



# یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



## مقایسه روش‌های مختلف تعیین ظرفیت باربری خاک‌های تیمار شده با کودهای آلی ناهد عقیلی ناطق<sup>۱</sup>\*

۱- استادیار، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی سنقر، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران.

نویسنده مسئول: n.aghili@razi.ac.ir

### چکیده

تراکم خاک یکی از مشکلات عمده در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. علاوه بر عوامل طبیعی، استفاده از ماشین‌های کشاورزی در شرایط رطوبتی نامناسب، کشت و کار و چرای بیش از حد منجر به تراکم خاک می‌شود. عوامل تاثیر گذار بر تراکم پذیری خاک، رطوبت و میزان مواد آلی می‌باشند. میزان رطوبت به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در تراکم شناخته شده است. پارامتر ظرفیت باربری اغلب به عنوان معیار تراکم پذیری خاک‌ها استفاده می‌گردد. از آزمایش نشست صفحه‌ای (PST) می‌توان برای تعیین این پارامترها استفاده نمود. متداول‌ترین روش برای تعیین تنش پیش‌تراکمی بر اساس منحنی کرنش بر حسب لگاریتم تنش روش ترسیم کاساگراند می‌باشد

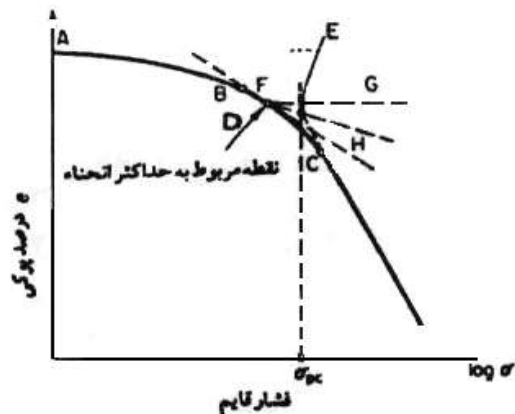
**کلمات کلیدی:** تراکم، رطوبت، مواد آلی

### مقدمه

تراکم خاک یکی از مشکلات عمده در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. علاوه بر عوامل طبیعی، استفاده از ماشین‌های کشاورزی در شرایط رطوبتی نامناسب، کشت و کار و چرای بیش از حد منجر به تراکم خاک می‌شود (Hamza and Anderson, 2005). عوامل تاثیر گذار بر تراکم پذیری خاک، رطوبت و میزان مواد آلی می‌باشند. میزان رطوبت به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در تراکم شناخته شده است (Soan 1990). پارامتر ظرفیت باربری اغلب به عنوان معیار تراکم پذیری خاک‌ها استفاده می‌گردد. از آزمایش نشست صفحه‌ای (PST) می‌توان برای تعیین این پارامترها استفاده نمود (Arvidsson, and Keller, 2004). منحنی فشردگی حاصل از آزمایش PST از طریق رسم لگاریتم (معمولاً مبنای ده) فشار قائم تراکمی در مقابل نشست عمودی بدست می‌آید. این منحنی دارای دو ناحیه مربوط به رفتار برگشت‌پذیر (کشسان) در تنش‌های پایین و رفتار برگشت‌ناپذیر (خط فشردگی بکر، VCL) در تنش‌های بالاتر می‌باشد. نقطه‌ای از منحنی که مشخص‌کننده تغییر رفتار خاک از برگشت‌پذیر (کشسان) به ماندگار (منحنی فشردگی بکر) می‌باشد، بنام تنش پیش‌تراکمی می‌باشد که معرف ظرفیت باربری خاک می‌باشد (Gregory, et al., 2006). با محدود کردن تنش‌های اعمالی به مقادیر کمتر از تنش پیش‌تراکمی، می‌توان خطر تغییرات نامطلوب در ساختمان خاک را به حداقل رساند (Mosaddeghi, et al., 2007). آرویدسون و کلر (۲۰۰۴) 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 (VCL) با محور X در نقطه کرنش صفر ۳- تنش خاک در کرنش از قبل تعیین شده (۲/۵ درصد کرنش) ۴- 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 (Arvidsson, and Keller, 2004)

متداول‌ترین روش برای تعیین تنش پیش‌تراکمی روش ترسیم کاساگراند می‌باشد. اولین بار کاساگراند (۱۹۳۶) روشی برای یافتن حداکثر فشار گذشته پیشنهاد کرد که از روی منحنی نسبت پوکی- لگاریتم تنش، تعیین می‌شود (Casagrande, 1936) با توجه به شکل ۵-۲ چنانچه از نقطه D یعنی نقطه ای که انحنای منحنی 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 آمده است، که آن را فشار پیش‌تحکیمی می‌نامند. به فشار پیش‌تحکیمی در شرایط خاک‌های غیر اشباع تنش پیش فشردگی یا پیش‌تراکمی گفته می‌شود. روش اشمر تمن تا حدودی نزدیک به روش کاساگراند می‌باشد با این تفاوت که تأثیر بهم خوردگی خاک در حین نمونه‌گیری را تصحیح می‌کند.

<sup>۱</sup> - Virgin compression line



شکل ۱- یافتن تنش پیش تراکمی به روش کاساگران [۲۴].

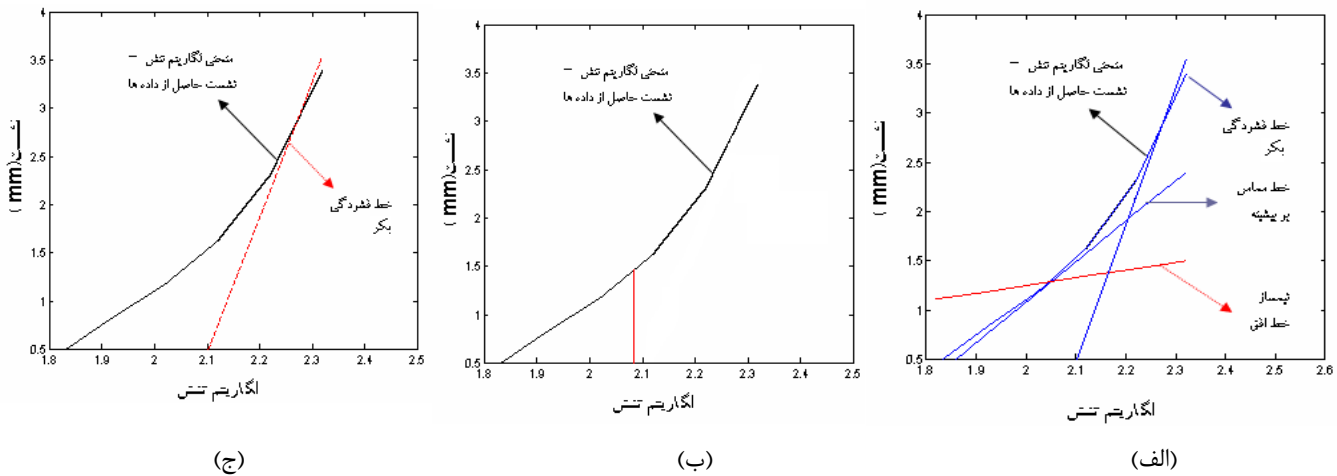
در روش‌های فوق قضاوت شخص در تعیین تنش پیش تراکمی تأثیر گذار می‌باشد. داویدوسکی و کولن (۱۹۹۴) روش نموداری کاساگران را به صورت یک مدل کامپیوتری برای تعیین تنش پیش تراکمی ارائه نمودند (Dawidowski and Koolen, 1994). در این مدل تمامی مراحل تعیین نقاط و امتدادهای مهم جهت تعیین تنش پیش تراکمی با استفاده از روش‌های ریاضی و مشتق‌گیری صورت می‌گیرد و داده‌های خام ابتدا فیلتر می‌شوند تا هرگونه نایکنواپی در اثر خطای آزمایشی و تخمین تنش پیش تراکمی سر شکن شود. گرگوری و همکاران (۲۰۰۶) با کمک مدل‌های ریاضی برازش شده بر منحنی تنش - کرنش به تخمین تنش پیش تراکمی با روش‌های کاساگران، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر با محور X پرداختند (Gregory, 2006). همچنین کوالیری و همکاران (۲۰۰۸) با ارائه مدل ریاضی برازش شده بر منحنی لگاریتم تنش - کرنش، تنش پیش تراکمی را تخمین زدند (Cavalieri et al., 2008).

## 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 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، ۵۰، 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 ۱/۴ 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. سپس آزمایش نشست صفحه ای (PST) انجام گردید. تنش پیش تراکمی با منحنی چند جمله ای درجه چهارم برازش شده

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

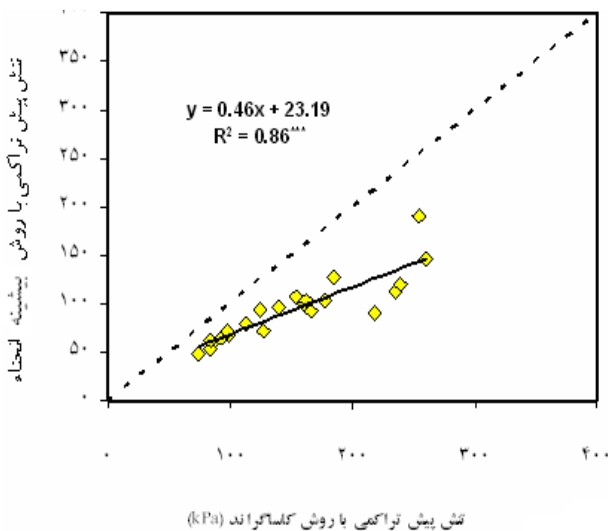
بر روی داده های لگاریتم تنش\_نشست با استفاده از سه روش کاساگران کاساگران، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر (VCL) با محور x در کرنش صفر، با استفاده از برنامه نویسی در MATLAB تعیین گردیدند. در شکل ۲ نمونه ای از روش تعیین تنش پیش تراکمی در آزمایش PST در هر سه روش کاساگران، بیشینه انحناء و تقاطع خط فشردگی بکر با محور x در شکل ۲ نشان داده شده است.



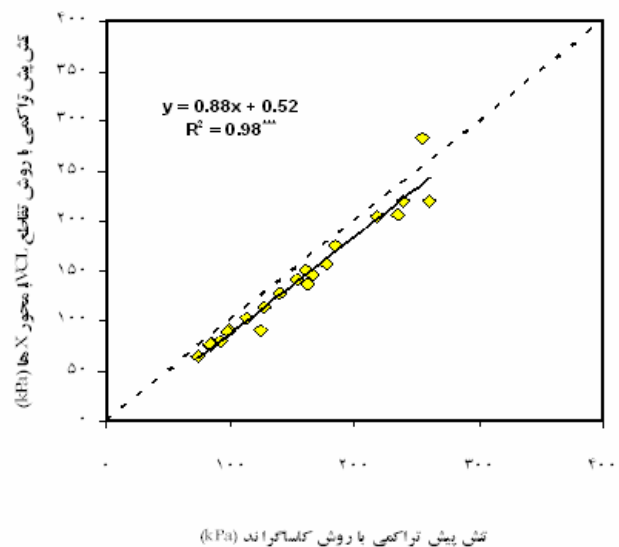
شکل ۲- نمایش تعیین تنش پیش تراکمی در منحنی لگاریتم تنش - نشست آزمایش PST توسط نرم افزار Matlab (الف) روش کاساگرانند، (ب) ماکزیمم انحناء و (ج) تقاطع خط فشردگی بکر با محور X

## نتایج و بحث

مقادیر تنش پیش تراکمی بر آورد شده در هر سه روش با افزایش ماده آلی خاک افزایش یافت. روش های تقاطع خط فشردگی بکر با محور X و انحناء بیشینه در آزمایش نشست صفحه ای در مقابل روش کاساگرانند در شکل ۳ نشان داده شده است. در هر دو روش عرض از مبدا مثبت و یک شیب زیاد زیر خط ۱:۱ نشان داده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۳- مقادیر تنش پیش تراکمی در روش های انحناء بیشینه و تقاطع خط فشردگی بکر با محور X در مقابل مقادیر تعیین شده با روش کاساگرانند در آزمایش PST

روش کاساگرانند بیشترین مقادیر را برای تنش پیش تراکمی در هر دو آزمایش PST در هر دو سطح رطوبتی تخمین زد و روش بیشینه انحناء کمترین مقدار را برای تنش پیش تراکمی در هر دو سطح رطوبتی در آزمایش PST تخمین زد بنابراین استفاده از این روش 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 می رساند. به عبارت دیگر این روش برآورد محافظه



## یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



کارانه‌تری برای ظرفیت باربری ارائه کرده و احتمال تراکم خاک در مزرعه را کمتر می‌نماید. همچنین با توجه به افزایش تنش پیش تراکمی (شاخص ظرفیت باربری) با افزایش مواد آلی، صرفنظر از نوع آن‌ها، می‌توان گفت افزودن مواد آلی به خاک به عنوان یک وسیله کاهش دهنده تراکم، تحت عنوان پتانسیل مدیریتی برای خاک مطرح می‌باشد.

### 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. Computerized 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 A review 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 compaction": A review of compaction some practical aspects. *Soil Till. Res.* 16:179- 201.

### **Comparison of different methods for determining the load capacity of soils treated with organic fertilizers**

Nahid Aghilinategh<sup>1</sup>

1- Department of Agricultural Machinery Engineering, Sonqor Agriculture Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

#### **Abstract**

Soil compaction is one of the major problems in modern agriculture. In addition to natural factors, the use of agricultural machines in unsuitable moisture conditions, cultivation, and excess grazing lead to soil compaction. The factors affect soil compaction, moisture and organic matter content. The moisture content is known as one of the important factors in the density. Loading capacity parameters are often used as soil compaction criterion. You can use PST to test these parameters. The most commonly used method for determining the pre-stress tension based on the strain curve in terms of the logarithm of stress is the cassorant drawing method.

**Keywords:** Density, Moisture, Organic Materials