- Johnson, C. E., R. D. Grisso, T. A. Nichols and A. C. Bailey. 1987. Shear measurement for agricultural soils- A Review. *Trans. ASAE*. 30: 935-938.
- 6- Marsh, J. D. M. and A. G. Rixon. 1991. Effects of heavy additional of organic residues on physical characteristics of three soils types in Queensland Australia. *Soil Till. Rese.* 16 :109-121.
- 7- Mouazen, A. M. 2002. Mechanical behaviour of the upper layers of a sandy loam soil under shear loading. *J. Terra*. 39: 115-126.
- 8- Rahimi, H. and R. Ilkhani. 1996. Effect of fertilizer on physical and mechanical properties of soils. *Proceeding of the international agricultural engineering conference*, Pune, India. PP. 493 - 477.
- 9- Song Y. S., J. M. Yun, W. P. Hong, and T. H. Kim. 2003. Investigation of solid waste soil as road construction material. *Environ. Geol.* 44: 203-209.
- 10 Zhang, B., R. Horn, and P. D. Hallett. 2005. Mechanical Resilience of Degraded Soil Amended with Organic Matter Published in *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69: 864-871.
- 11 Zhang, H., K. H. Hartge and H. Ringe. 1997. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing compactibility. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 61: 239-245.

The effect of three organic manures with different rates on shear strength properties of a silty clay loam soil

ABSTRACT

The objectives of the research reported here were to 1) characterize the soil physical properties and consistency limits (shrinkage limit, SL; plastic limit, PL; liquid limit, LL) and 2) obtain pre-compaction stress, compression index, cohesion and angle of internal friction of a silty clay loam soil under long-term (seven years) application of organic matters (compost, sewage sludge, farm yard manure) at three rates (25, 50 and 100 t/ha) and one inorganic fertilizer combination (250 urea kg/ha and 250 ammonium phosphate kg/ha). These mechanical properties were determined at two gravimetric water contents (WCs) (17.1 and 20.9% db) on remolded soil samples. The experimental designs were consisted of: 1) factorial design (organic manure type × organic manure rate) and 2) orthogonal contrasts: i) control with inorganic fertilizer treatment and ii) control and inorganic fertilizer with factorial group in a completely randomized design with three replications. Soil shear strength was obtained using direct shear test. The remolded soil sample was preloaded by a stress of 00 kPa for 30-min. The effect of SOC on angle of internal friction was not significant. By increasing WC, the angle of internal friction significantly decreased. Also with increasing SOC, cohesion decreased at 17.1% WC whereas it increased at 20.9% WC.

Keywords: organic carbon, direct shear test, cohesion, angle of friction.