مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الزراعية المجلد (21) العدد (9) 1999
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Agricultural Science Series Vol. (21) No (9) 1999

تأثير نظام اللاحراثة وأعماق مختلفة من الحراثة المطرحية على بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة وعلى إنتاجية القمح البعل

الدكتور جهاد إبراهيم*
الدكتور علي ميهوب**

(ورد إلى المجلة في 1999/5/4، قبل للنشر في 1999/8/16)

□ الملخص □

بينت نتائج التجارب حول تأثير نظام اللاحراثة وأعماق مختلفة من الحراثة المطرحية على بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة وعلى انتاجية القمح البعل مايلي:

أدت الحراثة المطرحية إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة بمقدار 0.31 غ/سم3 (25.93٪) وإلى زيادة حجم المسامات > 10 ميكرون بمقدار 16.46 ٪ حجما مقارنة مع نظام اللاحراثة.

إن المحتوى الرطوبي للتربة بعد الحراثة مباشرة عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي (0.00، 0.3، 1 بار) انخفض ضمن الأعماق المحروثة بمقدار (3.54، 4.14، 4.75 ٪ حجما على التوالي) مقارنة مع المحتوى الرطوبي للأرض غير المحروثة.

بعد ثلاثة أشهر ونصف من الحراثة ارتفعت الكثافة الظاهرية من جديد بمقدار 0.3 غ/سم3 (25.43٪) لها حجم المسام > 10 ميكرون انخفض بمقدار 16.79 ٪ حجما. ويعني ذلك أن فعل الحراثة في تحسين الوسط الفيزيائي للتربة قد زال تماما بعد 3.5 شهر من الحراثة.

لم يكن هناك فروقات معنوية واضحة في كثافة التربة وحجم المسامات > 10 ميكرون وفي المحتوى الرطوبي للتربة عند قيم مختلفة من الشد الرطوبي خلال الفترة الواقعة بعد 3.5 شهر من الحراثة وحتى مرحلة بعد الجني.

أظهرت طبقات التربة الواقعة أسفل عمق الحراثة زيادة في الكثافة ونقصان في حجم المسامات > 10 ميكرون، بينما حافظ نظام اللاحراثة على حالة أكثر ثباتا واستقرارا للتربة، حيث اتجهت الكثافة الظاهرية نحو الانخفاض وازداد حجم المسامات الهوائية > 10 ميكرون خلال مراحل مختلفة لنمو نبات القمح وتطوره.

لا توجد فروق معنوية في إنتاجية القمح من الحبوب للمعاملات (بدون حراثة، حراثة بعمق 10 سم وحراثة بعمق 20 سم)، بينما انخفضت هذه الإنتاجية عند الحراثة بعمق 30 سم مقارنة مع المعاملات السابقة.

* أستاذ مساعد - قسم التربة واستصلاح الأراضي - كلية الزراعة - جامعة تشرين – اللاذقية - سورية.
** أستاذ مساعد - قسم الهندسة الريفية - كلية الزراعة - جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية ـ سلسلة العلوم الزراعية المجلد (21) العدد (9) 1999
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research - Agricultural Science Series Vol. (21) No (9) 1999

Effect of No-Tillage System, Different Depth of Moldboard Ploughing on Some Physical and Watering Properties of Soil, and on Yield of Non-Irrigated Wheat.

Dr. Jihad IBRAHIM*
Dr. Ali MAIHOUB**

(Received 4/5/1999, Accepted 16/8/1999)

□ ABSTRACT □

The experiments carried out on silty clay soil under the conditions in coastal area illustrated the following results:

Moldboard ploughing decreased the bulk density by 0.31 g/cm³ (25.93%) and increased the pore volume of > 10 μm by 16.46% v. in comparison with no-tillage.

Immediately after tillage, soil water-content at various levels of penetration resistance (0.06, 0.3, 1 bar) had been decreased in tilled depths by 3.54, 4.14, 4.75 % v. respectively, in comparison with water content of no-tillage.

After three and a half months of tillage the bulk density had been decreased by 0.3 g/ cm³ (25.43%), while pore volume of >10 μm increased by 16.79 % v.. This means that the effect of tillage in changing the physical properties of soil had ended.

After the period of three and a half months of tillage , until harvesting, there were no significant differences in changing the bulk density, pore volume of > 10 μm and soil water-content.

Subsoil under depths of tillage showed an increase in bulk density and a decrease in pore volume of > 10 μm, while No-tillage maintained a soil stability during different stages of wheat plant growing and developing.

There were not any significant difference in grain yield of wheat during the following treatments: no-tillage, 10 and 20 cm depths of tillage. On the other hand, when the depth of tillage was 30 cm, the grain yield decreased in comparison with the above mentioned treatments.

*Associate Professor - Department of - Soil & Land Reclamation Faculty of Agriculture- Tishreen University – Lattakia - Syria.

**Associate Professor - Department of Rural Engineering - Faculty of Agriculture- Tishreen University- Lattakia - Syria.

1- المقدمة :

تعتبر التربة الوسط الذي ينمو فيه النبات ويتطور عبر مراحل نموه المختلفة، فمنها يحصل النبات على الماء والعناصر الغذائية اللازمة لاستكمال دورة حياته.

تتوقف مقدرة التربة على مد النبات باحتياجاته الغذائية والمائية والهوائية على حالة مكونات التربة (الصلبة، السائلة، الغازية والحيوية). وهنا تحتل الخصائص الفيزيائية للتربة مكانة هامة، حيث تقوم بتنظيم عمليات النقل والتخزين داخل التربة ويتعلق ذلك بحالتها البنائية. يمكن تغيير بناء التربة بإجراء عمليات الحراثة بهدف خلق توازن ملائم بين مكونات التربة المختلفة بالاتجاه الأمثل لإنبات ونمو وتطور النباتات المزروعة وذلك عن طريق تغيير نظام تجاور حبيبات التربة بهدف تحسين تهويتها وتنشيط تفاعلات الأكسدة والاختزال وتسهيل انتشار جذور النباتات وزيادة نفونية الماء ضمن التربة وتحسين حرارتها. كما تعمل الحراثة على طمر الأسمدة وبقايا المحصول السابق وعلى القضاء على بعض الأعشاب وبعض المسببات المرضية.

يؤدي استخدام وسائط المكننة الزراعية بشكل مكثف أثناء تنفيذ العمليات الزراعية إلى تدهور في بناء التربة، فقد وجد (Kunze, 1984) أن المساحة التي يشغلها مرور عجلات الآلات الزراعية خلال مجمل العمليات الإنتاجية لحقل مزروعة بالقمح أكبر بـ 2.5 مرة من مساحة هذا الحقل وأكبر بـ 4.5 مرة لحقل مزروع بالشوندر السكري. وإن تخريب بناء التربة بفعل انضغاط وتراص حبيباتها يؤدي إلى عدم تجانس الوسط الفيزيائي اللازم لنمو وتطور النبات. كما وجد (Kundler, 1984) أن انضغاط التربة بفعل وسائط المكننة الزراعية لايقتصر على الطبقات السطحية من التربة وإنما يمتد ليصل لعمق 60-80 سم ويتعلق ذلك بنوع التربة ورطوبتها والضغط المطبق عليها وعدد المرورات وزيادة تأثير عزم العجلات المحركة.وأثبت (Werner, 1983) وكذلك (Hofmann & Ermich , 1993) أن الحراثة المتكررة وزيادة عمق الحراثة يجعل التربة أكثر حساسية للانضغاط عند تعرضها لضغط معين. ومن جهة أخرى فإن زيادة عمق الحراثة وتكرار الحراثات يؤدي إلى زيادة تكلفة وحدة الإنتاج حيث أن الوقود المستهلك يزداد بشكل خطي مع زيادة عمق الحراثة (Miegel, 1984) (Otto &.وكما وجد (Voegler, 1984) أن استهلاك الوقود عند اتباع الحراثة التقليدية (18-15سم) يزيد بمقدار 19-26 ل/هـ مقارنة مع استهلاك الوقود عند اتباع الحراثة المخفضة(5-8سم). أما (Borin et al, 1997) أثبتوا بتجاربهم انخفاض الاحتياج

الكلي من الوقود خلال جميع مراحل الإنتاج بمقدار 10% عند اتباع الحراثة السطحية وبمقدار 32% عند اتباع نظام اللاحراثة (حراثة الصفر) مقارنة مع اتباع الحراثة التقليدية. ويشير (Henry, 1985) أن زراعة الذرة الصفراء باتباع نظام اللاحراثة في أمريكا يوفر سنويا 221 مليون جالون أمريكي وقود (ما يعادل 837 مليون ليتر) مقارنة باتباع طرق الحراثة التقليدية وتظهر نتائج أبحاث أخرى أن هنالك علاقة بين عمق الحراثة وإنتاجية المحصول وكما أثبت (Arshad et al, 1999) أن إنتاجية الشعير عند اتباع نظام اللاحراثة كانت أكبر منها عند اتباع الحراثة التقليدية كما بين Varsa (et al, 1997) أن إنتاجية الذرة الصفراء عند اتباع نظام اللاحراثة كانت أعلى منها عند اتباع الحراثة السطحية. ومن منطلق تخفيض تكاليف وحدة الإنتاج أجريت دراسة حول تأثير عمق الحراثة على الخصائص الفيزيائية للتربة وتغيراتها خلال مراحل مختلفة لنمو وتطور نبات القمح حتى مرحلة بعد الحصاد وذلك لمعرفة مدى ضرورة إجراء الحراثة وتحديد عمق الحراثة المطلوب اعتمادا على دراسة الخصائص الفيزيائية للتربة وتغيرات الحالة البنائية لها مقارنة بإنتاجية نبات القمح في ظل ظروف المنطقة الساحلية السائدة.

وبذلك يهدف البحث إلى تحديد عمق الحراثة المناسب ومدى إمكانية التقليل من عمق الحراثة مع المحافظة على حالة فيزيائية جيدة لنمو وتطور النبات واختصار عمليات الحراثة التقليدية كأحد أهم العوامل التي تزيد من كلفة العملية الإنتاجية.

2- طريقة البحث والمواد المستخدمة :

أجريت التجربة في محطة الأبحاث العلمية الزراعية في بوقا بمحافظة اللاذقية على تربة طينية - سلتية لا تحوي على طبقة كتيمة حتى عمق 50سم.

كانت الأرض في العام السابق لإجراء التجربة مزروعة بمحصول بقولي (فول)، حيث أعدت الأرض لزراعته باستخدام محراث مطرحي (حراثة تقليدية). يتراوح معدل الهطول السنوي 850 ملم.

أخذت عينات تربة من مواقع مختلفة لأرض التجربة بعمق 0-30سم لتحديد أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة. ويتضمن الجدول (1) أهم النتائج.

صممت التجربة بواقع أربع معاملات (بدون حراثة، حراثة بعمق 10 سم، حراثة بعمق 20سم، حراثة بعمق 30 سم) وأعطيت الأرقام 1، 2، 3، 4 على التوالي.

نفذت كل معاملة بواقع أربع مكررات وتم اختيار مساحة 24 م2 لكل مكرر واستخدمت وحدة حراثة مطرحية وهي الأكثر شيوعا في المنطقة الساحلية.

تتألف وحدة الحراثة من جرار الفرات 470 تجميع محلي ومحراث

مطرحي ثلاثي الأبدان بعرض عمل 35 سم للبدن الواحد ونوع المطرحة نصف قائمة (زراعية).

المحراث المستخدم من النوع المحمول ولا يحوي على عجلة ضبط عمق الحراثة، فتمت معايرته على عمق الحراثة المطلوب كما يلي:

اختيرت أرض صلبة مستوية وتم تجهيز قطع خشبية بطول 50 سم وبعرض 50 سم وبارتفاع يساوي عمق الحراثة (أربعة قطع لكل عمق). بعد شبك المحراث على الجرار توضع القطع الخشبية الخاصة بعمق الحراثة المطلوب تحت عجلات الجرار ثم يخفض المحراث تدريجيا بوساطة عتلة الجهاز الهيدروليكي حتى تلامس جميع أسلحته الأرض بآن واحد.

تستعمل الآليات الخاصة لضبط أفقية المحراث بالاتجاهين الطولي والعرضي، عند ذلك يتم تعليم الوضع الذي أخذته العتلة ويثبت مكان التعليم بوساطة البذال الخاص على قوس منحنى مسار العتلة. بعد ذلك أجريت مرورات اختبارية على أرض مجاورة لأرض التجربة وقيس عمق الحراثة عدة مرات وقورن متوسط عمق الحراثة مع العمق المطلوب.

في حال كان العمق أكبر أو أقل نحرك العتلة للأعلى أو للأسفل قليلا حتى يتعمق المحراث على العمق المطلوب ثم يثبت مكان العتلة بوساطة البذال الخاص. تكرر المعايرة لكل عمق حراثة مختار.

نفذت الحراثة في 1997/11/1 بعد معايرة المحراث على الأعماق المطلوبة والتأكد من العمق المطلوب أثناء الحراثة بإجراء القياسات المطلوبة وكانت رطوبة التربة أثناء الحراثة تعادل 23.8 % وزنا. وزعت الأسمدة البوتاسية (60 كغ/هـ K2O) والفوسفورية (60 كغ/هـ P2O5) والدفعة الأولى من الآزوت على شكل يوريا 46% (27 كغ/هـ N) بعد الحراثة بأسبوعين. أما الدفعة الثانية من السماد الآزوتي فأضيفت عند الإشطاء بمعدل 27 كغ/هـ (N) نترات الأمونيوم، وأضيفت الدفعة الثالثة من الآزوت كنترات الأمونيوم عند بداية طرد السنابل بمعدل 27 كغ/هـ (N). أما البذار فوزع بشكل متجانس بمعدل 220 كغ /هـ صنف شام3 ثم استخدم المحراث الحفار (كلتيفاتور) بعد معايرته على عمق 4 سم لطمر الأسمدة و البذار في التربة.

الجدول -1: يوضح أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة.

التحليل	النتيجة
نسبة الطين	%45.69
نسبة السلت	%45.79
نسبة الرمل	%8.52
كربونات الكالسيوم الكلية	%44
كربونات الكالسيوم الفعالة	%22.5
المادة العضوية	%1.72
PH	7.5
السعة الحقلية	%28.80 حددت بواسطة جهاز الضغط الغشائي
نقطة الذبول	%17.5 حددت بواسطة جهاز الضغط الغشائي
الفوسفور القابل للامتصاص	ppm 3.8
السعة التبادلية الكاتيونية	26.7 م.م/100غ تربة بطريقة خلات الأمونيوم
الكثافة الحقيقية	2.6 غ/سم3 بطريقة البيكنومتر

بعد الحراثة مباشرة أخذت عينات تربة من المغامئلات الأربع بوساطة اسطوانات معدنية سعة 100 سم3 بواقع ثلاث اسطوانات لكل عمق من الأعماق التالية : 5-10 سم، 10-20 سم ومن 20-30 سم بهدف دراسة الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة وتكرر أخذ عينات من ذات المعاملات والأعماق السابقة بعد ثلاثة أشهر ونصف، سبعة أشهر وبعد سنة، حيث تم تحديد الكثافة الظاهرية للتربة والحجم الكلي للمسامات وحجم المسامات بقطر $\leq$ 10 ميكرون ومحتوى التربة الرطوبي عند قيم مختلفة من الشد الرطوبي (0.06 بار، 0.3 بار، 1 بار) باستخدام جهاز الضغط الغشائي كما يلي:

أشبعت العينات بالماء ووضعت بجهاز الضغط الغشائي حيث طبق عليها الضغط المحدد لإخراج الماء من المسامات بقطر محدد.

حسب الضغط من العلاقة:

$$P_m = \frac{4\sigma_m}{d} \quad (1)$$

حيث أن:

P_m: الضغط المطلوب لإخراج الماء من المسام بقطر معين

σ_m : التوتر السطحي للماء في حالة تماسه مع الهواء.

d : قطر المسام الذي يراد إخراج الماء منه.

أما المحتوى الرطوبي للعينات فحسب كنسبة مئوية حجما من العلاقة:

$$W_{vol}\% = \frac{M_m - M_s}{V}.100 \quad .... \quad (2)$$

حيث أن:

W_{vol} % : رطوبة التربة % حجما عند الضغط المطبق

M_m : وزن عينة التربة بعد تعرضها للضغط المطبق

M_s : وزن عينة التربة بعد التجفيف على حرارة 105 م° حتى ثبات الوزن.

V : حجم عينة التربة

وحسب حجم المسام الكلي من العلاقة :

$$P_v\% = \left(1 - \frac{\rho_d}{\rho_s}\right).100 \quad .... \quad (3)$$

حيث أن:

P_v%: حجم المسام الكلي

ρ_d: الكثافة الظاهرية للتربة غ/سم^3.

ρ_s: الكثافة الحقيقية للتربة غ/سم^3.

وحسب حجم المسام ≤ 10 ميكرون من العلاقة:

$$P_v \geq 10\mu m = P_v\% - W_{vol}\% \quad .... \quad (4)$$

عند P_m= 0.3 بار

كما تم حساب إنتاج النبات من الحبوب عند المعاملات المدروسة.

3- النتائج والمناقشة:

3-1- تأثير عمق الحراثة على الكثافة الظاهرية للتربة:

تعتبر الكثافة الظاهرية للتربة صفة فيزيائية أساسية تبين حالة بناء التربة وتعطي فكرة عن الحجم الكلي للمسامات، وبالتالي فهي صفة فيزيائية مركبة وتأخذ قيما تتراوح بين 0.90-1.96 غ/سم3 وذلك حسب نوع التربة ودرجة تراص حبيباتها (Hartge & Horn, 1991).

يتضمن الجدول (2) أهم نتائج قياسات الكثافة الظاهرية للتربة على أعماق مختلفة وخلال فترات زمنية مختلفة.

الجدول-2: كثافة التربة بالعلاقة مع عمق الحراثة وحسب فترات زمنية مختلفة.

رقم المعاملة	عمق الحراثة سم	عمق أخذ العينة سم	الكثافة ρ_d غ/سم3				Lsd 5%
			بعد الحراثة مباشرة	بعد 3.5 شهر	بعد 7 اشهر من الحراثة	بعد سنة من الحراثة	
1	بدون حراثة	10-5	1.09	0.99	1.03	1.07	
2	10	10-5	0.86	1.11	1.13	1.16	
3	20	10-5	0.84	1.04	1.19	1.15	0.065
4	30	10-5	0.84	0.98	1.13	1.09	
1	بدون حراثة	20-10	1.14	1.16	1.12	1.13	
2	10	20-10	1.15	1.23	1.26	1.26	0.088
3	20	20-10	0.86	1.27	1.27	1.24	
4	30	20-10	0.88	1.19	1.17	1.20	
1	بدون حراثة	30-20	1.31	1.30	1.28	1.25	
2	10	30-20	1.32	1.32	1.37	1.29	0.075
3	20	30-20	1.31	1.35	1.38	1.31	
4	30	30-20	0.89	1.24	1.25	1.30	
Lsd 5%		30-20	0.063	0.076	0.096	0.082	

يستنتج من الجدول -2- مايلي:

- بعد الحراثة مباشرة انخفضت كثافة التربة في العمق 5-10 سم بشكل معنوي في المعاملات (2،3،4) بمقدار (0.2، 0.25، 0.35 غ/سم3) على التوالي مقارنة بالمعاملة (1) وتراوح الانخفاض بالمتوسط 0.24 غ/سم3. أما في العمق 10-20 سم انخفضت الكثافة بشكل معنوي في المعاملة (3 و 4) بمقدار (0.28، 0.26 غ/سم3) على التوالي مقارنة بالمعاملة (1) وتراوح الانخفاض بالمتوسط 0.27 غ/سم3. بينما في العمق 20-30 سم انخفضت الكثافة بشكل معنوي فقط في المعاملة (4) بمقدار 0.42 غ/سم3 مقارنة بالمعاملة (1). أي أن الحراثة عملت على خفض الكثافة الظاهرية للتربة في العمق 5-10 سم بمقدار 22% وفي العمق 10-20 سم بمقدار 23.7% وفي العمق 20-30 سم بمقدار 32.1 % مقارنة مع المعاملة (1) وكمتوسط للأعماق الثلاثة أدت الحراثة

إلـى انخفـاض الكثافـة بمقـدار 0.31 غ/سم3 أي ما يعادل 25.93%.

- بعد ثلاثة أشهر ونصف من الحراثة عادت قيمة الكثافة لترتفع بشكل معنوي في العمق 5-10 سم لطبقات التربة المحروثة في المعاملات (2،3،4) بمقدار (0.25، 0.20، 0.14 غ/سم3) على التوالي مقارنة بالكثافة بعد الحراثة مباشرة، وكان الارتفاع بالمتوسط حوالي 0.20 غ/سم3. وكما زادت الكثافة في العمق 10-20 سم لطبقات التربة المحروثة في المعاملات (3،4) بشكل معنوي بمقدار (0.41، 0.31 غ/سم3) على التوالي مقارنة بالكثافة بعد الحراثة مباشرة.

وكان ارتفاع الكثافة بالمتوسط 0.36 غ/سم3، بينما زادت الكثافة في العمق 20-30 سم للمعاملة (4) بمقدار 0.35 غ/سم3 وبشكل معنوي مقارنة بالكثافة بعد الحراثة مباشرة. ويعني ذلك أن الكثافة ارتفعت بعد 3.5 شهر من الحراثة في الأعماق (5-10، 10-20، 20-30 سم) في طبقات التربة المحروثة بمقدار 18%، 31.6%، 26.7%) على التوالي مقارنة بالمعاملة (1) بعد الحراثة مباشرة وكمتوسط للأعماق الثلاث ارتفعت الكثافة بمقدار 0.30 غ/سم3 (25.4%)، أي أن تأثير فعل الحراثة في تعديل الكثافة الظاهرية للتربة زال تماما خلال ثلاثة أشهر ونصف من تاريخ تنفيذ الحراثة.

- بعد سبعة أشهر من الحراثة زادت الكثافة بشكل معنوي في العمق 5-10 سم لطبقات التربة المحروثة في المعاملات (2، 3، 4) بمقدار (0.7، 0.35، 0.29 غ/سم3) على التوالي وبالمتوسط بلغت الزيادة 0.31 غ/سم3 (ما يعادل 28.4%) مقارنة بالكثافة بعد الحراثة مباشرة. أما في العمق (10-20 سم) فزادت الكثافة بشكل معنوي أيضا في المعاملات (3،4) بمقدار (0.41، 0.29 غ/سم3) على التوالي، وبالمتوسط بلغت قيمة الزيادة 0.35 غ/سم3 (30.7%) مقارنة بالمعاملة (1) بعد الحراثة مباشرة. بينما زادت الكثافة في العمق (20-30 سم) للمعاملة (4) بمقدار 0.36 غ/سم3 (27.5%) مقارنة بالمعاملة (1) بعد الحراثة مباشرة. وبالمتوسط زادت الكثافة بعد سبعة اشهر بمقدار 28.86%، أي بزيادة مقدارها 3.47% عن قيمة الكثافة بعد ثلاثة أشهر ونصف من الحراثة. أما تغيرات الكثافة بعد سنة من الحراثة فكانت بشكل عام قليلة وغير معنوية مقارنة مع الكثافة بعد سبعة أشهر من الحراثة. ويلاحظ من الجدول -2- أن الكثافة في طبقات التربة المحروثة تميل إلى التجانس مع كثافة التربة غير

المحروثة ضمن العمق الواحد. إن زيادة الكثافة في طبقات التربة المحروثة مع مرور الزمن يعود إلى عوامل عدة منها : ميل التربة لأخذ حالة التوضع الطبيعي تحت تأثير قوة ثقل حبيبات التربة المتجهة نحو الأسفل، وكما تساعد الأمطار في زيادة سرعة الوصول إلى حالة التوضع الطبيعي بفعل هجرة الحبيبات الناعمة من طبقات التربة العلوية، حيث يتم نقل وتراكم الحبيبات الناعمة في طبقات التربة التحتية علماً أن نواتج الهجرة المعاملة 2 تتراكم في الأعماق 10-20 و 20-30 سم، بينما تتراكم نواتج هجرة المعاملة 3 في العمق 20-30 سم. أما نواتج هجرة المعاملة 4 فيتراكم في العمق أكبر من 30 سم وهذا ما يوضحه الجدول -2- حيث وجدت أعلى الكثافات بعد 3.5 شهر من الحراثة في منطقة أسفل الحراثة خاصة في العمق 20-30 سم تحت المعاملات 2،3 وبشكل مختصر يمكن القول إن حراثة التربة لعمق معين تؤدي بعد فترة زمنية إلى زيادة في كثافة التربة في منطقة أسفل عمق الحراثة بسبب تراكم نواتج الهجرة ضمن مسامات الطبقة التحتية للتربة. كما يعمل سلاح المحراث على ضغط طبقات التربة التحتية وخاصة في الترب ذات المحتوى الرطوبي المرتفع. تتطبق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Taboada et al, 1998) حيث أثبتوا أن الكثافة الظاهرية لتربة طينية سلتية زادت بمقدار 0.17 غ/سم3 في منطقة أسفل الحراثة مقارنة مع الترب غير المحروثة (نظام اللاحراثة).

2-3- تأثير عمق الحراثة على حجم المسامات بقطر اكبر من 10 ميكرون :

تحدد المسامات بقطر أكبر من 10 ميكرون حالة التوازن بين الطورين السائل والغازي للتربة. ويعتبر أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة وتبين حالتها البنائية ومقدرتها على تنظيم عمليات النقل والتخزين داخل التربة، لذا تم تحديد حجم المسامات الهوائية وتغيراتها عند أعماق مختلفة من الحراثة، جدول -3.

الجدول -3 : يوضح حجم المسامات أكبر من 10 ميكرون

وتغيراتها بالعلاقة مع عمق الحراثة خلال فترات زمنية مختلفة.

رقم المعاملة	عمق الحراثة سم	عمق أخذ العينة سم	حجم المسامات أكبر من 10 ميكرون (P_v >10 µm)				Lsd. 5%
			بعد الحراثة مباشرة	بعد 3.5 شهر	بعد 7 اشهر من الحراثة	بعد سنة من الحراثة	
1	بدون حراثة	10-5	27.56	34.83	31.13	28.85	3.685
2	10	10-5	38.53	26.85	24.60	23.05	
3	20	10-5	39.44	29.86	21.76	26.13	
4	30	10-5	39.49	35.07	25.23	24.87	
1	بدون حراثة	20-10	24.90	23.87	25.34	25.25	5.824
2	10	20-10	22.40	19.63	16.94	16.1	
3	20	20-10	39.37	15.03	18.88	19.25	
4	30	20-10	37.55	20.97	22.29	19.42	
1	بدون حراثة	30-20	14.47	15.17	16.32	16.49	5.299
2	10	30-20	13.70	14.19	11.71	15.30	
3	20	30-20	12.19	9.90	11.24	12.81	
4	30	30-20	38.65	17.22	17.12	14.72	
Lsd 5%		-	4.130	5.657	5.648	4.693	-

يستنتج من الجدول (3) ما يلي:

- بعد الحراثة مباشرة زاد حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 ميكرون بشكل معنوي في المعاملات (2، 3، 4) بمقدار (10.97، 11.38، 11.93 %) على التوالي مقارنة مع المعاملة (1). وبلغت الزيادة بالمتوسط 11.59 %. وفي العمق 10-20 سم زاد حجم المسام في المعاملة 3، 4 على التوالي 14.47%، 12.65% وكمتوسط 13.56% مقارنة مع المعاملة (1). أما في العمق 20-30 سم زاد حجم هذه المسامات بمقدار 24.18% مقارنة بالمعاملة (1). وكمتوسط للأعماق الثلاث كانت الزيادة 16.44%.
- بعد 3.5 شهر من الحراثة انخفض حجم المسامات أكبر من 10 ميكرون في العمق 5-10 سم بشكل معنوي في المعاملات 2، 3، 4 بمقدار 11.68، 9.58، 5.52% حجما على التوالي وبالمتوسط 8.5% حجما مقارنة بحجمها بعد الحراثة مباشرة.

أما في العمق 10-20 سم انخفض الحجم في المعاملات 3، 4 بمقدار 24.34، 16.58 % حجماً وكمتوسط 20.46 % حجماً بينما كان الانخفاض في العمق 20-30 سم للمعاملة 4 بمقدار 21.43% حجماً، حيث بلغ متوسط الانخفاض في الأعماق الثلاث لطبقات التربة المحروثة 16.79% حجماً. أي أن الزيادة في حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 ميكرون بعد الحراثة مباشرة بلغ 16.44 % وبعد 3.5 شهر من الحراثة عاد وانخفض حجم هذه المسامات بمقدار 16.79% بحيث أن الزيادة زالت تماماً.

- بعد سبعة أشهر من الحراثة استمر الانخفاض في حجم المسامات > 10 ميكرون في العمق 5-10 سم للمعاملات (2،3) بمقدار 8.1، 9.84% حجماً مقارنة بذات المعاملات بعد 3.5 شهر من الحراثة. في العمق 10-20 سم والعمق 20-30 سم لم يُلحظ تغيرات معنوية في حجم هذه المسامات مقارنة بالمعاملات بعد 3.5 شهر من الحراثة.
- بعد سنة من الحراثة لم يُلحظ وجود فروقات معنوية في حجم هذه المسامات مقارنة بحجمها بعد سبعة أشهر من الحراثة مع الإشارة هنا إلى أن حجم هذه المسامات كان عند المعاملة (1) أكبر منه عند جميع المعاملات المدروسة وبشكل معنوي عند العمق 5-10 سم والعمق 10-20 سم. كما يلاحظ من الجدول (3) أن حجم المسام أكبر من 10 ميكرون كان أقل ما يمكن في منطقة أسفل الحراثة خاصة في العمق 20-30 سم تحت المعاملات 2،3، وهذا يعود إلى أن طبقات التربة المحروثة ذات البناء المفكك أكثر عرضة للهجرة والانضغاط وتراكم نواتج هجرة الطبقات العلوية في مسامات الطبقات التحتية خاصة في المسامات الهوائية مما أدى إلى انخفاض حجم هذه المسامات. بينما المعاملة (1) كانت أكثر ثباتاً واستقراراً ولم تتأثر بنواتج الهجرة ولا بضغط سلاح المحراث وقد يعود سبب الزيادة في حجم المسامات > 10 ميكرون فيها إلى زيادة تأثير فعل المجموع الجذري في تحسين حالة بناء التربة.

3-3- تأثير عمق الحراثة على المحتوى الرطوبي للتربة عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي :

حدد المحتوى الرطوبي لعينات التربة المأخوذة بواسطة اسطوانات معدنية بواسطة جهاز الضغط الغشائي عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي (0.06، 0.3، 1 بار) فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (4).

الجدول -4 : يوضح المحتوى الرطوبي للتربة عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي .

رقم المعاملة	عمق الحراثة سم	عمق أخذ العينة سم	المحتوى الرطوبي % حجماً عند :		
			0.06 بار	0.3 بار	1 بار
1	بدون حراثة	10-5	34.94	30.80	27.51
2	10	10-5	33.90	28.26	24.80
3	20	10-5	31.80	28.24	24.06
4	30	10-5	33.18	27.55	24.37
1	بدون حراثة	20-10	34.67	31.37	27.52
2	10	20-10	36.37	33.49	30.64
3	20	20-10	32.70	27.68	23.76
4	30	20-10	31.50	28.47	24.91
1	بدون حراثة	30-20	37.21	35.15	32.54
2	10	30-20	37.97	35.40	33.08
3	20	30-20	39.44	36.65	34.88
4	30	30-20	31.20	28.40	24.63
Lsd. 5%			1.950	2.024	2.980

يوضح الجدول (4) أن المحتوى الرطوبي للتربة ينخفض بشكل عام مع زيادة الضغط المطبق لإخراج الماء من مسامات التربة.

يلاحظ عند ضغط 0.06 بار بأن المحتوى الرطوبي للمعاملات (2،3،4) عند العمق 5-10 سم انخفض بمقدار (1.04، 3.14، 1.76 % حجماً) على التوالي مقارنة مع المعاملة (1) وكان متوسط الانخفاض 1.98% حجماً. بينما انخفض المحتوى الرطوبي بشكل معنوي عند العمق 10-20 سم للمعاملات (3، 4) بمقدار (1.57، 3.17 % حجماً) على التوالي مقارنة بالمعاملة (1)، حيث بلغ الانخفاض بالمتوسط 2.57% حجماً (ما يعادل 8%).

أما عند العمق 20-30 سم انخفض في المعاملة (4) بمقدار 6.06 % حجما (ما

يعادل 17%) وبلغ متوسط الانخفاض للأعماق الثلاثة 3.54% حجماً.

أما عند ضغط 0.3 بار يلاحظ أن المحتوى الرطوبي للتربة انخفض بشكل معنوي في المعاملات (2،3،4) عند العمق 5-10 سم بمقدار (2.12، 2.14، 2.83 % حجماً) على التوالي مقارنة بالمعاملة (1) وبلغ الانخفاض بالمتوسط 2.36% حجماً (7.8%). بينما انخفض المحتوى الرطوبي بشكل معنوي عند العمق 10-20 سم للمعاملات (3،4) بمقدار (3.69، 2.9 % حجماً) مقارنة بالمعاملة (1) ويعادل ذلك بالمتوسط 3.3% حجماً (10.5%). أما عند العمق 20-30 سم للمعاملة (4) بلغ الانخفاض في المحتوى الرطوبي وبشكل معنوي بمقدار 6.75 % حجماً (19.2%) مقارنة مع المعاملة (1). وبالمتوسط بلغ الانخفاض للأعماق الثلاثة 4.14% حجماً. ولم يُلحظ اختلافات معنوية ضمن العمق الواحد للطبقات التي لم تحرث.

وعند ضغط 1 بار يلاحظ انخفاض في المحتوى الرطوبي في العمق 5-10 سم للمعاملات (2،3،4) بشكل معنوي وبمقدار (2.71، 3.45، 3.14 % حجماً) على التوالي وبلغ الانخفاض بالمتوسط 3.1% حجماً (11.27%). وانخفض المحتوى الرطوبي في العمق 10-20 سم للمعاملات (3،4) بشكل معنوي بمقدار (3.85، 2.61 % حجماً)على التوالي وبالمتوسط 3.23% حجماً (11.74%). أما في العمق 20-30 سم للمعاملة (4) فانخفض المحتوى الرطوبي بشكل معنوي بمقدار 7.91 % حجماً (24.3%) وبلغ متوسط الانخفاض للأعماق الثلاثة 4.75% حجماً وذلك مقارنة مع المعاملة (1). وهذا ينطبق مع النتائج التي توصل إليها (Sidiras et al, 1984)، حيث وجد أن المحتوى الرطوبي للتربة المحروثة بطريقة الحراثة التقليدية كان أقل بحوالي 4.5% حجماً عند مستوى رطوبي 1 بار مقارنة مع المعاملة بدون حراثة.

يعود سبب انخفاض المحتوى الرطوبي في طبقات التربة المحروثة مقارنة بالتربة غير المحروثة إلى زيادة حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 ميكرون (جدول -3) في الأعماق المحروثة نتيجة تفكيك التربة وتحويل جزء من المسامات المتوسطة والصغيرة إلى مسامات كبيرة مما أدى إلى انخفاض حجم المسامات أقل من 10 ميكرون وبالتالي انخفاض المحتوى الرطوبي لعينات التربة. هذا وتوصل (Arshad et al, 1999) أن المحتوى الرطوبي لتربة طينية لومية حامضية في العمق 0-20 سم عند اتباع نظام اللاحراثة (حراثة الصفر) كان أكبر بمقدار 8% حجماً مقارنة بالحراثة التقليدية لذات العمق.

4-تأثير عمق الحراثة على إنتاجية نبات القمح من الحبوب :

بعد نضج المحصول بشكل كامل تم حصاد عينات عشوائية من جميع المكررات للمعاملات الأربع بواقع 2 م2 من كل مكرر وبشكل يدوي ونقلت إلى المخبر حيث فصلت الحبوب وحسبت الإنتاجية فكانت كما هي موضحة في الجدول رقم (5).

الجدول -5 : يوضح تأثير عمق الحراثة على إنتاجية القمح شام3 من الحبوب.

رقم المعاملة	عمق الحراثة سم	الإنتاجية كغ/دونم	الإنتاجية كنسبة مئوية
1	بدون حراثة	320.36	100
2	10 سم	332.32	104
3	20 سم	326.48	102
4	30 سم	291.5	91
Lsd.5%		20.646	6.459

يوضح الجدول (5) أن الإنتاجية كانت أفضل ما يمكن عند المعاملة (2) حيث بلغت 332.32 كغ / دونم ولكنها لم تختلف معنوياً عن إنتاجية المعاملة (1) والمعاملة (3). بينما انخفض الإنتاج عند المعاملة 4 بشكل معنوي إلى 291.5 كغ /دونم. وقد يعود سب انخفاض الإنتاجية عند المعاملة 4 إلى أن الحراثة العميقة المطرحية أدت إلى قلب التربة التحتية ذات البناء الأكثر اندماجاً وتراصاً والأقل غنى بالمواد العضوية والعناصر الغذائية وتوضعها على السطح.

هذه النتائج توضح أنه لافرق في إنتاجية نبات القمح شام3 عند الحراثة على عمق 10 سم و20 سم مقارنة بالمعاملة دون حراثة. وفي الحراثة العميقة المطرحية على عمق 30 سم انخفض الإنتاج مقارنة بالمعاملات الأخرى المدروسة.

REFERENCES المراجع

- Arshad, M.A.; Franluebbers, A.J.; Gill, K.S. 1999- *Improving barley Yield on an Acidic Boralf with Crop Rotation, Lime , and Zero Tillage.* Soil and Tillage Research 50, 47-53.
- Borin, M. ; Menini, C.; Sartori, L. 1997- *Effects of Tillage Systems on Energy and Carbon Balance in North-Eastern Italy.* Soil and Tillage research 40, 209-226.
- Hartge, K. H.; Horn, R., 1991- *Einfuhrung in Die Bodenphysik.* Enke verlag Stuttgart.
- Henry, D. F., 1985- *Fundamentals of Soil Science* , Sixth edition, Arabic Edition.
- Hofmann, B.; Ermich, D. u.a., 1992- *Ergebnisse langjaehriger Untersuchungen zur Schonenden und auf wandreduzierten Bodenbearbeitung.* Beitrage zur Wiss. Tag. Aus Anlass des 35 Jahrige Bestehens derVersuchsstation Seehausen MLU Halle Saale.
- Kundler, P., 1984- *Erkenntnisfortschritte zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit.* Tag. Ber., AdL. Berlin.
- Kunze, A., 1984- *Grundlagen und Verfahren rationeller Bodenbearbeitung.* Tag. Ber., Akad. Landwirtschaf.-Wiss. Berlin.
- Otto, R.; Miegel, E., 1984- *Ergebnisse technologischer Untersuchungen zur pfluglossen Bestellug von wintergetreide nach Hackfruchten auf lo-standorten.* Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin.
- Sidiras, N.; Henklain, J.C.; Derpsch, R.,1984- *Vergleich von drei Bodenbearbeitungsvervahren in bezug auf einige physikalische Eigenschaften, Boden-und Wasserkonservierung und Ertraege von Soja und Weizen auf einem Oxisol.* Z. Acker und pflanzenbau 151 Berlin u. Hamburg.
- Taboada, M. A.; Micucci, F. G.; Cosentino, D.J.; Lavado, R.S., 1998- *Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soils of the Rolling pampa of Argentina.* Soil and Tillage Research 4, 57-63.
- Varsa,E.C.;Chong, S.K.; Abolaji, J.O.; Farquhar, D.A.; Olsen, F.J., 1997- *Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (Zea mays L.) root growth and production.* Soil and tillage research 43, 219-228.

- Voegler, W., 1984- *Pfluglose Grundbodenberbeitung zu Sommergerste nach Zückerrueben auf Auenstandorten.* Tag.-Ber., AKD. Landwirsch. Wiss. Muncheberg, Berlin.
- Werner, D. 1983- *Wirkungen verdichtungsprozessen auf struktur und Leitfaehigkeitseigenschaften des Unterbodens bindiger Substrate und Möglichkeiten ihrer meliorativen Beeinflussung.* Tag. Ber., Akd. Landwirtsch.- Wiss. Berlin.