تأثير وزن الجرار الزراعي و مستوى رطوبة التربة عند الحراثة على بعض صفات التربة الفيزيائية و إنتاجية محصول الشعير بواحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية

حسن بن أحمد السيد الهاشم [1]، عبد الرحمن بن محمد المديني [2]

الملخص العربي

يهدف هذا البحث إلى تقويم تأثير كل من وزن الجرار، رطوبة التربة الأولية، على صفات التربة الفيزيائية و إنتاجية محصول الشعير (*Hareum vulgare L*) فصيلة (جستو). نفذ هذا البحث في محطة التدريب و الأبحاث الزراعية و البيطرية بجامعة الملك فيصل بالأحساء خلال موسمين زراعيين متتاليين (٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥) على حقل بكر في الموسم الاول فقط وكررت المعاملات في الموسم التالي على نفس التربة بعد زراعتها في الموسم الاول. والتربة ذات قوام خشن (Coarse-textured soil) و محتواها من كربونات الكالسيوم الكلية مرتفع نسبياً. هاتين الخاصتين هما الأكثر شيوعاً في ترب واحة الأحساء. أستخدم في هذه الدراسة جراران زراعيان أحدهما كبير الحجم ماركة (New-Holland) و الأخر أصغر حجماً ماركة (FIAT) لحراثة الحقل عند ثلاث مستويات من رطوبة التربة التي تراوحت بين السعة الحقلية (Field capacity, M1) ١٢% ونقطة الذبول (Wilting point, M3) ٧% و قيمة ثالثة بينهما (M2) ٩%. تم تحديد هذه القيم لرطوبة التربة ميدانياً قبل الزراعة. تضمنت الدراسة قياسات لصفات التربة (كثافة التربة الظاهرية و قوة اختراق التربة)، و أخرى تتعلق بصفات إنتاجية المحصول (وزن النبات الكلي، وزن السنابل، عدد الحبوب في كل سنبلة ، الوزن الكلي للحبوب)، حيث تم أخذ هذه القياسات من المناطق غير المتأثرة بمسار عجلات الجرار الزراعي. أظهرت النتائج المتحصل عليها من الدراسة أن كلا من وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة عند الحراثة يلعبان دوراً بارزاً في تحديد صفات التربة الفيزيائية ونمو وإنتاج المحصول. فقد وجد أن أفضل قيم لإنتاج البذور لمحصول الشعير بعد حراثة الحقل عند مستوى رطوبة وسطية (١١%) بين السعة الحقلية ونقطة الذبول في الموسم الثاني ومع كل من الجرارين الزراعيين (٤,٨١ و ٤,١٧ طن/ هكتار على الترتيب) مع أفضلية الاستخدام للجرار الكبير وخصوصا في الحقول المزروعة وليس بكر. مما يحتم أخذ هذان العاملان في الاعتبار عند تهيئة و إعداد الحقول الزراعية و ذلك لإعداد مهد جيد لنمو البادارات وتحسين صفات التربة وزيادة الإنتاج.

المقدمة

تعتبر عمليات استخدام الجرار الزراعي وما يلحق به من آلات مختلفة و عدد مرات دخوله الحقل بغرض إعداد الحقل للزراعة من أهم العمليات الزراعية المؤثرة على صفات التربة ذات التأثير المباشر و غير المباشر على القدرة الإنتاجية كماً و نوعاً للمحصول المزروع. أهم هذه العمليات هي حراثة التربة، تنعيمها، تسويتها و كذلك تخطيط الحقل. و تعتبر عملية الحراثة باستخدام الأنواع المختلفة من المحاريث هي العملية الرئيسية في إعداد تربة الحقل للزراعة، مع الأخذ في الاعتبار أن عملية تحديد نوع المحراث المناسبة تتم غالباً وفقاً لنوع التربة وصفاتها (Kepner, et al., 1978; Hunt, 1983). أفاد Chancellor (1976) أن استخدام الآليات الزراعية ذات الأحجام و الأوزان المختلفة و وحدات القدرة المتنوعة في ازدياد مضطرد، و ذلك بغرض رفع كفاءة التشغيل للآلة في الحقل و ما يترتب عليه من وفر في المال و الوقت. لكن كثرة استخدام هذه الجرارات و الآليات الزراعية المختلفة الأوزان و الأحجام و تلك التي تحدث ضغوطاً عالية داخل العجلات مع تكرار مرورها على التربة أثناء أدائها الخدمات الزراعية يؤدي إلى إحداث تغيرات في

---

١ قسم هندسة النظم الزراعية

٢ قسم البيئة والمصادر الطبيعية الزراعية ، كلية العلوم الزراعية و الأغذية، جامعة الملك فيصل ص.ب ٣٨٠ الأحساء، ٣١٩٨٢ المملكة العربية السعودية

E-mails: (HHASHEM@ KFU.EDU.SA)- (AALMADINI@KFU.EDU.SA)

استلام البحث في ٨ يوليو ٢٠٠٧، الموافقة على النشر في ١٧ سبتمبر ٢٠٠٧

صفات التربة الطبيعية، الكيميائية، الميكانيكية و الحيوية في الحقل المحدوم، مما يؤثر سلباً على المحصول المزروع و الذي يزداد تدهوراً عندما تتداخل هذه المؤثرات مع العوامل البيئية المحيطة كما أوضحت عدة دراسات سابقة (Boone and Veen, 1994; Gupta and Raper, 1994; Kooistra and Tovy, 1994; Stepniewski, et al., 1994; Alakukku, et al., 2003).

بين Carman (1994) أن زيادة الأوزان على عجلة الجرار الزراعي أثناء التشغيل في الحقل تعمل على زيادة الكثافة الظاهرية للتربة (Soil bulk density)، مقاومة التربة (Soil strength) و مقاومة اختراق التربة (Soil penetration resistance). و تعتبر هذه الصفات من أهم معايير القوى الميكانيكية للتربة التي تؤثر على قوى التربة الميكانيكية الأخرى، حيث يعود ذلك إلى ما تسببه من زيادة في تماسك و تضاغط التربة. لذا، يتطلب هذا الأمر زيادة قدرة الجرار الزراعي على شد و تشغيل الآلة الزراعية المستخدمة أثناء إنجاز الخدمات الزراعية الأولية في الحقل. كما ذكر Shammel (1988) أن معايير قوى التربة تزداد كلما تكرر دخول الجرار الزراعي مع الآلة في الحقل و بزيادة الحمل على عجلة الجرار، و هو ما توصل إليه أيضاً Soane (1985) الذي أفاد أن زيادة ثقل الجرار الزراعي الكلي أثناء العمل في الحقل يؤدي إلى مضاعفة مقاومة اختراق التربة.

هذه التغيرات في صفات التربة الطبيعية و الميكانيكية تؤثر بشكل مباشر على صفات التربة الرطوبية و حركة الماء فيها (Warlentin, 1971; Almadini, 1987). فقد أشار Almadini (1987) في دراسته التي أجراها على تربة طمية رملية (sandy loam soil) إلى انخفاض قيم التوصيل الهيدروليكي للتربة عند حالة التشبع (K_s) بصورة معنوية تجاوزت ٩٠% نتيجة زيادة كثافة التربة الظاهرية بمقدار ٠,٢٥ جم سم$^{-٣}$ (من ١,٤٥ إلى ١,٧٠ جم سم$^{-٣}$). كما أضاف Almadini (1987) أيضاً بأن زيادة محتوى هذه التربة من الحبيبات الناعمة (السلت و الطين) بقدر ١١% خفض قيمة K_s بمقدار ١٠% على الأقل، تعني هذه القيم انخفاضاً ملحوظاً لحركة الماء في التربة مما سيؤثر على حركة العناصر الغذائية فيها.

أشار Kemper, et al. (1971) أن تضاغط التربة (و الذي يعكس زيادة كثافتها الظاهرية) يؤثر على حركة العناصر الغذائية في التربة و إتاحيتها للنبات و التي تتحدد أساسا بطريقتين هما النقل الكمي (Mass flow) و الانتشار (Diffusion). يضاف إلى ذلك أن معدنة مادة التربة العضوية تنخفض نتيجة تضاغط التربة كما أشار Garble (1971) ، حيث يمكن تفسير هذا الانخفاض في تحول العناصر الغذائية من الصورة العضوية إلى الصورة المعدنية بسبب انخفاض مستوى تهوية التربة الذي ينتج عن زيادة كثافتها الظاهرية.

في ضوء ما سبق، يهدف هذا البحث إلى دراسة أنسب العوامل المؤثرة على أداء عمليات الخدمة الحقلية، و ذلك بتقويم تأثير كلا من وزن الجرار الزراعي أثناء عملية التشغيل الحقلي و مستوى رطوبة التربة عند حراثة الحقل أولياً على بعض صفات التربة الطبيعية و الميكانيكية و أثر ذلك على نمو و إنتاجية محصول الشعير بواحة الأحساء الواقعة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية.

المواد والطرق

تصميم و تنفيذ التجربة:

تم إجراء هذه الدراسة الميدانية في أحد الحقول الزراعية البكر بمحطة التدريب و الأبحاث الزراعية و البيطرية بجامعة الملك فيصل بمحافظة الأحساء بالمملكة العربية السعودية و ذلك خلال الموسمين لزراعيين(٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥) بحيث يعتبر الموسم تربة بكر والموسم الثاني تربة سبق زراعتها لموسم واحد فقط والتربة قوامها رملي (sandy) تحتوي على ٩٣,٥% رمل، ٣,١٥% سلت و ٣,٣٥% طين ويبلغ رقم الحموضة ٧,٣ ودرجة التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة ٣,٢٨ مليموز/سم ونسبة كربونات الكالسيوم ٣,٠٥% ونسبة التشبع بالماء ٢٢,٣%. تم اختيار هذه التربة لمحاكاة أغلب ترب واحة الأحساء و المملكة و التي تتميز بقوامها الخشن. تم استخدام نوعين من الجرارات الزراعية الشائعة الاستخدام في المنطقة (الهاشم، ٢٠٠١)، بغرض أن تكون الدراسة أكثر تمثيلا لنشاط المزارعين و استخداماتهم في الواحة. كما استخدم نوعان من آلات إعداد التربة الزراعية و هما محراث حفار معلق ٩ أسلحة و آلة تسوية من نوع سكين بعرض ٢م، و اللذان يعتبران الأكثر استخداماً أثناء إعداد و تهيئة الأرض للزراعة عند مزارعي واحة الأحساء (الهاشم، ٢٠٠٠).

تمت عملية إعداد الحقل عند ثلاث مستويات من رطوبة التربة عند السعة الحقلية ١٢% (M1) و نقطة الذبول ٧% (M3) وعند مستوي رطوبي ٩% يقع بينهما (M2)، حيث يقوم مزارعو الواحة غالباً بحراثة حقولهم و إعدادها للزراعةعند مستويات رطوبة تربة تتراوح بين هاتين القيمتين. بناءا عليه تم اختيار رطوبة التربة تحت الدراسة بناءً على عامل الزمن الذي يعتبر المقياس الحقلي للمزارع عند إجراء هذه العملية، حيث تم ري الحقل بنظام الغمر و بكميات مياه ري موحدة على جميع القطع ثم تركها إلى اليوم التالي لتعطي معاملة رطوبة التربة عند FC (M1) و بعد أربعة أيام لتعطي رطوبة وسطية (M2) و بعد ٨ أيام لتعطي رطوبة عند WP (M3). تم اختيار هذه المواعيد بناءً على نتائج الدراسات الأولية التي تم عملها على الحقل قبل بدء التجربة بنفس طريقة الري و أخذ عينات التربة لتحديد الرطوبة، حيث بينت النتائج هذه الفروق لقيم رطوبة التربة عند هذه الأزمنة.

وقد تم إعداد مستويين من ضغط التربة وذلك باستخدام جرارين لزراعيين بأوزان مختلفة [أحدهما كبير (BT) و الآخر صغير (ST)] بالمواصفات الموضحة في الجدول (١) مع ثلاث مستويات من رطوبة التربة بالإضافة إلى معاملة الشاهد (Control)وقد استخدم تصميم القطع العشوائية الكلية لتوزيع المعاملات(Fully randomized block design) . تم تكرار كل معاملة ثلاث مرات فكان إجمالي عدد القطع إحدى و عشرين قطعة أبعاد كل واحدة منها (٢٠م٣Xم).

عند كل مستوى رطوبة تربة و في كل قطعة، تم تشغيل الجرار الكبير (BT) مرة مع المحراث الحفار (المشوار الأول) و مرة أخرى مع آلة التسوية (المشوار الثاني) ليمثل مكرر واحد لمعاملة واحدة، ثم كررت هذه العملية في قطعة أخرى باستخدام الجرار الصغير (ST) لتمثل معاملة أخرى لمكرر ما و هكذا تم تكرار هذه العمليات لكل مكرر على حدة للمعاملات تحت الدراسة. كما تم إنجاز هذه العمليات بضبط سرعة الجرار الزراعي في مدى يتراوح بين ٥-٦ كم/ ساعة.

بعد ذلك تمت زراعة القطع التجريبية بمحصول الشعير (صنف جستو) و وتطبيق وإضافة كافة الخدمات الزراعية من تسميد، ري، مكافحة و خلافه حسب الطرق و المعايير الموصى بها من وزارة الزراعة بالمملكة (وزارة الزراعة و المياه، ١٤٢٣). ثم تمت دراسة التغيرات على صفات المحصول الظاهرية و تحديد قيم الإنتاج عند حصاده. و قد تم أخذ كافة القياسات على التربة و المحصول المزروع في كل مكرر في المنطقة الوسطية من القطعة بغرض استبعاد مناطق اختلاف سرعة الجرار في بداية دخوله إليها و عند خروجه منها.

تم تسميد المحصول باستخدام سماد اليوريا (urea, 46% N) بمعدل ٣٠٠ كجم / هكتار أضيفت على ثلاث دفعات متساوية، حيث أضيفة الدفعة الأولى بعد الزراعة مباشرة (دفعة أولى)، و بعد شهر و شهرين من الزراعة (الدفعة الثانية و الثالثة، على التوالي). وتم التسميد أيضاً بالفسفور باستخدام سماد ثلاثي الفوسفات (Triple super phosphate, 46% P_2O_5) و البوتاسيوم باستخدام كبريتات البوتاسيوم (Potassium phosphate, 52% K_2O) و كذلك بالعناصر الصغرى (Zn, MN, Cu & Fe) حسب المعدلات الموصى بها (وزارة الزراعة و المياه، ١٤٢٣هـ). تم تكرار التجربة في الموسم الثاني بنفس التربة.

قياسات التربة:

تم قياس بعض خواص التربة في موقع التجربة في ثلاث أماكن مختلفة من كل قطعة (ثلاث قراءات). اشتملت هذه القياسات على الكثافة الظاهرية للتربة (soil bulk density, BD)

جدول ١. مواصفات الجرارات و الآلات الزراعية المستخدمة في الدراسة.

نوع الجرار	القدرة (ك. وات)	الوزن (كغم)	مقاس العجلات	الضغط داخل العجل (psi)
نيوهولند (New Holland) (BT)	75.2	3940	الأمامي: 11.2/24 الخلفي: 13.6/38	الأمامي: 30 الخلفي : 35
فيات (Fiat) (ST)	55.5	2490	الأمامي: 11.2/10-24 الخلفي: 16.9/14-30	الأمامي: 30 الخلفي : 35

و كذلك مقاومة اختراق التربة (Soil penetration resistance, SPR). و قد تم إجراء هذه القياسات في مواقع تم اختيارها عشوائياً في المنطقة غير المتأثرة بمسار عجلات الجرار الزراعي و ذلك لأنها تمثل المساحة الأكبر حقلياً. تم تقدير الكثافة الظاهرية للتربة بطريقة الأسطوانة معلومة الحجم على عمق ١٠، ٢٠، ٣٠ سم و ذلك بأخذ ثلاث عينات من كل عمق (Rowell, 1994). و تم قياس مقاومة اختراق التربة باستخدام جهاز اختراق التربة ذاتي القراءة (ASAE, 1992)، حيث تم أخذ نحو ٤٠-٥٠ قراءة بالجهاز لكل معاملة إلى عمق ٤٨ سم على مسافات موحدة بمقدار ١,٥ سم.

قياسات النبات:

بعد اكتمال نمو المحصول و وصوله إلى مرحلة النضج الكامل، تم حصد المحصول يدوياً و القيام بكافة القياسات التي اشتملت على صفات الإنتاج في المتر المربع والذي تم تحويله بعد ذلك إلى طن/هكتار و هي: الوزن الكلي للمحصول، عدد و وزن السنابل، وزن القش و الوزن الكلي للحبوب. اثناء أخذ قياسات المحصول، تم تجنب أطراف كل قطعة و التركيز على وسط القطعة و ذلك تجنباً للمؤثرات الخارجية التي تتعرض لها أطراف القطعة.

النتائج والمناقشة

١- التأثير على صفات التربة:

يتضمن الجدول (٢) ملخص تأثير وزن الجرارين الزراعيين (BT و ST) و رطوبة التربة (M1، M2 و M3) وقت الحراثة على قيم كثافة التربة الظاهرية (BD) في الثلاثة أعماق لقطاع التربة (١٠، ٢٠ و ٣٠ سم) و التي تمثل طبقة الحراثة للموسمين الزراعيين ٢٠٠٤/٢٠٠٣ و ٢٠٠٥/٢٠٠٤، على التوالي. يتضح من الجدولين أن قيم BD تزداد مع العمق تحت كلاً من الجرارين الزراعيين، حيث بلغت أقصى القيم في الطبقة العميقة (٣٠ سم). كما يتضح أيضاً أن تأثير الجرارين الزراعيين على قيم BD كان أكبر في الموسم الأول خاصة مع الرطوبة العالية و أن الجرار الزراعي BT قد أحدث زيادة ملحوظة في قيم BD خلال هذا الموسم أكبر من تلك القيم في الموسم الثاني، الأمر الذي يبين تأثير وزن الجرار الزراعي وزيادة الرطوبة على تضاغط التربة.

كما يشير الجدول (٢) إلى وجود اختلافات معنوية (P = 5%) في قيم BD نتيجة الحراثة بالجرارين الزراعيين عند قيم رطوبة التربة تحت الدراسة خلال الموسمين الزراعيين على التوالي. و يلاحظ من الجدولين أيضاً أن قيم BD في الموسم الثاني كانت أصغر و أقل اختلافاً في طبقات التربة الثلاث (١٠، ٢٠ و ٣٠سم)، مما يشير إلى تفكك تربة الحقل في هذا الموسم و الذي يمكن تفسيره بالحراثة و العمليات الزراعية في الموسم الأول. و لكن يمكن الإشارة إلى أن الطبقة العميقة في الموسم الثاني لا تزال تعاني من التضاغط، حيث ارتفاع قيم BD و التي لم تظهر اختلافاً معنوياً عن قيمة BD لمعاملة الشاهد (١,٤٩ جم سم$^{-٣}$) عدا المعاملة STM3 (١,٢٣ جم سم$^{-٣}$). تشير هذه النتائج إلى أهمية الأخذ في الاعتبار قيم رطوبة التربة عند حراثة الحقل و إعداده.

جدول ٢. أثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة على قيم الكثافة الظاهرية للتربة (جم سم$^{-٣}$) على الأعماق الثلاثة من التربة خلال الموسم الأول (٢٠٠٤/٢٠٠٣م) و الموسم الثاني (٢٠٠٥/٢٠٠٤م)

العمق (سم)	المعاملات						الشاهد	$LSD_{5\%}$
	(BT)الجرار الكبير			(ST)الجرار الصغير				
	(M1)*	(M2)	(M3)	(M1)	(M2)	(M3)		
الموسم الأول (٢٠٠٤/٢٠٠٣م)								
١٠	١,٧٣	١,٤١	١,٢٨	١,٢٧	١,٣٦	١,١١	١,١٦	٠,١٩
٢٠	١,٧٨	١,٣٨	١,٤٧	١,٥١	١,٤٧	١,٢٢	١,٣٣	٠,١٤
٣٠	١,٨٨	١,٣٨	١,٤٧	١,٦٧	١,٢٢	١,٢٦	١,٣٩	٠,٣٢
الموسم الثاني (٢٠٠٥/٢٠٠٤م)								
١٠	١,٠٤	١,٢١	١,١٥	١,٠٤	١,١٩	٠,٩٧	١,٣٨	٠,١٦
٢٠	١,٢٦	١,٢٨	١,٢٩	١,٢٤	١,٢٥	١,١٦	١,٤٣	٠,١٧
٣٠	١,٥	١,٤٥	١,٣٣	١,٤٦	١,٥١	١,٢٣	١,٤٩	٠,١٨

* M1- مستوى رطوبة عند السعة الحقلية (١٢%)، M2- مستوى رطوبة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول (٩%)، M3- مستوى رطوبة نقطة الذبول (٧%)

جدول ٣. تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة على قيم مقاومة اختراق التربة (ك. بسكال) عند الأعماق الثلاثة من التربة خلال الموسم الأول (٢٠٠٣/٢٠٠٤م) و الموسم الثاني (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

العمق (سم)	المعاملات						الشاهد	$LSD_{5\%}$
	الجرار الكبير (BT)			الجرار الصغير (ST)				
	(M1) *	(M2)	(M3)	(M1)	(M2)	(M3)		
الموسم الأول (٢٠٠٣/٢٠٠٤م)								
١٠	٩٠١	٢٤٧٨	١٠٤٢	٢١٢٨	٥٩٩	٧٧١	٢٠٣٧	١٤١,٩
٢٠	٣٤٦٧	٤١٩٨	٣٠٩٩	٣٣٨٥	٢٥٧٠	١٧٧٧	٢٨٦١	٢٠٠
٣٠	٣٤٨٠	٤١٩٨	٣٧١٦	٣٦٩٩	٣٥٧٩	٣٢٠٤	٢٩٨١	٢٢٧
الموسم الثاني (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)								
١٠	٣٩٨	٤٧٠	٥٧٦	٢٩٩	٦١٥	٢٣٥	١٣٣٤	٥٩
٢٠	١٧٤٤	٢٠٥٦	٢١٤٧	١٦٧٦	١٨٨٨	١٧٧٧	٢٧٣٦	٨١٧
٣٠	٢٨٥٠	٣٠٦٤	٣٦٠٠	٢٩٥٣	٣٠٦٠	٣٨٤٤	٣٦٨٤	٩٠

* M1- مستوى رطوبة التربة الحقلية (١٢%)، M2- مستوى رطوبة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول (٩%)، M3- مستوى رطوبة نقطة الذبول (٧%)

تتماثل هذه الاختلافات في قيم BD مع قيم مقاومة اختراق التربة (SPR) المتحصل عليها تحت الجرارين الزراعيين و رطوبة التربة المختلفة خلال الموسمين الزراعيين (٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥) (جدول ٣). يتضح من الجدول ٣ بصفة عامة مدى تفكك التربة في الموسم الثاني و الذي يمكن مشاهدته من الانخفاض الملحوظ في قيم SPR تحت كلاً من الجرارين الزراعيين و رطوبة التربة. يستثنى من ذلك الطبقة العميقة (٣٠ سم) و التي أعطت قيماً عالية نسبياً (٢٨٥٠ و ٣٨٤٤ ك. بسكال) و مختلفة معنوياً ($LSD_{5\%}$ = ٩٠ ك. بسكال) بين المعاملات تحت الدراسة عدا المعاملتين BTM2 و STM2. تشير هذه النتائج إلى وجود تضاغط في التربة عند هذه الطبقة و أن معظم التفكك الذي حدث في قطاع حراثة التربة كان إلى عمق ٢٠ سم. لذا يمكن الاستنتاج بضرورة المراقبة الدورية لطبقات قطاع التربة حقلياً للحد من تكون طبقة غير منفذة (hard pan) في القطاع الجذري على المدى الزمني البعيد. و تبرز أهمية هذا الاستنتاج في المناطق التي تعاني من وجود طبقة صماء قريبة من سطح التربة كواحة الأحساء (Al-Barrak, 1986). تتوافق هذه النتائج المتحصل عليها مع ما سبق أن توصل إليه باحثون آخرون (Soane, 1985; Carman, 1994). فقد أشار Carman (1994) أن زيادة الأوزان على عجلة الجرار الزراعي أثناء التشغيل في الحقل تعمل على زيادة الكثافة الظاهرية للتربة (BD) و كذلك مقاومة اختراق التربة (SPR)، مما يتسبب في زيادة تماسك و تضاغط التربة. كما أوضح Soane (1985) أن زيادة ثقل الجرار الزراعي الكلي أثناء العمل في الحقل من ١,٧٠ إلى ٥,٦٠ طن يؤدي إلى مضاعفة مقاومة اختراق التربة مرتين و نصف عند عمق ١٧ سم من سطح التربة.

و تبرز أهمية هذه التغيرات في قيم BD و SPR المتحصل عليها في تأثيرها على صفات التربة الأخرى (Almadini, 1987; Unger and Kaspar, 1994; Kok, et. al., 1996; Petersen, et al., 2006)، و التي بدورها تؤثر على تطور نمو النبات المزروع على هذه التربة. أشار Petersen et. al. (2006) أن زيادة تضاغط التربة تؤدي إلى خفض قيم توصيلها الهيدروليكي (K_s)، و ضعف قدرتها على التصريف داخل قطاعها، و تثبيط تطور الجذور و بالتالي انخفاض إنتاج المحصول النامي. كما سبق أن بين ذلك Almadini (1987) في دراسته على بعض من ترب الإحساء و الذي لاحظ انخفاض في قيم K_s بمقدار لا يقل عن ٩٠% نتيجة زيادة قيم BD من ١,٤٥ إلى ١,٧٠ جم سم$^{-3}$ لتربة طمية رملية (sandy loam soil)

٢- التأثير على الإنتاج و مكوناته

يتضمن الجدول (٤) ملخص تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة عند الحراثة على صفات إنتاجية محصول الشعير (وزن القش، وزن السنابل و عدد الحبوب لكل سنبلة) للموسمين الزراعيين ٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥، على التوالي. يلاحظ من الجدولين أن القيم في الموسم الثاني لجميع صفات إنتاجية المحصول كانت إجمالاً أكبر من تلك في الموسم الأول، و أن هذا الفارق يصل إلى الضعف أو أكثر في بعض المعاملات. فقد زاد وزن القش، وزن السنابل وعدد الحبوب لكل سنبلة لمحصول الموسم الثاني في معاملة

الجرار الكبير مع M1 نحو ١٣٥%، ١٧% و١٠٨% على الترتيب، عن تلك في الموسم الأول. بينما زادت قيم هذه الصفات مع نقص الرطوبة (M3) مع نفس الجرار نحو ١٣٦%، ٢٦٣% و٤٨% على الترتيب، عن تلك في الموسم الأول. كما أن صفات الإنتاج زادت لمحصول الموسم الثاني في معاملة الجرار الصغير مع M1 نحو ١٥٢% ، ١٧% و١٠٠% على الترتيب، عن تلك في الموسم الأول. بينما زادت قيم هذه الصفات مع نقص الرطوبة (M3) مع نفس الجرار نحو ٨٠%، ١% و٢١% على الترتيب، عن تلك في الموسم الأول.

يمكن إرجاع هذه النتائج إلى انخفاض قيم BD و SPR في الموسم الثاني (الجدولين ٢،٣) و / أو إلى طبيعة حقل الدراسة البكر الذي لم تسبق زراعته قبل هذا الموسم، مما أنعكس سلباً على تطور الجذور في الموسم الأول و بالتالي على قيم هذه الصفات المتعلقة بنمو المحصول. دلت الدراسات السابقة أن زيادة الكثافة الظاهرية الناتجة من تضاغط التربة تؤثر سلباً على نمو جذور النبات المزروع (Hanna and Al-Kaisi, 2002; Rosolem, et al., 2002; Busscher and Bauer, 2003; Tubeileh, et al., 2003; Barzegar, et al., 2006; Petersen, et. al., 2006)، و بالتالي على صفات نمو المحصول. بين Barzegar, et al. (2006) أن زيادة قيم BD من ١,٤ إلى ١,٨ جم سم$^{-3}$ قد خفضت نمو الجذور من ٤٣ إلى ٥ لكل أصيص. كما نوه Tubeileh, et al.,(2003) أن تراص التربة يؤثر على معدل ظهور الأوراق (leaf appearancerate) و بالتالي على صفات نمو النبات و كذلك على معدل بناء الكربون (carbon assimilation rate) في أطوار النمو الأولى. يضاف إلى ذلك أن عدة باحثين قد توصلوا إلى أن تفكيك تربة الحقل بالحراثة تعمل على تحسين صفاتها الخصوبية ممثلة في معدنة كربون التربة العضوي (soil organic carbon) (Feiza, et al., 2003; Basamba, et al., 2006; Ouédrago, et al. 2006; Sparrow, et al., 2006)، و هو ما يشير إلى زيادة معدنة المادة العضوية كما أوضح Garble (1971) الذي أوعز ذلك إلى زيادة تهوية التربة بعد تفكيك التربة بالحراثة مما يساهم أيضاً في زيادة معدنة العناصر الغذائية و إتاحتها للنبات النامي. توصل Ouédrago, et al.(2006) إلى أن الحراثة تعمل على زيادة امتصاص عنصر النيتروجين (N) بما يزيد عن ٥٠% مقارنة بنظام بدون الحراثة، و أنها أيضاً تحسن العلاقة بين كمية N المضاف و كميته الممتصة بالنبات النامي. كما بين Feiza, et al.(2003) أن حراثة الحقل تزيد من فاعلية استفادة النبات من عنصر الفسفور المضاف بكميات كبيرة. يضاف إلى ذلك تحسن حركة العناصر الغذائية في التربة نتيجة تفكيكها بالحراثة كما أشار Kemper, et al. (1971) ، مما يزيد من فرص استفادة النبات النامي من هذه العناصر.

يؤدي هذا التحسن في استفادة النبات النامي من العناصر الغذائية المضافة و يسر حركتها في القطاع الجذري إلى تحسن قدرته الإنتاجية. يوضح الشكلان (١ و ٢) تأثير الجرار الزراعي و رطوبة التربة عند الحراثة على إنتاج الحبوب (طن/هكتار) لمحصول الشعير خلال الموسمين ٢٠٠٣/ ٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥، على التوالي.

جدول ٤. تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة على قيم صفات إنتاجية المحصول (جم م$^{-2}$) خلال الموسم الأول (٢٠٠٣/٢٠٠٤م) و الموسم الثاني (٢٠٠٤/٢٠٠٥م).

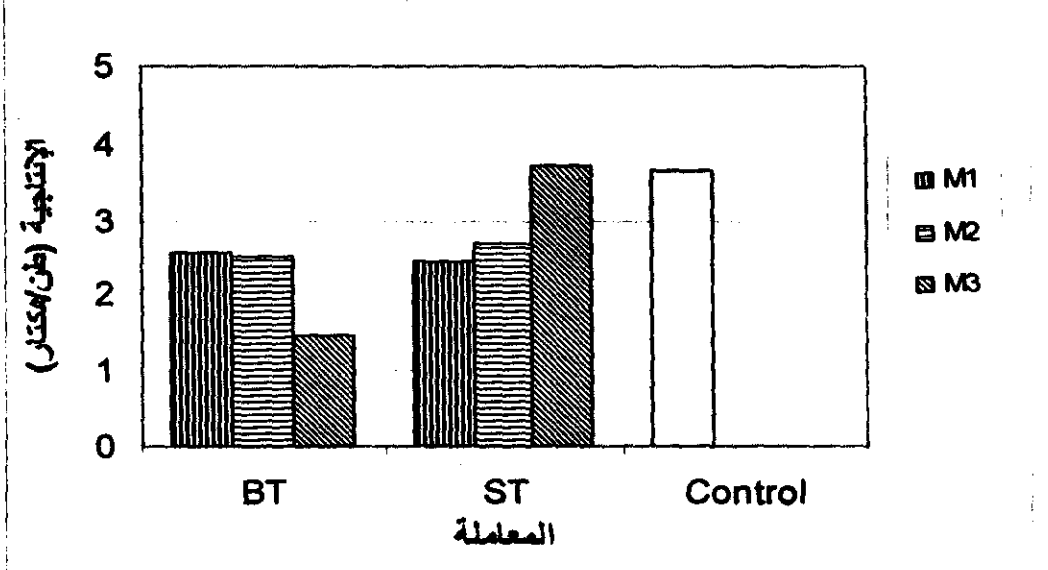
القياس	المعاملات						الشاهد	$LSD_{5\%}$
	الجرار الكبير (BT)			الجرار الصغير (ST)				
	M1*	M2	M3	M1	M2	M3		
الموسم الأول (٢٠٠٣/٢٠٠٤م)								
وزن القش (جم م$^{-2}$)	٧٣٣	٢٦٦	٤٥٣	٥٠١	٥٣٣	٦٦٦	٦٠٠	٣٤,٣٠
وزن السنابل (جم م$^{-2}$)	٤٦٦	٣٣٣	١٤٦	٤٠٠	٢٦٦	٢٦٦	٦٠٠	٨٢,٣٠
عدد الحبوب لكل سنبلة	١١,٥	١١	١٠,٦	٩,٣	١١,٧	١٠	١٠,٨	٠,٦٣
الموسم الثاني (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)								
وزن القش (جم م$^{-2}$)	١٧٢٠	١١٢٢	١٠٦٩	١٢٦٥	١١١٤	١١٩٨	٦١٢	٥٦
وزن السنابل (جم م$^{-2}$)	٥٤٧	٦١٠	٥٣٠	٤٦٨	٥٥٢	٢٦٨	٢٥٤	٢٩
عدد الحبوب لكل سنبلة	٢٤	١٦,٣	١٥,٧	١٨,٦	١٦,٥	١٢,١	١٥,٢	١,٦

* M1= مستوى رطوبة السعة الحقلية (١٢%)، M2= مستوى رطوبة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول (٩%)، M3= مستوى رطوبة نقطة الذبول (٧%)

يتضح من الشكلين التباين المعنوي (P = 5%) الملحوظ في قيم الإنتاج خلال الموسم الواحد. فقد كان ترتيب إنتاج المعاملات في الموسم الأول كما يلي: الشاهد > STM3 > STM2 > BTM1 = BTM3 > STM1 = BTM2 ، فيما كان الإنتاج مرتباً في الموسم الثاني على النحو التالي: BTM2 > BTM1 > STM2 = BTM3 > STM1 > STM3 > الشاهد. تعكس هذه النتائج تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة عند الحراثة على قيم الإنتاج.

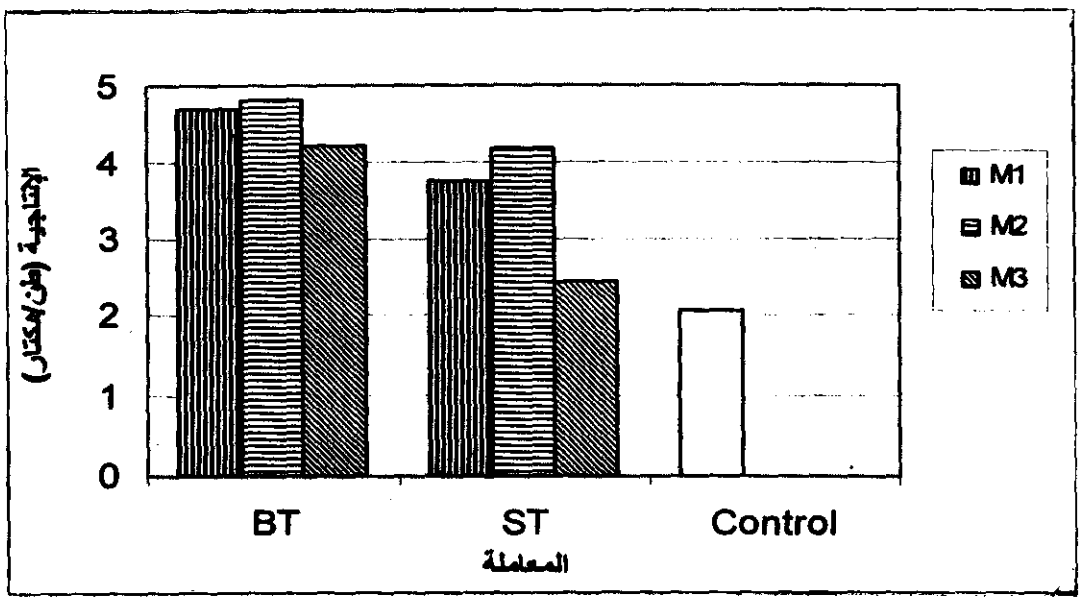
كما يوضح الشكلان (١ و ٢) الفارق الكبير بين الموسمين في الإنتاج، حيث الإنتاج في الموسم الثاني أكبر من الموسم الأول لجميع المعاملات بسبب تكرار الزراعة وبسبب المعاملات للتجربة. فقد تراوح الإنتاج في الموسم الثاني بين ٣,٧٦ و ٤,٨١ طن/هكتار في كافة المعاملات عدا معاملتي (STM3) و (control)، اللتان أعطتا إنتاجاً ٢,٤٣ و ٢,٠٧ طن/هكتار على التوالي. فيما بلغ الإنتاج في الموسم الأول ٣,٦٥ طن/هكتار لمعاملة الشاهد فقط و بين ١,٤٦و ٢,٦٨ طن/هكتار لبقية المعاملات. بلغ أكبر إنتاج في الموسم الثاني من معاملة الجرار الكبير والرطوبة M1 وM2 نحو ٤,٦٨ طن/هكتار و٤,٨١ طن/هكتار على الترتيب، بينما كانت في الموسم الأول نحو ٢,٥٥ طن/هكتار و٢,٥١ طن/هكتار على الترتيب عند نفس الرطوبتين. أي أن المحصول في السنة الثانية قد زاد نحو ٨٤% مع الرطوبة M1 و٩٢% مع الرطوبة M2. أيضاً كان أكبر إنتاج في الموسم الثاني من معاملة الجرار الصغير والرطوبة M1 وM2 نحو ٣,٧٦ طن/هكتار و٤,١٧ طن/هكتار على الترتيب، بينما كانت في الموسم الأول نحو ٢,٤٤ طن/هكتار و٢,٦٨ طن/هكتار على الترتيب عند نفس الرطوبتين. أي أن المحصول قد زاد نحو ٥٤% مع الرطوبة M1 و٥٥% مع الرطوبة M2 عن محصول السنة الأولى.

تتجانس هذه النتائج مع القيم المتحصل عليها لصفات النمو و الإنتاج للمحصول (الجدول٤)، الأمر الذي يمكن إيعازه أيضاً إلى تأثير الاختلافات في قيم BD و SPR الناتجة من تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة عند الحراثة. أوضح باحثون آخرون أن تضاغط التربة يخفض معنوياً إنتاج المحصول النامي عليها (Bayhan, et al., 2002; Stenitzer and Murer, 2003). و زاد Stenitzer and Murer (2003) أن التأثير الإجمالي لزيادة تضاغط التربة يبرز بوضوح في انخفاض إنتاج المحصول. هذا الطرح يوافق تماما مع النتائج التي توصل إليها Basamba, et al. (2206) ، الذين بينوا أن تفكيك التربة بالحراثة يؤدى إلى زيادة إنتاج الحبوب لمحصول الذرة.



شكل ١. تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة على إنتاج الحبوب لمحصول الشعير خلال الموسم الأول (٢٠٠٣/٢٠٠٤م).

المعاملة	Control	STM3	STM2	STM1	BTM3	BTM2	BTM1	$LSD_{5\%}$
الرمز	a	a	b	c	d	bc	bc	٠,٢٢



شكل ٢. تأثير وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة على إنتاج الحبوب لمحصول الشعير خلال الموسم الثاني (٢٠٠٤/ ٢٠٠٥م).

المعاملة	Control	STM3	STM2	STM1	BTM3	BTM2	BTM1	$LSD_{5\%}$
الرمز	e	d	b	c	b	a	a	٠,١٤

كما بين Sparrow, et al. (2206) في دراستهم التي استمرت ١٧ سنة بأن الحراثة بالمحراث القرصي مرة واحدة في فصل الربيع قد أعطت فارق معنوي في إنتاج محصول الشعير (١٩٨٠ كجم / هـ متوسط سنوي) مقارنة مع نظم الزراعة بدون حراثة.

الخلاصة و التوصيات

يحرص المزارعون على استكمال عمليات تهيئة و إعداد حقولهم الزراعية باستخدام الجرارات الزراعية التي قد يتكرر دخولها الحقل عدة مرات. دلت نتائج هذه الدراسة التي تم إنجازها خلال الموسمين الزراعيين (٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠٠٤/٢٠٠٥) أن وزن الجرار الزراعي و رطوبة التربة وقت الحراثة يعتبران عاملان بارزان في تحديد صفات التربة ذات التأثير على نمو و إنتاج المحصول المزروع عليها. فقد تم التوصل إلى أن وزن الجرار الزراعي يلعب دوراً هاماً في تضاغط التربة و التي تم تقديره بقياس قيم كثافتها الظاهرية (BD) و قيم مقاومة اختراق التربة (SPR)، و أن تأثر الوزن يكون أكثر بروزاً في الترب الرطبة و في الطبقات العميقة (٢٠-٣٠سم) من قطاع الحراثة. أثرت هذه الزيادة في تضاغط التربة على نمو و تطور محصول الشعير تحت هذه الدراسة مما أدى إلى خفض قدرته الإنتاجية. يستنتج من ذلك، ضرورة أخذ هذان العاملان في الاعتبار عند تهيئة و إعداد الحقول الزراعية بغرض تجنب تضاغط التربة و بالتالي تدهور قدرتها الإنتاجية.

المراجع

الهاشم ، حسن السيد (٢٠٠١). مستوى الميكنة الزراعية المستخدمة في منطقة الأحساء والمعوقات التي تحد من انتشارها.
مجلة الإسكندرية للبحوث الزراعية، ٤٦(٢):٨٧-٩٧.

الهاشم ، حسن السيد (٢٠٠٠). تقدير الكفاءة الحقلية لبعض الآلات الزراعية المستخدمة في منطقة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.
مجلة الأمارات للعلوم الزراعية، ١٢ :٤٥-٥٩.

وزارة الزراعة و المياه (١٤٢٣). المفكرة الزراعية. إدارة الإرشاد و الخدمات الزراعية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

Almadini, A. M. (1987). Spatial Variability of Arlington Sandy Loam and Its Effect on Infiltration Rates. M. Sc., University of California, Riverside, USA.

Al-Barrak, S. (1986). Properties and classification of some oasis soils of Al-Ahsa, Saudi Arabia. *Arab Gulf Journal of Scientific Research* 4, 349-359.

Alakukku, L., Weisskopf, A. P., Chamen, W. C. T., Tijink, F. G. J. van der Linden, J. P., Pires, S., Sommer, C and Spoor, G. (2003). Prevention strategies for field trafic-subsoil compaction: A review, Part 1: Machine/soil

interaction. Soil and Tillage Research 73 (1-2): 145-160.

ASAE (1992). Standard S313.2: Soil cone penetrometer. ASAE Standards, Engineering Practice and Data. 39th edition. American Society of Agricultural Engineers (ASAE): St. Joseph, MI, U.S.A.

Barzegar, A. R., Nadian, H., Heidari, F., Herbert, S. J. and Hashemi, A. M. (2006). Interaction of soil compaction, phosphorus and zinc on clover growth and accumulation of phosphorus. Soil & Tillage Research 87: 155-162.

Basamba, T. A., Barrios, E., Ame'zquita E., Rao, I. M. and Singh B. R. (2006). Tillage effect on maize yield in a Colomian savarna oxisol: Soil organic matter and fractions. Soil & Tillage Research 91: 131-142.

Bayhan, Y., Kayisoglu, B. and Gonulol, E. (2002). Effect of soil compaction on sunflower growth. Soil & Tillage Research 68: 31-38.

Boone, F. R. and Veen, B. W. (1994). Mechanisms of crop responses of soil compaction. In: Soil Compaction in Crop Production. (Eds. Soane, B.D. and C, van Quwerkerk), Elsevier, Netherlands, pp. 237-260.

Busscher, W. J. and P. J. Bauer (2003). Soil strength, cotton root growth and lint yield in a southeastern USA coastal loamy sand. Soil & Tillage Research 74: 151-159.

Carman, K. (1994). Tractors foreword velocity and tire load effects on soil compaction. Journal of Terra Mechanics 31 (1), 11-20.

Chancellor, W. J (1976). Compaction of Soil by Agricultural Equipment. Division of Agricultural Science, University of California, Davies, Bulletin 1881, pp. 55.

Feiza, V., Feizeine, D. and Riley, H. C. F. (2003). Soil available P and P offtake responses to different tillage and fertilization systems in the hilly morainic landscape of western Lithuania. Soil & Ti;;age Research 74: 3-14.

Grable, A. R. (1971). Effects of compaction on content and transmission of air in soils. In: Compaction of Agricultural Soils (Eds. K. K. Barnes, W. M. Claeton, H. M. Taylor, R. I. Throckmorton & G. E. Vanden Berg), American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, USA, pp. 154-164.

Gupta, S. C. and Raper, R. L. (1994). Prediction of soil compaction under vehicles. In: Soil Compaction in Crop Production. (Eds. Soane, B.D. and C, van Quwerkerk), Elsevier, Netherlands, pp. 71-90.

Hanna, M. and Al-Kaisi, M. M. 2002. Understanding and Managing Soil Compaction. Resource Conservation Practices, Iowa State University Extension, PM 1901b.

Hunt, D.R. (1983). Farm Power and Machinery Management (8th Ed). The Iowa State University Press.

Kemper, W. D., Stewart, B. A. and Porter, L. K. (1971). The effect of compaction on soil nutrient status. In: Compaction of Agricultural Soils (Eds. K. K. Barnes, W. M. Claeton, H. M. Taylor, R. I. Throckmorton & G. E. Vanden Berg), American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, USA, pp. 178-189.

Kepner, R. A.; R. Bainer and E. L. Barger (1978). Principles of Farm Machinery (3rd Editio). AVI Publishing Company, INC. West Port.

Kok, H.; R. K. Taylor; R. E. Lamond and S. Kessen (1996). Soil compaction: Problems and solutions. Kansas State University. Cooperative Extension Services, Manhattan, Kansas. File code: Crops and Soils 4-6 MS 7-96-5M.

Kooistra, M. J. and Tovy, N. K. (1994). Effect of compaction in soil microstructure. In: Soil Compaction in Crop Production. (Eds. Soane, B.D. and C, van Quwerkerk), Elsevier, Netherlands, pp. 91-111.

Ouédrago, E., Mando, A. and Stroosnijder, L. (2006). Effects of tillage, organic resources and nitrogen fertilizer on soil carbon dynamics and crop nitrogen uptake in semi-arid West Africa. Soil & Tillage Research 91: 57-67.

Petersen, M.; P. Ayers and D. Westfall (2006). Managing soil compaction. Colorado State University, Cpperative Extension-Agriculture, No. 0.519.

Rosolem, C. A., Foloni, J. S. S. and Tiritan, C. S. (2002). Root growth and nutrient accumulation in cover crop as affected by soil compaction. Soil and Tillage Research 65: 109-115.

Rowell, D. L. (1994). Soil Science: Methods and Applications. Longman Scientific & Technical, Essex, UK.

Shammel, J. E. (1988). Influence of high axel loads on subsoil physical properties on crop yields in the Pacific Northwest USA. In: Proceedings 11th Conference of International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), Edinburgh, UK, Vol. 1, pp. 275-280.

Soane, B. D. (1985). Tractor and transport systems as related to cropping systems. International Conference on Soil Dynamics Proceedings, Scottish Institute of Agricultural Engineering, Volume 5, pp. 863-935.

Sparrow, S. D., Lewis, C. E. and Knight, C. W. (2006). Soil quality response to tillage and crop residue removal under subarctic conditions. Soil and Tillage Research 91: 15-21.

Stenitzer, E. and E. Murer (2003). Impact of soil compaction upon soil water balance and maize yield estimated by the SIMWASER model. Soil & Tillage Research 73: 43-56.

Stepniewski, W.; Glinski, J. and Ball, B. C. (1994). Effect of compaction in soil aeration properties. In: Soil Compaction in Crop Production. (Eds. Soane, B.D. and C, van Quwerkerk), Elsevier, Netherlands, pp. 167-190.

Tubeileh, A., Groleau-Renaud, V., Plantureux, S. And Guckert, A. (2003). Effect of soil compaction on photosynthesis and carbon partitioning within a maize-soil system. Soil & Tillage Research 71: 151-161.

Unger, P. W. and T. C. Kaspar (1994). Soil compaction and rot growth: A review. Agronomy Journal 86: 759-766.

Warlentin, B. P. (1971). Effects of compaction on content and transmission of water in soils. In: Compaction of Agricultural Soils (Eds. K. K. Barnes, W. M. Claeton, H. M. Taylor, R. I. Throckmorton & G. E. Vanden Berg), American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, USA, pp. 126-153.

ABSTRACT

Effects of Tractor Weight and Field Soil Moistures During Tillage on Soil Properties and Barley Production Under the Soil Conditions of Al-Hassa Oasis, KSA

Hasan A. S. Al-Hashem and Abdulrahman M. Almadini

The present study aims to evaluate the effects of the weight of the tractor and its attachments antecedent soil moisture content on soil characteristics and productivity of barley crop (*Hareum vulgare L; Gusto* variety). A field experiment was carried out for two consecutive seasons (2003/2004 and 2004/2005) at the Agricultural and Veterinary Training and Research Station of King Faisal University, Al-Hassa, KSA. The experimental field has a sandy soil texture with relatively high content of calcium carbonate, representing the most common soils characterizes in Al-Hassa Oasis. Two different sizes of tractors namely, New-Holland (large size) and Fiat (small size) were used to cultivate the field at three levels of soil moisture contents varying between the field capacity (M1) and wilting point (M3) with a third one in-between (M2) moisture content. These moisture levels were directly determined in the field before the start of the experiment. Some pertinent physical properties of the soil were determined including soil bulk density and cone penetration resistance. Plant measurements included yield characteristics (weights of whole plant, spikes, number of seeds per spike and total seed weight). Data was taken at locations not affected by the tractor's passages. Results indicated that both tractor weight and the initial soil moisture content at cultivation had marked effects on soil characteristics and hence barley crop growth and production. The best values of yield was found when land was prepared at a soil moisture content between the field capacity and wilting point working with either of the two tractors in the second season. However, the big tractor gave better results than the small one (4.81 and 4.17 ton/ha, respectively). This suggests that these two factors ought to be thoroughly considered when agricultural fields are being prepared, in order to avoid soil compaction and yield losses.