مقایسه روش‌های تعیین ظرفیت باربری یک خاک لوم رسی سیلتی تیمار شده با کودهای آلی

ناهید عقیلی ناطق، عباس همت و مرتضی صادقی

به ترتیب استاد مدعو دانشگاه پیام نور استان همدان، استاد و استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

از عوامل تاثیر گذار بر تراکم پذیری خاک ها، رطوبت و میزان مواد آلی می باشند. پارامتر ظرفیت بار بری یا تنش پیش تراکمی اغلب به عنوان معیار تراکم پذیری خاک ها استفاده می گردد. از آزمایش نشست صفحه‌ای (PST) می‌توان برای تعیین این پارامتر استفاده نمود. دراین تحقیق، نمونه های خاک از طرحی که در آن کود های آلی (کمپوست، لجن فاضلاب و کود گاوی) درچهار سطح (۰، ۲۵ ،۵۰ و۱۰۰ تن در هکتار) و به مدت ۷ سال متوالی در تناوب گندم-ذرت به یک خاک لوم رسی سیلتی اضافه شده بود تهیه گردیدند. ظرفیت باربری خاک در دو سطح رطوبتی (۱۷/۱ و ۲۰/۹ درصد) با PST تعیین شد. در این پژوهش ظرفیت باربری با برازش مدل ریاضی چند جمله ای درجه چهارم بر داده‌های لگاریتم تنش - نشست خاک حاصل ازآزمایش PST با کمک برنامه نویسی در نرم‌افزار MatLab با سه روش کاساگراند، انحناء بیشینه و تقاطع خط فشردگی بکر با محور x تعیین گردید. روش کاساگراند، بیشترین مقادیر رابرای برای تنش پیش‌تراکمی در هر دو سطح رطوبتی تخمین زد و روش بیشینه انحناء کمترین مقدار را برای تنش پیش‌تراکمی در هر دو سطح رطوبتی تخمین زد. بنابراین استفاده از روش بیشینه انحناء برای ارزیابی ظرفیت باربری خاک و نگه داشتن فشار اعمالی توسط وسایل گیرایی تراکتورها به مقادیر کمتر از این حد آستانه، احتمال تراکم خاک را به حداقل می‌رساند. به عبارت دیگر این روش برآورد محافظه کارانه‌تری برای ظرفیت باربری ارائه کرده و احتمال تراکم خاک در مزرعه را کمتر می‌نماید

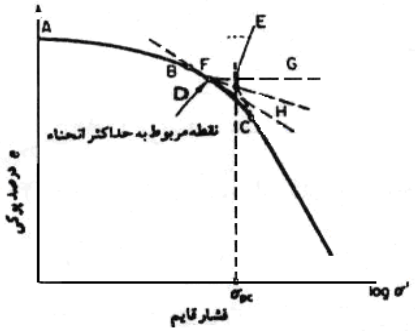
واژه های کلیدی: ظرفیت باربری خاک، آزمایش نشست صفحه ای، روش کاساگراند، روش بیشینه انحناء ، تقاطع خط فشردگی بکر

مقدمه

تراکم خاک یکی از مشکلات عمده در کشاورزی مدرن محسوب می شود علاوه بر عوامل طبیعی، استفاده از ماشین های کشاورزی در شرایط رطوبتی نامناسب، کشت و کار و چرای بیش از حد منجر به تراکم خاک می شود [٦]. از عوامل تاثیر گذار بر تراکم پذیری خاک ها،رطوبت و مقدار مواد آلی می باشند. میزان رطوبت به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در تراکم شناخته شده است[۸]. پارامتر ظرفیت بار بری اغلب به عنوان معیار تراکم پذیری خاک ها استفاده می گردد. از آزمایش نشست صفحه‌ای (PST) می‌توان برای تعیین این پارامترها استفاده نمود [۱]. منحنی

فشردگی حاصل از آزمایش PST از طریق رسم لگاریتم (معمولاً مبنای ده) فشار قائم در مقابل نشست عمودی بدست می آید. این منحنی دارای دو ناحیه مربوط به رفتار برگشت‌پذیر (کشسان) در تنش‌های پایین و رفتار برگشت ناپذیر (خط فشردگی بکر، VCL) در تنش‌های بالاتر می‌باشد. نقطه‌ای از منحنی که مشخص کننده تغییر رفتار خاک از برگشت پذیر (کشسان) به ماندگار (منحنی فشردگی بکر) می‌باشد، بنام تنش پیش تراکمی می باشد که معرف ظرفیت بار بری خاک می باشد[۵]. با محدود کردن تنش‌های اعمالی به مقادیر کمتر از تنش پیش تراکمی، می‌توان خطر تغییرات نامطلوب در ساختمان خاک را به حداقل رساند یا به عبارت دیگر ظرفیت باربری نشانگر حداکثر تنشی است که خاک می تواند بدون تغییر شکل پلاستیک در ساختارش، آن را تحمل نماید[۷]. آرویدسون و کلر (۲۰۰٤) پنج روش را برای تعیین تنش پیش‌تراکمی بر اساس منحنی کرنش بر حسب لگاریتم تنش مقایسه نمودند که عبارتند بودند از: ۱- روش کاساگراند ۲- تقاطع خط فشردگی بکر[۱] (VCL) با محور X در نقطه کرنش صفر ۳- تنش خاک در کرنش از قبل تعیین شده (۲/۵ درصد کرنش) ٤- تقاطع خط VCL و خط حاصل از رگرسیون دو نقطه اول منحنی و ۵- تقاطع خط VCL و خط حاصل از رگرسیون سه نقطه اول منحنی [۱].

متداول‌ترین روش برای تعین تنش پیش‌تراکمی روش ترسیمی کاساگراند می‌باشد. اولین بار کاساگراند (۱۹۳٦) روشی برای یافتن حداکثر فشار که در گذشته به خاک اعمال شده پیشنهاد کرد که از روی منحنی نسبت پوکی- لگاریتم تنش، تعیین می‌شود [۲]. با توجه به شکل ۵-۲ چنانچه از نقطه D یعنی نقطه ای که انحناء منخنی حداکثر می‌باشد مماسی بر منحنی رسم شده و نیمساز زاویه بین این مماس و خط افقی مار بر D ترسیم گردد، نقطه بر خورد این نیمساز با امتداد مستقیم الخط خط فشردگی بکر نشان دهنده حداکثر فشار مؤثری است که در گذشته بر این خاک وارد آمده‌است، که آن را فشار پیش‌تحکیمی می‌نامند. به فشارپیش‌تحکیمی در شرایط خاک‌های غیر اشباع تنش پیش فشردگی یا پیش‌تراکمی گفته می‌شود.



شکل۱- یافتن تنش پیش‌تراکمی به روش کاساگراند [۲].

در روش‌های فوق قضاوت شخص در تعیین تنش پیش‌تراکمی تأثیر گذار می‌باشد. داویدوسکی وکولن (۱۹۹٤) روش نموداری کاساگراند را به صورت یک مدل کامپیوتری برای تعیین تنش پیش‌تراکمی ارائه نمودند [٤]. در این مدل تمامی مراحل تعیین نقاط و امتدادهای مهم جهت تعیین تنش پیش‌تراکمی با استفاده از روش‌های ریاضی و مشتق‌گیری صورت می‌گیرد و داده‌های خام ابتدا فیلتر می‌شوند تا هرگونه نایکنواختی در اثر خطای آزمایشی

[۱]- Virgin compression line

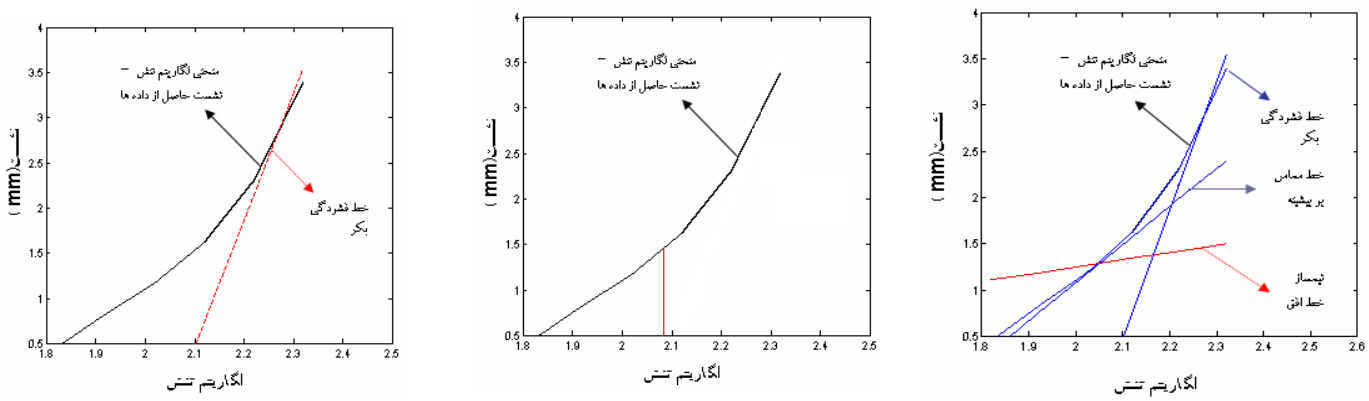
وتخمین تنش پیش‌تراکمی سر شکن شود. گرگوری و همکاران (۲۰۰۶) با کمک مدل‌های ریاضی برازش شده بر منحنی تنش – کرنش به تخمین تنش پیش‌تراکمی با روش‌های کاساگراند، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر با محور X پرداختند [۵]. همچنین کاوالیری و همکاران (۲۰۰۸) با ارائه مدل ریاضی برازش شده بر منحنی لگاریتم تنش – کرنش، تنش پیش‌تراکمی را تخمین زدند [۳].

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه های 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 کرت های 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 (۲۵،۰ ۵۰ 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 علوفه‌ای 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 ۱/٤گرم 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. سپس آزمایش نشست صفحه ای (PST) انجام گردید. تنش پیش تراکمی با منحنی چند جمله ای درجه چهارم برازش شده

$$e = a(\log_{10}\sigma')^4 + b(\log_{10}\sigma')^3 + c(\log_{10}\sigma')^2 + f(\log_{10}\sigma')^1 + g$$

بر روی داده های لگاریتم تنش _نشست با استفاده از سه روش کاساگراند، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر (VCL) با محور x در کرنش صفر، با استفاده از برنامه‌نویسی در MATLAB تعیین گردیدند.در شکل۲ نمونه‌ای از روش تعیین تنش پیش‌تراکمی در آزمایش PST در هر سه روش کاساگراند، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر با محور x نشان داده شده است.

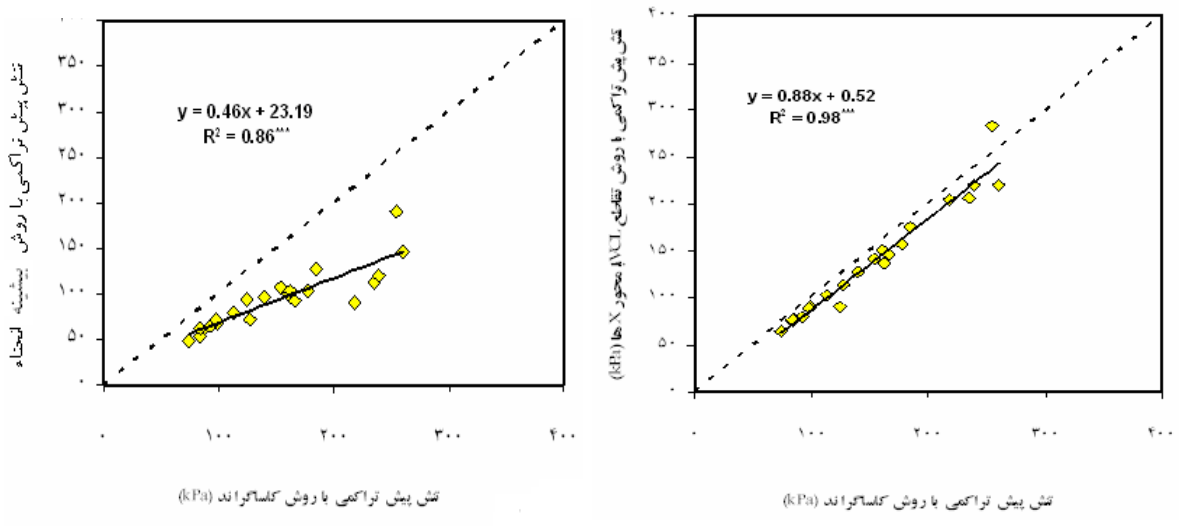


(ب) (الف) (ج)

شکل۲- نمایش تعیین تنش پیش‌تراکمی در منحنی لگاریتم تنش – نشست آزمایش PST توسط نرم‌افزار Matlab الف) روش کاساگراند، ب) ماکزیمم انحناء و ج)تقاطع خط فشردگی بکر با محورx.

نتایج و بحث

مقادیر تنش پیش‌تراکمی بر آورد شده در هر سه روش و در هر دو سطح رطوبتی با افـزایش مـاده آلـی خـاک افزایش یافت. مقادیر تنش پیش‌تراکمی برآورد شده در روش‌های تقاطع خط فشردگی بکر با محور x و انحناء بیشـینه در مقابل روش کاساگراند در شکل ۳ نشان داده شده است. در هر دو روش عرض از مبدا مثبت و یک شیب زیـاد زیـر خط ۱:۱ نشان داده شده است.



(ب) (الف)

شکل ۳- مقادیر تنش پیش‌تراکمی در روش‌های انحناء بیشینه و تقاطع خط فشردگی بکر با محور x در مقابل مقادیر تعیین شده با روش کاساگراند در آزمایش PST.

روش کاساگراند بیشترین مقادیر رابرای برای تنش پیش‌تراکمی در هر دو سطح رطوبتی تخمین زد و روش بیشینه انحناء کمترین مقدار را برای تنش پیش‌تراکمی در هر دو سطح رطوبتی در آزمایش PST تخمین زد. بنابراین استفاده از روش بیشینه انحناء برای ارزیابی ظرفیت باربری خاک (مقدار حداکثر تنشی که خاک می تواند بدون تغییر شکل پلاستیک در ساختارش تحمل نماید) و نگه داشتن فشار اعمالی توسط وسایل گیرایی تراکتورها به مقادیر کمتر از این حد آستانه، احتمال تراکم خاک را به حداقل می‌رساند. به عبارت دیگر این روش برآورد محافظه کارانه‌تری برای ظرفیت باربری ارائه کرده و احتمال تراکم خاک در مزرعه را کمتر می‌نماید. همچنین با توجه به افزایش تنش پیش تراکمی (ظرفیت باربری) با افزایش مواد آلی، صرفنظر از نوع آن ها، می توان گفت افزودن مواد آلی به خاک به عنوان یک وسیله کاهش دهنده تراکم، تحت عنوان پتانسیل مدیریتی برای خاک مطرح می باشد.

منابع

1- Arvidsson, J. and T. Keller. 2004. Soil precompression stress I. A survey of Swedish arable soils. Soil Till. Res. 77: 85-95.
2- Casagrande, A., 1936. The determination of preconsolidation load and its practical significance. International Conference on soil Mechanics and Foundation Engineering. 22-26 June, Cambridge, MA, Vol. 3, pp.60-64.
3- Cavalieri, K. M. V., J. Arvidsson, A. P. Silva and T. Keller. 2008. Determination of precompression stress from uniaxial compression tests. Soil Till. Res. 98: 17–26.
4- Dawidowski, J. B. and A. J. Koolen. 1994. Computeriezed determination of the preconsolidation stress in compaction testing of field core samples. Soil Till. Res. 31: 277-282.
5- Gregory, A.S., Whalley, W.R., Watts, C.W., Bird, N.R.A., Hallett, P.D., and Whitmore, A.P. 2006. Calculation of the compression index and precompression stress from soil compression test data. Soil Till. Res. 89:45-57.
6-Hamza, M. A. and W. K. Anderson. 2005. Soil compaction in cropping systems Areview of the nature, causes and possible solutions. Soil Till. Res. 82:121-145.
7- Mosaddeghi, M.R., A.J. Koolen, A. Hemmat, M.A. Hajabbasi, and P. Lerink.2007. Comparisons of different procedures of pre-compaction stress determination on weakly structured soils. J. Terramechanics 44:53-63.
8-Soan ,B.D.1990."The role of organic matter in soil compatibility": A review of compaction some practical aspects. Soil Til l.Res.16:179- 201.

The effect of three organic manures with different rates on load support capacity and compression index of a silty clay loam soil

ABSTRACT

Moisture content and organic matter are recognized as being important factors influencing soil compactibility. The load support capacity is often used as criteria for soil compactibility determination. Plate sinkage test (PST) can be used for determination of load support capacity. Tests were conducted on the remolded soil samples from a long-term organic matter experimental plots. The study was carried out at Lavark experimental farm in plots receiving 0, 25, 50 and 100 Mg ha^{-1} of manures (compost, sewage sludge, farm yard manure) for 7 years successively with a cropping rotation of wheat (*Triticum aestivum* L.)–corn (*Zea mays* L.) every year. Load support capacity was determined at two moisture contents (17.1 and 20.9%) by PST. A fourth order polynomial was fitted to the data of log stress- sinkage of the PST with programming in Matlab software, and the load support capacity was derived using three methods consisted of i) cassagrand, ii) Maximum curvature and iii) intersection of virgin compression line with x-axis. The Casagrande's method showed highest values of pre-compaction stress whereas maximum curvature showed the lowest value at two water contents for PST .
Therefore the using of Maximum curvature method for calculation load support capacity reduce compaction soil however this method submit stuffy estimation for load support capacity result in decressed compaction soil.

Keywords: Load support capacity, Plate sinkage test, Cassagrand method, Maximum curvature, intersection of virgin compression line with x-axis method.