تصنيع واختبار جهاز مقاومة التربة للاختراق

مظفر كريم عبدالله الجبوري
قسم المكننة الزراعية -- كلية الزراعة -- جامعة بغداد

المستخلص

تم تصنيع جهاز لقياس اختراقية التربة ومن ثم مقارنته مع جهاز الاختراق الجيبي . شمل تصنيع الجهاز على اسطوانة بلغ طولها 45 سم تم تثبيت ميزان معير سعة 50 كغم داخل الاسطوانة ومن الاسفل اتصل مع ذراع اختراق طوله 21 سم ينتهي بدليل مخروط (Cone index) طوله 5 سم ومساحة قاعدته بحدود 1 سم^2 دائرية الشكل ، ويوجد في اعلى الذراع وداخل الاسطوانة مقبضين جانبيين ليسهل عملية الاختراق والقراءة الحقلية .

نفذت تجربة عاملية بثلاث عوامل وبنظام الالواح المنشقة المنشقة (Split-Split-plot) وبثلاث مكررات باستخدام المحراث المطرحي ، وكان المحتوى الرطوبي العامل الرئيس وبمستويين 16 – 18 % و 18 – 20 % ، وعوملت سرع الحراثة كالواح منشقة وبسرعتين 3.5 و 4.5 كم / ساعة . اما الاعماق فكانت الواح منشقة منشقة وبثلاث مستويات 10 و 15 و 20 سم . قيست مقاومة الاختراق بالجهازين . اظهرت النتائج ان زيادة اعماق الحراثة ادت الى زيادة واضحة في مقاومة التربة للاختراق ولكلا الجهازين . كما ادت زيادة المحتوى الرطوبي الى انخفاض معنوي في مقاومة التربة للاختراق ولكلا الجهازين . اما زيادة سرع الحراثة فقد اظهرت زيادة معنوية في مقاومة التربة للاختراق ولكلا الجهازين . بينت النتائج ان معامل التغاير (C.V) كان متقارباً وبلغت قيمه 1.401 و 1.496 لكل من الخراق المصنع والجيبي على التوالي . كذلك وجدت علاقة ارتباط عالية المعنوية بين قراءات الجهازين وكانت قيمة المعامل 0.9963 مما يعني ان هنالك توافقا بين قراءتي الجهازين وبالتالي صحة قراءة الجهاز المصنع . فضلاً عن ان معادلة الانحدار كانت $y = 1.0159x - 0.4893$ ، اذ يمثل x المتغير المستقل وهو قراءة الجهاز المصنع اما y فتمثل قراءة الجهاز الجيبي المصححة ومعامل تحديد 0.9957 .

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 36(3) : 145 – 150, 2005 Al-Joboori

MANUFACTURING AND TESTING OF SOIL PENETROMETER DEVICE

M. K. A. Al-Joboori
Agriculture Mechanization Dept. College of Agric. University of Baghdad.

ABSTRACT

A soil penetrometer was manufactured and tested in comparison with pocket penetrometer Manufacturing of the penetrometer was performed by manufacturing a cylinder with 45 cm length and a capacity of 50 Kg . It was connected from the bottom by a 21 cm penetration probe , ended with a 5 cm of cone index which has a circular base area of 1 cm^2 At the top of probe there was two handles to simplify penetration process

The experiment was carried out as a factorial with split – split – plot design with three replications . Mold board plow was used The main plot was the moisture content at two levels (16-18 % and 18 – 20 %), while the tractor velocity was considered as the sub plot (3.5 and 4.5 Km/hr), and the plowing depth was the sub-sub plot with three depths (10 , 15, and 20 cm).

The result showed that increasing plowing depths gave a significant increase in soil penetration resistance for both devices, also increasing soil moisture content significantly decreased soil penetration resistance for both devices, while increasing tractor velocity tended to increase soil penetration resistance for both devices .

The result showed significant effect for the manufactured penetrometer . Values of the coefficient of variation (C.V) were so close 1.401 and 1.496 for manufactured and pocket device, respectively. There was a significant correlation between the reading of the two devices which means that the readings OF manufactured device were highly precise Also, the regression equation ($y = 1.0159 x - 0.4893$) gave an excellent prediction , X value represent manufactured penetrometer reading and Y is the corrected reading of the pocket device with coefficient of determination $R^2 = 0.9957$.

المقدمة

يعد قياس مقاومة التربة بوساطة جهاز الاختراق Penetrometer احد الطرق البسيطة والمهمة لوصف مقاومة التربة للاختراق . فعندما يدفع المدس في التربة تحدث عمليات عدة او تأثيرات معا تشمل قطع او فصل التربة وفشل القص والانسياب الدن والانضغاط والاحتكاك بين التربة نفسها (1) . ان ايجاد مقاومة التربة للاختراق فهو احد المؤشرات الهامة لتقدير قوى السحب اللازمة لحراثة التربة تحت مختلف الظروف مع معرفة قدرة التربة على تحمل مرور العجلات والمكائن الزراعية ، فضلاً عن اهمية هذا القياس في دراسة بزوغ البادرات خلال سطح التربة .

•تاريخ استلام البحث 2004/9/21 ، تاريخ قبول البحث 2005/5/15

تعتمد مقاومة التربة للاختراق على تدرج حبيبات التربة وكثافتها الظاهرية والمحتوى المائي ومقاومة الاحتكاك بين الحبيبات ومدس الاختراق والضغط المسلط على هذا المدس والتماسك الظاهري والحقيقي (2) . استخدمت في قياس قوة مقاومة الاختراق طريقتين ، الاولى باستخدام الطرق باسقاط اوزان معلومة من ارتفاع ثابت على ذراع اختراق ذو مدس قاعدته معلومة المساحة وبهذا نحصل على مقاومة التربة للاختراق ، اما الطريقة الثانية فتتم بالضغط على ذراع الاختراق بوساطة مقابض يدوية متصلة بمؤشرات تدريج خاص يعطي قراءة سريعة وعملية لمقاومة التربة للاختراق (7) . تعد قراءة مقاومة التربة للاختراق من الطرق البسيطة والسريعة والاقتصادية ، فضلا عن سهولة تحليل البيانات ومن معوقات استخدامها عدم وجود نماذج جاهزة للقراءة حيث انها تعتمد على حالة التربة وطبيعة المشكلة المدروسة (6).

لقد حدث اهتمام كبير من قبل الباحثين في تصنيع وتطوير اجهزة الاختراق فمنذ عام 1846 تم تصنيع مدس اختراق التربة مع احمال سعة 1 كغم لتحديد التصاق التربة الطينية ، بعد ذلك جرى تصنيع انواع مختلفة منها Static Pent مع زيادة في الاحمال الثابتة و Dynamic pent مع اسقاط اوزان مختلفة و Screw pent مع مخروط حلزوني (8) . يتم قراءة الاختراق على اساس وحدة قوة مسلطة على وحدة مساحة او ما يسمى بدليل المخروط (Cone index). تعتمد قراءة جهاز الاختراق على حجم وشكل المخروط ونعومة ومتانة السطح للمخروط ، وقد تم تحديد مواصفات المخروط من قبل الجمعية الامريكية للهندسة الزراعية (5) .

استخدمت مدسات اختراق مختلفة منها ذات رأس مربع للترب الخفيفة والخالية من الاحجار ومدسات دائرية للترب الطينية ، ولكن يعد استخدام مدسات مخروطية ذات قاعدة دائرية من اكثر الانواع شيوعا وسهولة في الاستخدام اذ تكون القاعدة الدائرية للمدس معلومة المساحة لغرض تحديد قوة الاختراق للتربة (9) . تعد كل من سرع الحراثة واعماقها والمحتوى الرطوبي للتربة عند الحراثة من المؤشرات المهمة في تحديد مقاومة التربة للاختراق . لقد وجد العاني (4) ان زيادة المحتوى الرطوبي من 14% الى 19% ثم الى 22% ادى الى انخفاض مقاومة التربة للاختراق من 21.56 الى 16.11 ثم الى 13.89 كغم/سم^2 وعزى سبب ذلك الى ان زيادة المحتوى الرطوبي يؤدي الى زيادة قوة الترابط بين اجزاء التربة مما يزيد من قوة تماسكها . وبين الباحث ايضا ان زيادة السرع العملية عند الحراثة بالمحراث المطرحي القلاب من 3.71 الى 4.98 ثم الى 6.36 كم / ساعة ادت الى زيادة مقاومة التربة للاختراق من 14.56 الى 16.89 ثم الى 20.11 كغم / سم^2 ، وبين ان زيادة السرع تعمل على زيادة تكسير وسحق كتلة التربة مما يزيد من قابليتها رشحها ويزيد كثافتها الظاهرية وبالتالي مقاومتها للاختراق . كما وجد الطائي (3) ان زيادة اعماق الحراثة للمحراث المطرحي سجلت علاقة عالية المعنوية في صفة مقاومة التربة للاختراق فمع زيادة اعماق الحراثة من 15 الى 20 ثم الى 25 سم ازدادت مقاومة التربة للاختراق من 9.09 الى 10.19 ثم الى 12.32 كغم / سم^2 بنسبة زيادة قدرها 12.1% و 35.5 % على التوالي وعزى سبب ذلك الى زيادة قيم الكثافة الظاهرية مع زيادة اعماق الحراثة .

يهدف البحث الى تصنيع جهاز مقاومة اختراق محلي وتجربته حقليا ثم مقارنة النتائج المستحصلة مع بيانات جهاز اختراق جيبي . تم اخذ قراءته في نفس ظروف تجربة الجهاز الجيبي وذلك ليتسنى لنا معرفة مدى دقة النتائج مع ايجاد معادلة انحدار لتصحيح وزيادة دقة قراءة الجهاز المصنع محليا.

المواد وطرائق العمل

تصنيع الجهاز

يتكون جهاز مقاومة التربة للاختراق المصنع كما في الشكل (1) من اسطوانة (A) والتي يبلغ قطرها 9 سم وطولها 45 سم ، يوضع بداخلها ميزان نابضي (B) سعته 50 كغم . تم تعيير هذا الميزان ونسبة الخطأ في قرائته بطريقة Died weight في جهاز التقييس والسيطرة النوعية . تم تثبيت الميزان من الاعلى في القاعدة العلوية للاسطوانة بوساطة رابط حديدية (C) ، يتصل الميزان من اسفله عبر حلقة مع مقبض يدوي ثنائي (D) ومن الاسفل يتصل ايضا الميزان مع ذراع اختراق (E) يبلغ طوله الكلي 21 سم وهذا الذراع ينتهي من الاسفل بدليل المخروط (F) وهو ذو قاعدة دائرية مساحتها 1 سم^2 ويبلغ طول دليل المخروط 5 سم وزاويته 20 . تم عمل شق على جانبي الاسطوانه (G) لكي تسهل حركة المقابض دون أي عائق على ان يصل ذراع الاختراق الى ابعد

نقطة . تم تصنيع دليل المخروط من فولاذ نوع St 37 ، اذ صقل وجهة الدليل ونعم بدرجة عالية وذلك لكي لا يشكل أي قوة احتكاك مع دقائق التربة او أي اعاقة في القراءة بسبب طبيعة سطح الدليل الذي يجب ان يكون ذو صقل عالي (10) . تمتد الاسطوانة من الاسفل على قاعدة (H) فولاذية ممتدة الى جانبي الاسطوانة بحدود 5 سم لكل جهه وذلك لكي يستند عليها الجهاز عند القراءة في الحقل .

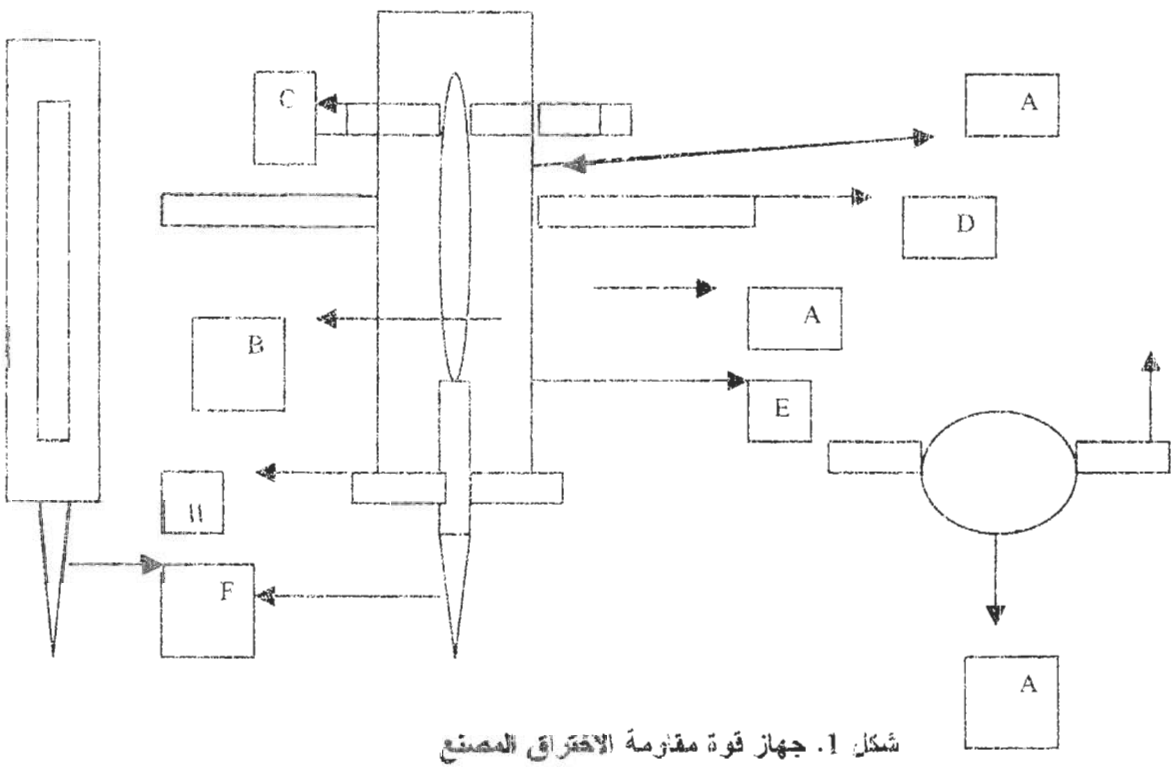
الاختبارات

تم مقارنة بيانات جهاز مقاومة الاختراق المصنع مع بيانات الجهاز الجيبي(Pocket penetrometer) وذلك في حقل ذو نسجة طينية غرينية في محافظة ديالى . حيث اجريت الحراثة بمحراث مطرحي قلاب وبتجربة ذات ثلاث عوامل:-

1 – سرع حراثة امامية بمستويين (3.5 و 4.5 كم / ساعة) .

2-محتويين رطوبيين للتربة (16 – 18 %) و (18 – 20%) .

3 – ثلاث اعماق حراثة (10 و 15 و 20 سم) .



شكل 1. جهاز قوة مقاومة الاختراق المصنع

مقياس الرسم : 1 : 4

علما ان كل من السرع والمحتوى الرطوبي تمثل مستويات ضمن حدود الحراثة المثلى الموصى بها في البحوث .

تم تحليل البيانات لكل جهاز تحت تاثير عوامل التجربة مع ايجاد معامل ارتباط احصائي بين قراءات الجهازين فضلا عن تكوين معادلة انحدار من الدرجة الاولى بين بيانات الجهازين لتمثل هذه المعادلة بمثابة معامل تصحيح للجهاز المصنع وذلك بعد اخذ قراءة الجهاز المصنع وتطبيقها في المعادلة لتحصل على قيمة قراءة لمقاومة التربة للانحدار مماثلة لقراءة الجهاز الجيبي وبهذا تزداد دقة القراءات الحقلية للجهاز المصنع .

النتائج والمناقشة

يتضح من جدول (1) ان زيادة اعماق الحراثة رافقها زيادة معنوية في مقاومة التربة للاختراق للجهازين المصنع والجيبي فقد اعطى زيادة الاعماق من 10 الى 15 ثم الى 20 سم نسبتي زيادة في مقاومة الاختراق مقدارها 9.1 % و 8.5 % على التوالي للجهاز المصنع و 7.8 % و 9.86 للجهاز الجيبي على التوالي . ويعود سبب ذلك الى ان زيادة اعماق الحراثة تعني زيادة في قيم الكثافة الظاهرية مما ينتج عنه زيادة في مقاومة التربة للاختراق بسبب

العلاقة الطردية بين الكثافة الظاهرية للتربة ومقاومتها للاختراق .

كما يتبين من الجدول ايضا ان زيادة المحتوى الرطوبي من 16 الى 20 % ادى الى انخفاض مقاومة التربة للاختراق للجهازين اذ سجل الجهاز المصنع 21.95 و 13.04 كغم / سم ^{2} على التوالي والجهاز الجيبي اعطى 22.11 و 13.29 كغم / سم ^{2} على التوالي . ويعود سبب ذلك الى ان المحتوى الرطوبي يعمل على زيادة قوة التماسك بين دقائق التربة . اما التداخل بين اعماق الحراثة والمحتوى الرطوبي فقد سجل العمق 10 سم عند المحتوى الرطوبي 20% اقل مقاومة اختراق 11.12 و 11.42 كغم / سم ^{2} للجهازين المصنع والجيبي على التوالي . اما اعلى مقاومة اختراق فكانت عند العمق 20 سم ومحتوى رطوبي 16% اذ سجلت 23.37 و 23.44 كغم / سم ^{2} للجهازين المصنع والجيبي على التوالي .

ويظهر من جدول (2) ان زيادة السرع من 3.5 الى 4.5 كم / ساعة ادى الى زيادة مقاومة التربة للاختراق ولكلا الجهازين اذ سجل الجهاز المصنع نسبة زيادة مقدارها 23.7 % اما الجهاز الجيبي فقد اعطى نسبة زيادة 30.21 % . ويعزى سبب ذلك الى ان زيادة سرع الحراثة تعني زيادة تكسر وتفتيت التربة مما سيؤدي الى ارتفاع كثافتها الظاهرية التي تعمل على رفع مقاومة التربة للاختراق في حين لم يظهر أي تأثير معنوي لتداخل سرع الحراثة والمحتوى الرطوبي. كما ظهر تأثير معنوي لتداخل سرع الحراثة واعماق الحراثة وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه العاني (4) . يبين جدول (3) التداخل الثلاثي بين سرع الحراثة واعماقها والمحتوى الرطوبي لكلا الجهازين ، اذ سجل العمق 10 سم مع سرعة حراثة 3.5 كم / ساعة ومحتوى رطوبي 20% ولكلا

جدول 1. تأثير كل من اعماق الحراثة والمحتوى الرطوبي وتداخلهما للجهازين المصنع والجيبي في مقاومة التربة للاختراق (كغم / سم^2)

اعماق الحراثة (سم)	المحتوى الرطوبي				تداخل اعماق الحراثة X المحتوى الرطوبي	
	16 %		20 %			
	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي
10	20.68	21.01	11.12	11.42	15.90	16.21
15	21.81	21.89	13.18	13.28	17.49	17.58
20	23.37	23.44	14.83	15.19	19.10	19.31
المعدل	21.95	22.11	13.04	13.29		

اقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

	اعماق	رطوبة	اعماق x رطوبة
الجهاز المصنع	0.1764	0.132	0.252
الجهاز الجيبي	0.1907	0.134	0.248

جدول 2. تأثير كل من سرع الحراثة والمحتوى الرطوبي للتربة وتداخلهما للجهازين المصنع والجيبي في مقاومة التربة للاختراق (كغم / سم^2)

سرع الحراثة (كم/ساعة)	المحتوى الرطوبي				تداخل سرع الحراثة X المحتوى الرطوبي	
	16 %		20 %			
	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي
3.5	19.58	19.77	10.72	11.16	15.15	15.46
4.5	24.33	24.46	15.37	15.44	19.85	22.15
المعدل	21.95	22.11	13.04	13.30		

اقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

	سرع	رطوبة	سرع x رطوبة
الجهاز المصنع	0.163	0.132	N.S

الجهاز الجيبي	0.159	0.134	N.S

جدول 3. تأثير تداخل سرع الحراثة واعماقها والمحتوى الرطوبي للجهازين المصنع والجيبي في مقاومة التربة للاختراق (كغم / سم^2)

اعماق الحراثة (سم)	سرع الحراثة (كم / ساعة)							
	3.5				4.5			
	المحتوى الرطوبي (%)							
	16		20		16		20	
	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي	جهاز مصنع	جهاز جيبي
10	18.12	18.70	8.56	8.73	23.25	23.22	13.68	14.12
15	19.25	19.46	11.12	11.25	24.37	24.31	15.21	15.32
20	21.73	21.15	12.37	13.51	25.37	25.74	17.18	16.87

اقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

سرع x اعماق x محتوى رطوبي : 0.324

الجهازين اقل مقاومة تربة للاختراق بلغت 8.56 و 8.73 كغم / سم ^{2} للجهازين المصنع والجيبي على التوالي . اما اعلى قيم لمقاومة التربة للاختراق فقد كانت 25.37 و 25.74 كغم / سم ^{2} للجهاز المصنع والجهاز الجيبي على التوالي عند عمق 20 سم ومحتوى رطوبي 16% وسرعة حراثة 4.5 كم / ساعة .

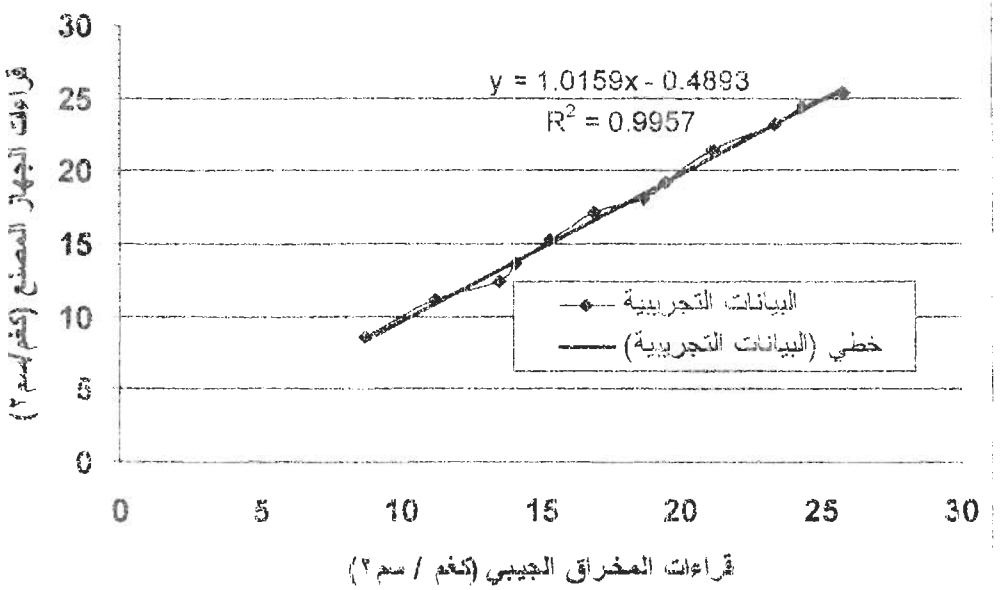
يتبين من جدول (4) ان قيم معامل التحديد (R^2) بلغت 0.9981 و 0.9984 للجهازين الجيبي والمصنع على التوالي ، فضلا عن ان معامل التغاير (C.V) 1.496 و 1.401 للجهازين الجيبي والمصنع على التوالي .

جدول 4. جدول تحليل التباين للجهازين المختبري (Lab) والمصنع محليا (Loc)

Inst.	So.	Df	SS	MS	F_{value}	F_{tab}	R2	C.V	R_{MSE}	Mean
Lab	Model	14	1259.33	89.952	1280.35	0.001	0.9981	1.496	0.265	17.709
Loc	Model	14	1305.497	93.249	1549.87	0.001	0.9984	1.401	0.245	17.503

اكد تحليل الارتباط وجود علاقة ارتباط عالية المعنوية وبمعامل (0.9963) بين الجهازين الجيبي والمصنع مما يدل على دقة القراءات الحقلية للجهاز المصنع ، وامكانية اعتماد هذه القراءة مباشرة ولكن ولغرض جعل الجهاز المختبري يصحح قراءة الجهاز المصنع محليا

ولكي نتجاوز الاخطاء او عدم الدقة في القراءات الحقلية للجهاز المصنع تم عمل تحليل انحدار بين الجهازين، اذ يبين الشكل (2) علاقة الانحدار الخطية الواضحة بين قراءات الجهازين تحت مختلف الظروف وبمعامل تحديد بلغ (0.9957) مما يدل على امكانية تمثيل الجهاز المصنع لاي قراءة من خلال تطبيق معادلة الانحدار Y = 1.0159 x - 0.4893 ، اذ تمثل قيمة x المتغير المستقل أي القراءة الحقلية للجهاز المصنع ، اما قيمة Y فهي قراءة جهاز مقاومة الاختراق المقاسة بالجهاز الجيبي .



شكل (٢) العلاقة بين قراءات الجهازين المصنع والجيبي

المصادر

1 -- عودة ، مهدي ابراهيم . 1990 . اساسيات فيزياء التربة (مترجم) . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة البصرة – كلية الزراعة .

2 -- الشافعي ، اسامة مصطفى . 1984 . ميكانيكا التربة الجزء الاول . كلية الهندسة – جامعة الاسكندرية . دار الراتب الجامعية .

3 -- الطائي ، فلاح جميل عبد السرزاق. 199 . اداء الجرار ماسي فركسن (MF 265) مع المحراث المطرحي القلاب 112 وتأثيره ببعض الصفات الفيزيائية للتربة . رسالة ماجستير ، قسم المكننة الزراعية ، كلية الزراعة -- جامعة بغداد – جمهورية العراق .

4 -- العاني ، فراس سالم خلف . 2000 . اداء الجرار المسرف (DT 75) مع المحراث الرباعي القلاب وتأثيره ببعض الصفات الفيزيائية للتربة . رسالة ماجستير ، قسم المكننة الزراعية ، كلية الزراعة – جامعة بغداد – جمهورية العراق .

5 – ASAE. 1983. Soil cone penetrometer. ASAE standard s 313. Agricultural Engines , Yearbook. P:283.

6 – Sanglerat, G.1972. The Penetrometer and Soil Exploration. Elsevier publication company. Amsterdam.

7 – Schmertmann, J.H. 1975. Measurement of in situ shear strength. Proceeding Conference on in situ Measurement of Soil Properties, North Coralina State University, Raleigh, N.C.

8 – Schmertmann, J.H . 1978. Guide lines for Cone Penetrometer Test Performance and Design. Offices of Research and Development, Washington, DC.

9 – Gabrilides, S.T. and C. A. Alexiadis. 1987. Some measurement with a simple soil penetrometer. ASAE 12(3):262-266.

10– Perumpral, J.V. 1987. Cone penetrometer application ASAE 30(4): 939-944.