تأثير نماذج تخطيط الحقل في عملية الحراثة على السعة الحقلية والكفاءة الحقلية

بشير علي بشر، د. محمد عيسى موسى ، أميمة ميلود الجربي
قسم الهندسة الزراعية- كلية الزراعة - جامعة طرابلس

المستخلص

تعتبر الحراثة من أهم عمليات إعداد الحقل للزراعة، وتختلف طرق الحراثة بالمحاريث باختلاف نوع التربة، ونوع المحصول المطلوب زراعته، كما تعتمد طريقة دخول وخروج الجرار أثناء عملية الحراثة على شكل وأبعاد الحقل. عليه فإن التخطيط لعملية الحراثة واختيار النموذج والطريقة المثلى تساهم في التقليل من الزمن المفقود في الدوران والتنقل غير الفعال، ويخفض من كمية الوقود التي يستهلكها الجرار، كما يقلل من نسبة انضغاط سطح التربة وخصوصاً في أطراف الحقل، ويرفع من الكفاءة الحقلية للآلة. أجريت هذه الدراسة في محطات أبحاث وتجارب كلية الزراعة بجامعة طرابلس للمقارنة بين طريقتين من طرق الدخول إلى الحقل، وهما: طريقة التطويق والطريقة التعاقبية؛ وذلك من حيث الكفاءة الحقلية والسعة الحقلية النظرية والفعلية، باستخدام سرعتين وهما (3.99 و5) كم/ساعة، قُسمت الأرض موقع التجربة إلى أربعة حقول بأبعاد 50 م × 56 م. لكل حقل، واستخدم في هذه التجربة جرار زراعي نوع جدع 435 بقدرة (75 حصان ميكانيكي)، ملحق به محراث قرصي رأسي بسبعة أسلحة. في كلا الطريقتين تم حساب عدد المشاوير، وكذلك الزمن الفعال (زمن الحرث الفعلي)، والزمن غير الفعال (الزمن الضائع على الوسائد)، وكذلك تم حساب المسافة الضائعة على الوسائد، ومن خلال ذلك حُسبت الكفاءة الحقلية، والسعة الحقلية النظرية والفعلية. أوضحت النتائج أن استخدام طريقة الحراثة التعاقبية (تقسيم الحقل إلى شرائح) زادت من الكفاءة الحقلية مقارنة بطريقة الحراثة بالتطويق، عند السرعتين المنخفضة والعالية، كما لوحظ انخفاض الكفاءة الحقلية عند استخدام السرعة المرتفعة في الطريقتين؛ حيث انخفضت من 66 % إلى 60 % بالطريقة االتعاقبية، بينما انخفضت من 57.0 % إلى 50.7 % في طريقة التطويق. أما بخصوص السعة الحقلية الفعلية، فقد تفوقت الطريقة التعاقبية على طريقة التطويق؛ حيث سجلت 0.39 هكتاراً/ ساعة عند السرعة المنخفضة، بينما لم تتجاوز السعة الحقلية الفعلية في طريقة التطويق 0.38 هكتاراً/ ساعة عند السرعة المرتفعة، مما يؤدي إلى تقليل القدرة المطلوبة للعملية الزراعية، وبالتالي يقلل من معدل استهلاك الوقود لوحدة المساحة.

الكلمات الدالة: طريقة التطويق، الطريقة التعاقبية، الزمن الفعال، الكفاءة الحقلية، السعة الحقلية.

المقدمة

تعتبر الميكنة الزراعية من الركائز الأساسية التي تعتمد عليها خطط التنمية الزراعية؛ حيث تستحوذ على جزء كبير من الاستثمارات المالية وتشجع على تطوير وتحسين إدارة العمليات الزراعية. ومن بين العمليات الزراعية الأساسية تأتي عملية الحراثة وإعداد الحقل للزراعة، التي تلعب دوراً محورياً في تحسين الإنتاجية الزراعية وكفاءة استخدام الموارد. وفقاً لدراسة أجراها (عبد الرحمن، 2017)، فإن التخطيط الجيد لعملية الحراثة يمكن أن يقلل من استهلاك الوقود ويزيد من الكفاءة الحقلية. تختلف طرق الحراثة حسب نوع التربة، نوع المحصول المراد زراعته، نوع الغطاء النباتي السابق، مقاسات وشكل الحقل، طريقة الدخول

للاتصال: بشير علي بشر ، قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة – جامعة طرابلس - ليبيا
هاتف: 925598808 218+ البريد الالكتروني: basherali872@gmail.com
استلمت بتاريخ: 2024/10/01 أجيزت بتاريخ: 2025/6/01

والخروج منه، ونوع نظام التعليق والتوجيه للجرار الزراعي المستخدم. يعد إعداد وتخطيط الحقل من العوامل الأساسية لاختيار النموذج والطريقة المثلى لتنفيذ عملية الحراثة بكفاءة عالية. يساهم التخطيط الجيد في تقليل الزمن المفقود في الدوران والتنقل غير الفعال، مما يوفر الوقت والجهد ويرفع من كفاءة استخدام الآلة، كما يقلل من استهلاك الوقود ويحسن السعة الحقلية والكفاءة الحقلية (الطحان وآخرون، 1991)؛ حيث يؤثر التنقل غير الفعال على الخصائص الطبيعية والهندسية للتربة، فمن خلال الدراسة التي قام بها (بشر، 2009) لمعرفة تأثير حركة مرور الآلات الزراعية في التربة الرملية على خاصية مقاومة الاختراق ، وجد أن قيم متوسط مقاومة الاختراق عبر القطاعات ارتفعت مع زيادة عدد مرات المرور ولأكثر من الضعف تقريبا، وهذا يتفق مع موضوع الدارسة؛ حيث يؤدي استخدام طريقة التطويق إلى زيادة عدد مرات المرور في أطراف الحقل. كما تُعد السرعة الأمامية للآلة الزراعية من العوامل المهمة التي تحدد السعة الحقلية؛ حيث تؤدي زيادة السرعة عن الحدود المسموح بها إلى تعرض أجزاء الآلة للتلف نتيجة لقوى السحب الناتجة عن مقاومة التربة، بينما يؤدي انخفاض السرعة إلى نقص إنتاجية الآلة (الطالباني، 2006).

هناك نماذج مختلفة لتخطيط الحقل تشمل النموذج المستمر والنموذج الوسائدي. طريقة التطويق تتضمن الدوران عكس عقارب الساعة في مشاوير متوازية على الوسادة حتى الوصول إلى خط النهاية، وتتميز بقلة عدد الأخاديد. أما الطريقة التعاقبية فتقوم على تقسيم الحقل إلى عدة شرائح عرضها يساوي مضاعفات عرض الآلة، ويتم العمل بالتبادل بين الشرائح، وتتميز بأن المسافة التي يقطعها الجرار على الوسادة أقل مقارنة بطريقة التطويق، كما تخلو من الدورانات الحادة. وفقاً لدراسة (الشريف، 2007) فإن الطريقة التعاقبية يمكن أن تكون أكثر فعالية من حيث تقليل الزمن المفقود وزيادة الكفاءة الحقلية بتقليل تكرار عمليات المرور عند أطراف الحقل. ومن خلال الدراسة التي قام بها (موسى، وآخرون 2004) تبين أن هناك تأثيرا معنويا لحركة الآلات على بعض الخصائص الطبيعية، والهندسية للتربة، تنتج عن تكرار عمليات المرور.

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير طريقة الدخول إلى الحقل (التعاقبية والتطويق) أثناء الحراثة على العوامل المدروسة والمتمثلة في السعة الحقلية النظرية، والسعة الحقلية الفعلية والكفاءة الحقلية.

المواد وطرائق البحث

أجريت هذه التجربة في محطات أبحاث كلية الزراعة بجامعة طرابلس عام 2023؛ حيث تم اختيار أربعة حقول بأبعاد (50 × 56 متر لكل حقل). استخدم في هذه التجربة جرار زراعي نوع جدع 435 بقدرة 75 حصان ميكانيكي، ملحق به محراث قرصي رأسي ذو سبعة أسلحة. تم تقسيم الحقول إلى قسمين: أحدهما لاستخدام طريقة الحراثة التعاقبية، والآخر لاستخدام طريقة الحراثة بالتطويق. كان متوسط عمق الحرث في هذه التجربة 15 سم، وتمت الحراثة بسرعتين مختلفتين (3.99 و5 كم/ساعة) لكل من الطريقتين. حددت حواف الحقول باستخدام شواخص وشريط قياس للحصول على حقول ذات زوايا قائمة. تم رسم محيط الحقل لتوجيه السائق والحصول على خطوط متوازية أثناء عملية الحراثة. تم حساب الزمن الفعلي لكل مشوار باستخدام ساعة إيقاف، وتم حساب زمن العمل الفعلي لكل معاملة، ومنها تم إيجاد السرعة الفعلية وحساب مؤشرات الأداء الحقلي مثل: السعة الحقلية النظرية، والسعة الحقلية الفعلية، والكفاءة الحقلية باستخدام المعادلات المناسبة.

لحساب السعة الحقلية النظرية والسعة الحقلية الفعلية والكفاءة الحقلية، استخدمت المعادلات التالية المستخدمة في الدراسات السابقة:

1. السرعة النظرية (VP) كم/ساعة:

$$VP = S / Tt \quad \text{----------} \quad (1$$

حيث S هي المسافة المقطوعة بالمتر و Tt هو الزمن النظري بالثانية. (عزت وحمد علي، 1979)

2. السعة الحقلية النظرية (PT) بالهكتار/ساعة:

$$PT = 0.1 \times WT \times VT \quad \text{---------- (2)}$$

حيث WT هو العرض الشغال للآلة بالمتر وVT هي السرعة النظرية (كم/ساعة). (الطحان وآخرون، 1991).

3. الكفاءة الحقلية (Fe) بالنسبة المئوية

$$Fe = (Tp / Tt) \times 100 \quad \text{---------- (3)}$$

حيث Tp زمن الحرث الفعلي بالثانية، وTt زمن الحرث الكلي بالثانية. (الشريف، 2007).

4. السعة الحقلية الفعلية (Pp) (هكتار/ساعة):

$$Pp = PT \times Fe \quad \text{---------- (4)}$$

حيث PT هي السعة الحقلية النظرية وFe هي الكفاءة الحقلية. (الشريف، 2007).

تم حساب جميع هذه المعادلات للحصول على مؤشرات الأداء الحقلي أثناء عملية الحراثة، كما هو مبين بالجدول رقم (1)، وذلك لتحديد الكفاءة الحقلية والسعة الحقلية النظرية والفعلية لكل من الطريقتين (التعاقبية والتطويق).

جدول1. مؤشرات الأداء الحقلي أثناء عملية الحراثة

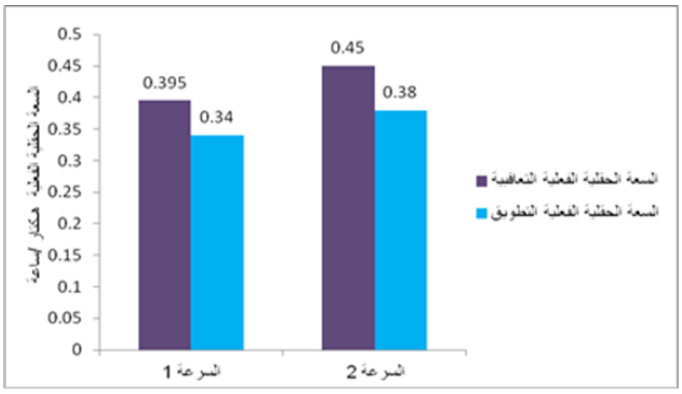
أوجه المقارنة	طريقة التطويق		الطريقة التعاقبية	
	سرعة (1)	سرعة (2)	سرعة (1)	سرعة (2)
عدد مرات الدوران (دورة)	33		37	
المسافة المقطوعة على الوسائد (متر)	816.75		518.00	
زمن الحرث الكلي (دقيقة)	43.00	39.00	42.00	37.00
زمن الحرث الفعلي (دقيقة)	24:45	19:48	27:45	22:12
الزمن المفقود عند الدوران (دقيقة)	18:15	19:12	14:15	14:48
سرعة الحراثة (كم\س)	3.99	5.00	3.99	5.00
الكفاءة الحقلية (%)	%57	%50.7	%66	%60
السعة الحقلية النظرية (هكتار/ساعة)	0.598	0.750	0.598	0.750
السعة الحقلية الفعلية (هكتار/ساعة)	0.34	0.38	0.395	0.45

النتائج والمناقشة

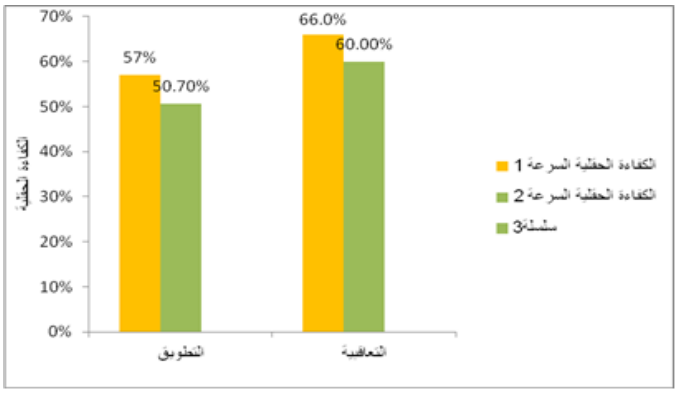
أظهرت النتائج تأثير طرق الحراثة على السعة الحقلية الفعلية والكفاءة الحقلية باستخدام سرعتين مختلفتين للحراثة. من خلال النتائج لوحظ أن السعة الحقلية الفعلية تزيد مع زيادة السرعة في كلتا الطريقتين (التعاقبية والتطويق) كما هو مبين في الشكل (1)، وذلك يؤكد دور السرعة كعامل أساسي في تحديد السعة الحقلية الفعلية. تتطابق هذه النتائج مع نتائج دراسات كل من (جبر وآخرون، 2006)، و(الطالباني، 2006) التي أشارت إلى أن زيادة السرعة العملية للجرار تساهم في زيادة السعة الحقلية النظرية والفعلية.

تبين من خلال النتائج أن طريقة الحراثة التعاقبية تتفوق على طريقة التطويق في السعة الحقلية الفعلية عند كلتا السرعتين، فقد سجلت الطريقة التعاقبية سعة حقلية بلغت 0.39 هكتاراً/ ساعة عند السرعة المنخفضة؛ أي: أكثر من طريقة التطويق التي سجلت 0.340 هكتاراً/ ساعة عند نفس السرعة، في حين كانت السعة الحقلية الفعلية 0.450 هكتاراً/ ساعة بالطريقة التعاقبية، و0.380 هكتاراً/ ساعة بطريقة التطويق عند السرعة المرتفعة كما هو موضح في الشكل (1). هذا الفرق يعمل على تقليل القدرة المطلوبة للعملية الزراعية وبالتالي تقليل استهلاك الوقود لكل وحدة مساحة، مما يجعل من طريقة الحراثة التعاقبية الخيار

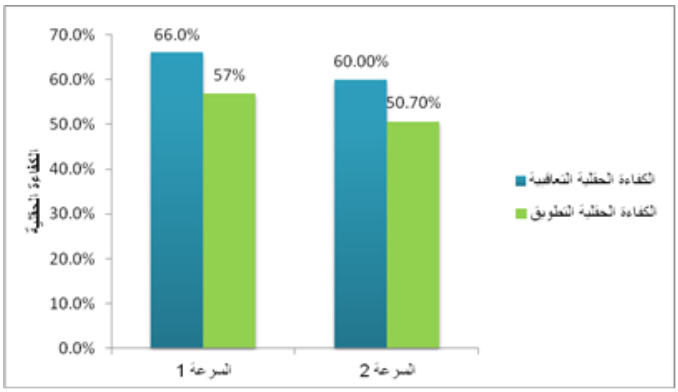
الأمثل لأداء عملية الحراثة. وتتطابق هذه النتائج مع دراسة (الطحان وآخرون، 1991) التي تؤكد التناسب الطردي بين السعة الحقلية الفعلية والسرعة الأمامية للجرار. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت النتائج تأثير السرعة وطريقة الدخول للحقل على الكفاءة الحقلية؛ حيث لوحظ انخفاض في الكفاءة الحقلية عند استخدام السرعة المرتفعة في كلا الطريقتين. فعلى سبيل المثال انخفضت الكفاءة الحقلية من 66% إلى 60% في الطريقة التعاقبية، ومن 57% إلى 50.7% في طريقة التطويق. تتفق هذه النتائج مع دراسة (العاني، 1995)، ودراسة (عبد الرحمن، 2017)، وكذلك دراسة (بخاري، 1989) التي أشارت إلى أن زيادة السرعة الأمامية للجرار تؤدي إلى انخفاض الكفاءة الحقلية. كما في الشكل (3،2).



شكل 1. تأثير السرعة وطريقة الدخول إلى الحقل على السعة الحقلية الفعلية.



شكل2. تأثير السرعة وطريقة الدخول على الكفاءة الحقلية

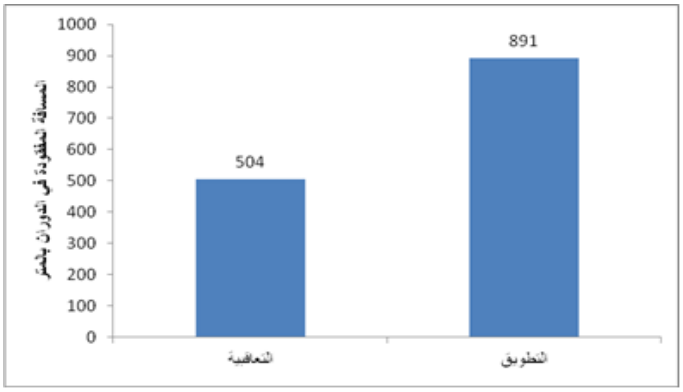


شكل 3. تأثير طريقة الدخول للحقل على الكفاءة الحقلية.

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (30)، العدد (1) 2025: 69- 75

أوضحت التجارب أن المسافة الضائعة في عملية الدوران عند أطراف الحقل تكون أكبر أثناء دخول الحقل بطريقة التطويق، بينما تكون المسافة أقل عند استخدام الطريقة التعاقبية (شكل 4)، مما يؤثر على الكفاءة الحقلية في طريقة حراثة التطويق، يتم الانتقال من شوط إلى آخر على الوسادة، حيث يقطع الجرار مسافات كبيرة نسبياً على الوسادة في الأشواط الأولى من عمليات الحرث. ومع تقدم عملية الحرث وتقارب المسافة بين خطوط الحراثة، يضطر السائق إلى الدوران في زوايا حادة، وهي التي تحتاج لوقت أطول نسبياً أثناء الدوران، وقد يلجأ السائق إلى الدوران في مسار دائري كبير يتناسب مع قطر الدوران المناسب للجرار المستخدم، والذي يختلف من جرار إلى آخر حسب نظام التعليق.

أما في طريقة الحراثة التعاقبية، فيتم تقسيم الحقل إلى حقول أصغر، بحيث يكون عرض الحقل الواحد منها الناتج من التقسيم مساوياً لمضاعفات عرض الحرث، ويتناسب مع قطر الدوران للجرار المستخدم. مما يسمح بالانتقال من شوط إلى آخر على مسافات متساوية تقريبا وغير كبيرة نسبياً، مما يلغي الحاجة إلى الدورانات الحادة عند نهاية عملية الحراثة مقارنة بطريقة الحراثة بالتطويق (الشريف، 2007).



شكل 4. تأثير طريقة الدخول للحقل على المسافة المفقودة في الدوران.

الاستنتاج

أظهرت النتائج أن طريقة الحراثة التعاقبية تتفوق على طريقة التطويق من حيث الكفاءة، خاصة عند السرعات المنخفضة، مما يجعلها الطريقة الأمثل لتحضير الحقل. تعود هذه الأفضلية إلى تقليل الزمن المفقود في الدوران والتنقل غير الفعال، مما يؤدي إلى تحسين استخدام الموارد وتقليل تكاليف التشغيل. يجب استكشاف التأثيرات طويلة الأمد لطرق الحراثة المختلفة على خواص التربة وإنتاجية المحاصيل، فمن الممكن أن تكون لهذه التأثيرات آثار مهمة على العمليات الزراعية المستدامة، بسبب الزيادة في عدد مرات المرور في مساحات معينة من الحقل، وهذا يتطابق مع دراسة (موسى وآخرون، 2024) والتي أوصت بأن الحد من حركة المرور أثناء العمليات الزراعية.

يُوصي باعتماد الطريقة التعاقبية لزيادة الكفاءة الحقلية وتقليل تكاليف التشغيل، كما يُنصح باعتماد هذه الطريقة لإعداد الحقل للزراعة. كما يجب إجراء المزيد من البحوث حول تأثير طرق الحراثة المختلفة على انضغاط التربة وإنتاجية المحاصيل لضمان تحقيق أفضل نتائج زراعية ممكنة. تنفيذ برامج تدريبية للمشغلين حول تقنيات إعداد الحقول يمكن أن يساهم في تحسين الكفاءة وتقليل الأخطاء التشغيلية. بالإضافة إلى ذلك يجب التوسع في إجراء الدراسات على طرق الحراثة المختلفة واستخدام المحاريث المناسبة لكل طريقة لضمان تحقيق أفضل النتائج. تدريب السائقين والمزارعين على مختلف طرق الدخول للحقل واستخدام المحاريث التي تقلل من حدوث أخاديد بالتربة كلما أمكن. وأخيرا إجراء أبحاث على طرق اقتصادية تقلل من الدورانات غير التشغيلية لتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف التشغيلية.

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (30)، العدد (1) 2025: 69- 75

المراجع

العاني، عبد الله نجم. (1995). تأثير السرعة الأمامية للجرار على الكفاءة الحقلية والسعة الحقلية الفعلية. مجلة الهندسة الزراعية، 27(3)، 45-53.

الطالباني وآخرون. 2006. تأثير السرعة العملية للجرار على السعة الحقلية النظرية والفعلية. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، 37(2)، 112-121.

الطحان، م. وآخرون. 1991. تحسين كفاءة استخدام الجرارات في عمليات الحراثة. مجلة العلوم الزراعية، 15(1)، 25-33.

الشريف، شرف الدين. (2007). أساسيات الحراثة والمحاريث. دار الكتب الوطنية – ليبيا. 591 – 628. ISBN 9959-818-82-9 .

بشر، ب.ع. 2009. تأثير حركة الآلات الزراعية على بعض الخواص الطبيعية والهندسية للتربة عند مستويات رطوبة مختلفة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة طرابلس .

بخاري، ن. (1989). تأثير زيادة السرعة الأمامية للجرار على الكفاءة الحقلية. مجلة الزراعة والميكنة، 13(7) , 59-66.

جبر، حسون. وآخرون. (2006). تأثير السرعة الأمامية للجرار على السعة الحقلية الفعلية. المجلة السعودية للعلوم الزراعية، 29(5)، 77-85.

عبد الرحمن، ك. (2017). تأثير التخطيط الجيد لعملية الحراثة على الكفاءة الحقلية واستهلاك الوقود. المجلة المصرية للهندسة الزراعية، 54(6)، 205-213 .

عزت، عبد السلام. وحمد علي. (1979). معادلات حساب السرعة النظرية والكفاءة الحقلية. مجلة الهندسة الميكانيكية، 11(2)، 67-75.

موسى، وآخرون. (2024). تأثير حركة الجرار الزراعي في الحقل على خاصية مقاومة الاختراق في التربة الزراعية. المجلة الليبية للعلوم الزراعية المجلد (28): العدد (1) 2024: 1-11.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (30), No. (1), 2025: 69 - 75

Original Article

The effect of field planning models in the tillage process on field capacity and field efficiency

Bashir A. Beshir ,Mohamed I. Musa ,Omima M. Elljerbi

Department of Agricultural Engineering –Faculty of Agriculture – University of Tripoli .

ABSTRACT

Tillage is one of the most important field preparation operations for agriculture. The methods of tilling with plows vary depending on the type of soil and the type of crop to be planted. Additionally, the method of tractor entry and exit during the tillage process depends on the shape and dimensions of the field. Therefore, planning the tillage process and selecting the optimal model and method contribute to reducing lost time during turning and ineffective movements, decreasing the amount of fuel consumed by the tractor, reducing soil surface compaction, especially at the field edges, and increasing the field efficiency of the machinery. This study was conducted at the research and experimental stations of the Faculty of Agriculture at the University of Tripoli to compare two methods of field entry: the perimeter method and the sequential method, in terms of field efficiency, theoretical and actual field capacity, using two speeds (3.99 and 5 km/hour). The experiment site was divided into four fields with dimensions of 50 m × 56 m each. A Jada 435 tractor with a mechanical power of 75 horsepower, equipped with a seven-disc vertical plow, was used in this experiment. In both methods, the number of passes, effective time (actual tillage time), and ineffective time (lost time on headlands) were calculated, as well as the lost distance on headlands. From these, field efficiency, theoretical, and actual field capacity were calculated. The results showed that the use of the sequential tillage method (dividing the field into strips) increased field efficiency compared to the perimeter tillage method, at both low and high speeds. It was also observed that field efficiency decreased when using the higher speed in both methods, where it dropped from 66% to 60% with the sequential method, and from 57.0% to 50.7% with the perimeter method. Regarding actual field capacity, the sequential method outperformed, reaching 0.39 hectares/hour at low speed, compared to the perimeter method, which had a field capacity of 0.38 hectares/hour even at high speed. This leads to a reduction in the power required for the agricultural operation, thereby reducing the fuel consumption rate per unit area.

Keywords: Perimeter method, sequential method, effective time, field efficiency, field capacity.

Corresponding Author Bashir A. Beshir, Dep. of Agricultural Engineering, Agric. Fac., Univ. of Tripoli, Libya.

Phone: +218925598808 Email: basherali872@gmail.com

Received: 01/10/2024 Accepted: 01/ 6/ 2025