مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(7) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (7) 2022

تقييم ومقارنة أداء مركب الفجاج العزَّاق لوحدة تسطير بذار بأسلوب الزراعة الحافظة في ظروف تربة غير مستوية

د. محمد عبود غانم*

م. غدير مدحت مصطفى **

(تاريخ الإيداع 7/ 6/2022 . قُبِل للنشر في 28 /7/2022)

□ ملخّص□

تم إجراء البحث في مشتل الثورة في منطقة عمريت بمحافظة طرطوس خلال الموسم الزراعي (2021–2022) بهدف اختبار أداء مركب فجاج بذر لوحدة تسطير بذار تم تصنيعه محلياً، حيث تم توظيف التحليل الإحصائي (ANCOVA)وفق تصميم العشوائية الكاملة، لدراسة تأثير قوة الضغط المطبق في تحسين أداء عملية البذر بأسلوب الزراعة الحافظة في ظروف تربة غير مستوية، من حيث المؤشرات الآتية: عمق العمل وانتظامه، وإثارة التربة، ودرجة التغطية، وعمق البذر، ومصروف الوقود، ونسبة الانبات.

بيَّنت النتائج أن زيادة قوة الضغط المطبق من قبل ميكانيزم الفجاج أدى إلى ضبط أفضل، وتحسين عمق العمل وانتظامه. وأدى التصميم الهندسي المناسب للفجاج إلى تقليل إثارة التربة وزيادة مصروف الوقود، مقارنةً باستخدام مركب الفجاج التقليدي. كما أن عملية البذر باستخدام مركب الفجاج، كانت سيئة في الظروف ذات الخشونة المرتفعة من حيث عمق البذر وكفاءة التغطية، في حين تحقق أداء أفضل في ظروف التربة غير المستوية عند إجراء عملية البذر باتباع طريقة الحركة الموازية لخشونة السطح، وتحققت نسبة إنبات أعظمية (77.5 %) مقارنةً بها في الاسلوب التقليدي.

الكلمات المفتاحية: الزراعة الحافظة ، مُركب فجاج البذر، مؤشرات الأداء، ظروف التربة غير المستوية.

* أستاذ- قسم هندسة المكننة الزراعية- كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس
** طالب دكتوراه- قسم هندسة المكننة الزراعية- كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس**

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(7) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (7) 2022

Evaluate And Compare The performance Of Furrow Opener Assembly OF Grain Drill Under Conservation Agriculture System in uneven soil conditions

Prof. Mohamed A.Ghanem *
Eng. Ghadeer M. Mustafa**

(Received 7/6/ 2022 . Accepted 28 /7/ 2022)

□ ABSTRACT

The research was conducted in Al-Thawra Nursery, Amrit District, in Tartous Governorate. During the 2021-2022 agricultural season. With the aim of testing the performance of a locally manufactured Hoe Furrow Opener Assembly OF Grain seed drill (FA-G). the ANCOVA statistical analysis with a completely randomized design Was used, to study the effect of the Downforce on improving the performance of the seeding process in several different conditions under conservation agriculture system, in terms of the following indicators: Working Depth and Uniformity(WD-U), soil Disturbance(SD), Coverage Efficiency(CE), Depth of Seeding(DS), Fuel Consumption(FC), and Percentage of germination(PG). The results showed that increasing the Downforce of FA-G mechanism led to better control, Improvement of WD-U. Because of the appropriate parameters design of Furrow opener, it has resulted in reduced SD and increased FC, compared to the use of conventional FA-G. Also, the sowing process was poor in conditions of high uneven (UsC) in terms of DS and CE. Whereas, better performance was achieved in UsC, when seeding was carried out using the parallel movement method of surface roughness, and a maximum PG (77.5%) was achieved, compared to that of the traditional method.

Keywords: Conservation agriculture, Furrow Opener Assembly, performance indicators, unevetn soil conditions.

*Professor- Agricultural Mechanization Department- Faculty of Technical Engineering .
**Student Doctoral Degree- Agricultural Mechanization Department- Faculty of Technical Engineering.

1- مقدمة

تلعب آلات البذر دوراً كبيراً في زيادة الإنتاج الزراعي، وهذا يتحدد بقدرة الآلة على تحقيق الأداء التكنولوجي من حيث اختراق التربة ووضع البذور على العمق المناسب لتحقيق أفضل نسبة إنبات. ويعتبر مركب الفجاج المكوّن الأهم في آلة البذر، فهو المسؤول عن وضع البذور على العمق المناسب، وتأمين تغطية مناسبة لها، لذلك يجب أن يتناسب عمله مع نوع وظروف التربة، كما أن تحقيق المتطلبات المحددة لأسلوب البذر يتأثر بآلات البذر وخصائصها البنيوية، فنجاح عملية البذر يعتمد على أداء البذارة (نوع الفجاج)، وظروف الحقل والعمل (Karayel & Özmerzi, 2007).

إن أداء الفجاج يمثل أداء آلة البذر في الحقل، وأن نمو المحصول يتأثر بشكل كبير بخصائص أداء الفجاج، حيث تبين أنَّ لخصائص الفجاج تأثيراً كبيراً في خصائص مهد البذرة وفي معدل النمو (Chaudhari, 2001).

إن الحلول التقنية الحالية لإنجاح عملية البذر تتمحور حول ابتكار حلول تصميمية تحقق بذر محاصيل الحبوب في التربة المغطاة بالبقايا النباتية، وذلك على عمق ثابت، وإنَ الحلول المقترحة في أغلبها لم تلق انتشاراً واسعاً بسبب ضعف هذه التقنية وعدم ملائمتها لجميع الحالات والظروف، وحيث أن أداء مركب فجاج البذر يمكن أن يكون مختلفاً بشكل كبير تحت ظروف وأنواع مختلفة من الأتربة وظروف البقايا والعوائق، فقد توصلت نتائج الأبحاث إلى أن الفجَّاجات الضيقة والمعروفة بالفجِّاجات العزاقة، تمتاز بقدرتها العالية على الاختراق، مقارنةً بالفجاج القرصي، ولكنها أكثر حساسيه لعامل السرعة والضبط والمعايرة، وإنَّ استخدام وحده التغطية من النوع النابضي أدى إلى زيادة النسبة المئوية لنمو البادرات مقارنةً بنموذج السلسلة كوحدة تغطية (Ahmet & Sefaaltikat, 2012).

إن عمق البذر وانتظامه يعتمد بصورة كبيرة على مقدرة نظام التغطية الموجود في آلة البذر على إعادة التربة إلى الأخدود بانتظام قبل استقرار البذور وثبوتها، وكذلك على قدرته على إيقاف ظاهرة الرمي الجانبي للأتربة في الأخاديد المجاورة، لذا فإن استعمال آليات تغطية كفء يجعل بالإمكان زيادة سرعة البذر نسبياً Desbiolles & (Hill, 2001)، وإن الفجاج القرصي المزدوج يميل لوضع البذور على أعماق أقل من الفجاج العزاق، بينما الفجاج القرصي يؤمن انتظاماً لعمق البذر بشكل أفضل، وبالتالي يعزز من نمو المحصول بالمقارنة مع الفجاج العزاق، حيث تتأثر تغطية البذور (مقدار ارتفاع التربة المغطية للبذور) بموقع البذرة داخل الأخدود وكمية الأتربة التي تغطيها (Doan et al, 2005)، وأن الفجاج العزاق الشوكي يسبب إثارة تربة أكبر بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من الفجَّاجات، كالفجاج القرصي المزدوج والفجاج المِجرفي الحفار والفجاج الفأسي (Chaudhuri, 2001)، وأنَّ كمية التربة المثارة والقوى الرأسية والأفقية المؤثرة على الفجاج تتغير معنوياً بالاعتماد على تصميم ونوع الفجاج (Baker et al, 2006)، وأنَّ استخدام الفجاج الفأسي من النوع (T) معكوس وبزاوية (65°) حقق أفضل عمق بذر وانتظامه، ودرجة تغطية عالية، وكانت درجة تغطية التربة أكبر دليل مرتبط بمعدل خروج البادرات وبأعلى نسبة إنبات لبذور الذُرة واللوبياء (Hoque et al, 2021b)، وأنَّ زيادة سرعة البذر من (8–13 كم/سا) لم يكن لها تأثير معنوي على خروج البادرات، بينما السرعات الأعلى سبَّبت قذف التربة من الأخدود لمسافة أبعد، وبالتالي أثَّر على عمق توضع البذار، وأن العجلات الوتدية الشكل ذات العرض (55ملم) تقوم بوضع البذور على عمق أكبر، وأعطت أقل متوسط لزمن خروج البادرات مقداره (9.8 يوم) مقارنةً ب(12.6يوم) عند استخدام عجلات الضغط بعرض (80 و110 ملم) (Bayhan et al, 2015)، وأنَّ خصائص إثارة التربة ومتطلبات القوة زادت بزيادة عمق عمل الفجاج، وأنَّ الفجاج العزَّاق كان الأقل تأثراً بتراكم التربة وبإثارة التربة جانباً (Hasimu & Chen, 2014)، وأن أكبر عمق للعمل في الفجاج العزَّاق (23% من

العمق المعاير عليه)، وأفضل نسبة إنبات (25.7 %)، وتوصل إلى عدم كفاءة الآلة المحلية في العمل ضمن ظروف الزراعة الحافظة، وأوصى بذلك بضرورة تحسين أداء الآلة ومكوناتها (مصطفى، 2019).

إن الدراسات التي أُجريت مؤخراً، والمرتبطة بتكوين نظام ضبط عمق مُحسَّن، بينت أن أنظمة تطبيق قوة الضغط في بذَّارات وآلات الزراعة المباشرة تعتبر أكثر خصوصية، وذلك لأنها تطبق عليها قوة مقاومة تربة أكبر مقارنةً بالبذر التقليدي، حيث بيَّنت الدراسات أن تعرجات السطح وبقايا المحصول ومتانة التربة من أكثر العوامل المسببة لاختلاف العمق وانتظامه، وأنَّ إحدى الطرق الشائعة لتلافي ذلك هي تنظيم قوة وضبطها (Rui et al, 2016; Karayel & Šarauskis, 2011)، حيث يتطلَّب كل تصميم لمركب فجاج الزراعة الحافظة قوى مختلفة لتحقيق العمق الملائم، وإن قوة الضغط الرأسية هذه يتم تحديدها بالعلاقة مع صلابة التربة ومتانتها ورطوبتها وكثافتها ومحتواها من الحجارة وحجومها ومحتوى التربة من جذور النباتات والتي تعمل كنسيج مقاوم، بالإضافة إلى سرعة العمل والبارامترات الهندسية لتصميم الفجاج وملحقاته وميكانزيم الوصل مع الهيكل (Nielsen et al, 2018)، وأنَّ الفجاج بزاوية هجوم (45°) حققت زيادة في اضطراب التربة وتحببها، وأدت جميع الفجّاجات بزاوية هجوم 90 والمائلة وذات الحافة الحادّة إلى تلطيخ الأخدود وتشققه، وإلى ردم تربة الأخدود بشكل أكبر (Aikins et al,2021)، وأن لانحناء حافة القطع تأثيراً في مقدار إثارة التربة، حيث حقق أقل إثارة للتربة وأقل كثافة ظاهرية، وأنَّ زيادة زاوية الجرف سبَبت نقصاناً في مساحة الأخدود، وهذا بدوره أثَّر في نسبة الإنبات وبالتالي في الإنتاجية (Zhang et al, 2016)، وأن القيم المتوسطة لمعامل تغير عمق البذر والانحراف الجانبي لتوضع البذار ومعامل تغير مسافة البذر (5.77%، 5.1 ملم و9.54 %)، كانت أفضل مقارنةً بالفجاج القرصي المزدوج التقليدي (Wang et al, 2020).

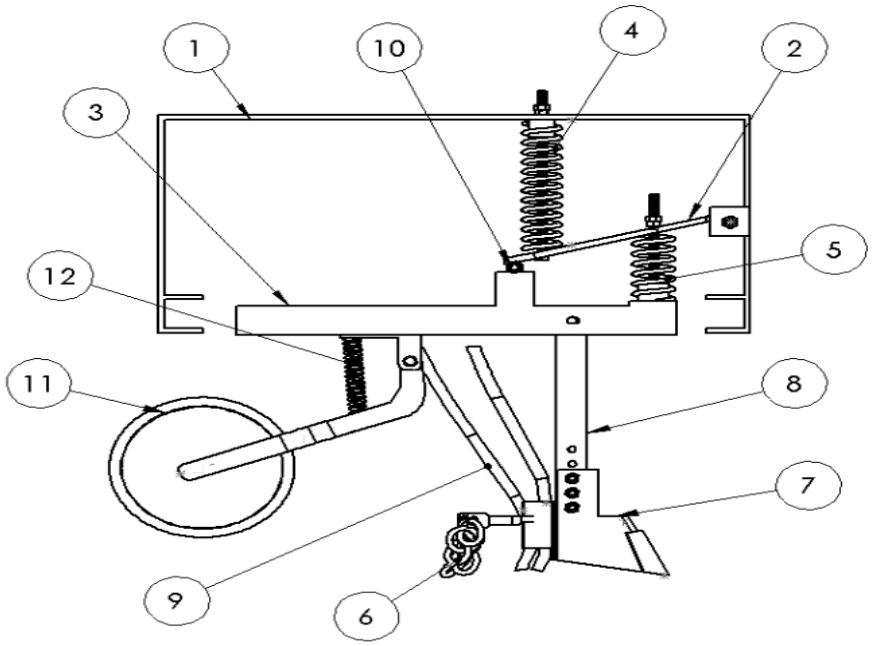
2-أهمية البحث، وأهدافه

يعتمد أسلوب الزراعة الحافظة على إجراء عملية البذر دون إجراء أية معاملة للتربة، حيث تبقى الأعشاب وبقايا المحصول السابق على سطح التربة، وتتعرض للتخمر والتحلل في هذه الطبقة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نسبة المادة العضوية في هذه الطبقة، وبالتالي زيادة خصوبتها التي هي هدف كل عملية من العمليات الزراعية. وبذلك يتطلب من آلة البذر التي تستخدم في أسلوب الزراعة الحافظة فتح أخاديد في التربة على عمق البذر المطلوب، ووضع البذور على هذا العمق، وتغطيتها بالتربة بالسماكة المطلوبة، وهذا ما يحتم استخدام آلات التسطير وآلات البذر مفردة الحبة فقط في هذا الأسلوب، لاحتوائها على فجَّاجات للتربة. وبذلك يهدف البحث إلى تقييم أداء مركَّب الفجاج العزاق الذي تم تصميمة وتصنيعه محلياً، وتحسين الأداء ضمن ظروف التربة غير المستوية عن طريق دراسة تأثير قوة الضغط المطبَّقة من قبل ميكانيزم الفجاج، بالعلاقة مع المؤشرات المختلفة لظروف التربة غير المستوية (عمق العمل وانتظامه، وإثارة التربة، ودرجة التغطية، وعمق البذر، ومصروف الوقود، ونسبة الإنبات).

3-طرائق البحث، ومواده

3-1-تصميم مركب الفجاج العزَّاق:

يجب أن يتيح ميكانيزم ضبط عمق العمل المحافظة على التوضُّع النسبي لبارامترات الفجاج الهندسية، ولأجل ذلك تم تزويد مركب وحدة البذر بميكانيزم ميكانيكي نابضي (الشكل 1) لضبط عمله. حيث يُمكّنه من الحركة في الاتجاه الرأسي فقط مع إمكانية الحيود عن الاتجاه الجانبي لخط البذر حتى (20 ملم) يميناً ويساراً لعزل التأثير الجانبي لقوى التربة في ظروف المقاومة المرتفعة والعوائق الكثيفة، ويتيح لمركب الفجاج أن يتوضع ويعمل بشكل إفرادي و مستقل عن بقيه الوحدات الأخرى. إنّ الفجاج (7) يتصل مع الوتد(3) بواسطة القصبة (8)، وهي تتصل بدورها مع العارضة الثانوية (2) عبر مفصل أسطواني، كما تتصل من الجهة الأُخرى مع العارضة الرئيسية (1) من الأمام لمركب الفجاج عبر مفصل دوراني آخر، ومن الأعلى عبر نابض انضغاط (4) مزوَّد بمحور يتيح معايرة الضغط المطبق يدوياً، كما ويتصل الوتد (3) من الجهة الأمامية له مع العارضة (2) بواسطة نابض (5). وزوّد الميكانيزم بفجاج عزَّاق متبوعاً بعجلة ضغط مفردة (10) من النوع offset of zero centered بقطر(210 ملم) وبعرض(40 ملم)، حيث يُحدَّد عرض العجلة وشكلها لضمان إحداث تطابق بين الأخدود المفتوح ومقطع العجلة وإحداث ضغط مناسب فوق سطح البذرة. وتمَّ تزويد الفجاج بسلاسل تغطية إضافية خلف الفجاج بوزن (2.3 كغ) وبعرض (13 سم)، لتحسين عملية تغطية البذار بالتربة المثارة. تم تصميم وتصنيع نموذج تجريبي لبذارة من النوع المحمول تنتهي بعَجلة أرضية لحمل وزن الآلة، وتحقيق التوازن عند العمل وللمساعدة في معايرة عمق العمل، وتم تزويدها بميكانيزم نقل حركه لقياده تلقيم البذار، وزُوّدت أيضاً بخزان للبذر وآخر للسماد، مقسَم لأقسام مستقلة لكل خط بذر، ويتيح إمكانية فصل عمليه البذر لكل وحدة بذر، ومزود بآلية تلقيم بوَّابي بالسقوط الحر للبذار تتيح إمكانية تغيير معدل البذر بين (2–13 كغ/ دونم) لمحاصيل البذار الصغيرة والمتوسطة، وتوضَّعت أجزاء البذارة على هيكل مقطع مربع (60*60*3ملم)، وتم تزويد البذارة بوصلة مشبك ثلاثي هيدروليكي لحمل ونقل الآلة.



الشكل(1): مَسقط جانبي لنموذج مركب الفجاج.

2-3-التقييم الحقلي لمركب الفجاج:

تمَّت التجربة الحقلية في مشتل الثورة في منطقة عمريت بمحافظة طرطوس، وتم اختيار المواقع التجريبية لتمثيل عدة ظروف مختلفة، وحددت مساحة لعدة مواقع تجريبية، وتبين من تحليل التربة في مخبر السدود بمحافظة طرطوس، على أنها التربة ذات مزيج طيني لومي رملية، وتراوحت الرطوبة الأرضية (95–104 غ/كغ) والكثافة في منطقه الأخدود بعد البذر (1.21 غ/سم3)، كما تم تحديد خصائصها ودونت في الجدول (1)، وتم إجراء عملية البذر لبذور القمح صنف شام4 وبشكل مباشر ضمن ظروف المواقع المحددة، حيث تمَّت بوقت مبكر وبتاريخ 2021/10/21، ولم تجرى أية عملية حراثة للتربة أو أي عملية تسوية مسبقة للبذ.

الجدول(1): خصائص وظروف تربة المواقع التجريبية.

الموقع	الكثافة (غ/سم^3)	انتظام السطح (%)	محتوى البقايا(كغ/هـ)	المعاملات السابقة وطريقة إجراء البذر
1	1.32	%84	325	محروثه خلال الشهر العاشر من العام 2020، وعملية البذر موازية لاتجاه خطوط الحراثة
2	1.32	%84	325	محروثه خلال الشهر العاشر من العام 2020، وعملية البذر متعامدة لاتجاه خطوط الحراثة
4	1.41	%59	390	غير محروثة لموسمين متتاليين

استُخدم في التجربة مركب الفجاج العزاق الشكل(1)، كوحدة بذر تم بناءها وتركيبها على نموذج البذارة التي تم تصنيعها لأجل تقييم أدائه (الشكل 2)، حيث تم تجريب البذَّارة بشكل مستقل في شرائح تجريبية (16م) وبمساحة (288 م٢) لكل موقع تجريبي، وحُدد تصميم القطع المنشقَّة تحت تصميم العشوائية الكاملة على أنَّه التصميم الأكثر ملائمة لتجارب حقلية بثلاث مكررات بهدف تقليل الأخطاء التجريبية وضمان دقة بيانات التجربة، حيث تم تطبيق ثلاث مستويات مختلفة لقوة ضغط الميكانيزم على مركَّب الفجاج (618، 927، 1390 نيوتن) (Paredes et al, 2019)، وتم ضبط مقدار الضغط المطبق عن طريق طول عنصر المرونة (4) كما يبين (الشكل 1)، بحيث تكون قيمة الضغط واحدة، وتمت عملية البذر وفق معدل بذر 3 غ/ثا ويعادل(64–124 بذرة/م) وعلى عمق البذر في المواقع الثلاثه (80ملم)، وذلك عند سرعة محددة لتكون أعلى من (2.1 كم/سا) وبشكل اختياري من قِبل سائق الجرار، وبسبب اختلاف سرعة العمل بين المرورات الحقلية، فقد تم اعتبار تحليل (ANCOVA) الطريقة الإحصائية الأكثر ملائمةً في هذه الحالة، واستخدم تحليل الاختلافات لتوصيف معنوية الاختلافات بين المتغيرات عند مستوى المعنوية ($P \leq 0.05$)، وتمَّت جميع الاختبارات الإحصائية باستخدام برنامج(SPSS V19).

(b) (a)

الشكل (2): نموذج آلة البذر (a) والتي استخدمت لاختبار مركب الفجاج (b)

3-3-مؤشرات الأداء:

3-3-1-عمق العمل (ملم PD): العمق الذي يصل إليه الفجاج عند حركته في التربة، وأُخذ متوسط عشر نقاط عشوائية من خط طوله 1 م، وتم تكراره أربع مرات عند كل مكرر تجريبي وعند كل عمليه ضبط، وفي جميع الظروف الحقلية المدروسة (مصطفى، 2019).

3-3-2- انتظام عمق العمل (RBD %):

تم تقييمه عن طريق معامل الاختلاف (CV) لقياسات عمق العمل من خط عمل مركب الفجاج طولة 4 م، وعند كل مكرر تجريبي وعند كل عمليه ضبط، وفي جميع الظروف الحقلية بتطبيق العلاقة:

$$\boldsymbol{RBD}(\%) = \left(\mathbf{1} - \frac{\boldsymbol{std(PD)}}{\overline{\boldsymbol{PD}}}\right) * \mathbf{100} \qquad (\mathbf{1})$$

$std(PD)$: الانحراف المعياري للقياسات (ملم).

$\overline{PD}$: متوسط عمق العمل (ملم).

3-3-3-إثارة التربة(م٣/ه SD): حجم التربة المضطرِبة والمثارة الناتجة عن عمل الفجاج بعد فتح الأخدود، وأخذت كمية التربة (Ws) الناتجة بعد مرور الفجاج وأثناء قياس عمق العمل، وهي كمية التربة الموجودة في الأخدود وعلى جانبيه في خط طوله (4 م)، وعند كل مستوى ضغط، وفي جميع الظروف الحقلية المدروسة، ثم نُسِبت لواحدة الهكتار بدلالة المسافة بين وحدات خطوط الزراعة، ومقدارها(15 سم) بتطبيق العلاقة (مصطفى،2019):

$$\boldsymbol{SD} = \frac{\boldsymbol{Ws} * \mathbf{16.6}}{\boldsymbol{\gamma}} \qquad (\mathbf{2})$$

Ws : كتلة التربة المقاسة (كغ)

γ : الكثافة الظاهرية للتربة(غ/سم3).

3-3-4-درجة التغطية(PC%): وهي معدل الأتربة ضمن الأخدود كواحدة وزن منسوبه إلى وزن التربة الكليِّة المثارة والموجودة داخل و خارج و على جانبي أخدود طوله 4 م، وقيست عند كل مكرر تجريبي عند الضبط على المستوى الأول فقط، وفي جميع الظروف الحقلية. وحُسبت باستخدام العلاقة (Park et al, 2002):

$$PC(\%) = \left(\frac{m_c}{\gamma * SD_v}\right) * 100 \qquad (3)$$

m_c : كتلة التربة في الأخدود(كغ).

γ : الكثافة الظاهرية للتربة (كغ/سم3).

SD_v : حجم التربة المقاس من المُكرَّر التجريبي (سم3).

3-3-5-عمق البذر(ملم VSD):عمق توضع البذرة تحت سطح التربة، وتَّم قياس عمق البذر الفعلي لكل بذره على أنَه المسافة الرأسية لتوضع البذور النابتة عن سطح التربة، ويمثله القسم المطمور من البادرة حتى الجذر، وتم قياسه بعد الإنبات، وبعد 30 يوماً من البذر، حيث تم قطع البادرات عند سطح التربة، ثم أخذت القياسات بثلاثة مكررات، ولكل موقع، من عشرين موقع عشوائي بطول 4 م من خط البذر، ثم أخذ المتوسط الحسابي لها (Hoque et al, 2021a).

3-3-6-استهلاك الوقود(ل/سا FC): كمية الوقود المستهلكة من قبل وحدة العمل في واحدة الزمن، حيث تَّم قياس مقدار استهلاك الوقود بالاعتماد على مقدار النقصان في كمية الوقود الموجودة في الخزان عند كل قياس، وفي جميع المواقع التجريبية، ولأجل إيجاد مصروف الوقود لكل وحده من الوحدات المطورة تم تركيب كل مركب بشكل منفصل على هيكل البذارة وقياس مقدار الوقود المستهلك خلال مسافة عمل 16 م. تم تكرار القياس 3 مرات لكافة المعاملات، وتم حساب استهلاك وقود الجرار (ل/سا) لكل معامله، بدلالة سرعه العمل (مصطفى،2019) وبتطبيق العلاقة :

$$FC = \frac{3.6 * FC_m}{t} \qquad (4)$$

FC_m: كمية الوقود المقاسة (مل).

t: الزمن الفعلي (ثا).

3-3-7-نسبة الانبات (PE %): وهي النسبة المئوية للبذور النابتة من البذور المزروعة في منطقة التجربة، وتمَّ حساب نسبة الانبات PE بدلالة عدد البذور المزروعه N_s (بذرة/م)، وعدد البذور النابتةN_e بتطبيق العلاقة :

$$PE(\%) = \left(\frac{4 * N_s}{N_e}\right) * 100 \qquad (5)$$

أخذت قياسات عمق العمل وعمق البذر باستخدام مسطرة ميلمترية بدقة 5.0 ملم، وقياس استهلاك الوقود بواسطة أنبوبة مدرجة سعة 100 ملم عند خطأ سعوي ± 5.0 مل، وأمَّا إثارة التربة ودرجة التغطية فتم قياسها بواسطة أسطوانة مدَّرجة طولها 25 سم ومساحة قاعدتها 5.2 سم2 .

4-النتائج والمناقشة:

4-1-تأثير الضغط المطبَّق، والظروف الحقلية في عمق العمل:

أُخذ متوسط عشر نقاط عشوائية من خط طوله 1م، وتم تكراره أربع مرات عند كل مكرر تجريبي وعند كل مستوى ضغط وفي جميع الظروف الحقلية المدروسة، حيث يبين (الشكل 3) قياسات مؤشر عمق العمل بال ملم وسرعة العمل بواحدة (كم/سا)، وتحليل البيانات المقاسة مبين في (الجدول 2).

الجدول (2): التحليل الإحصائي لقياسات عمق العمل(ملم).

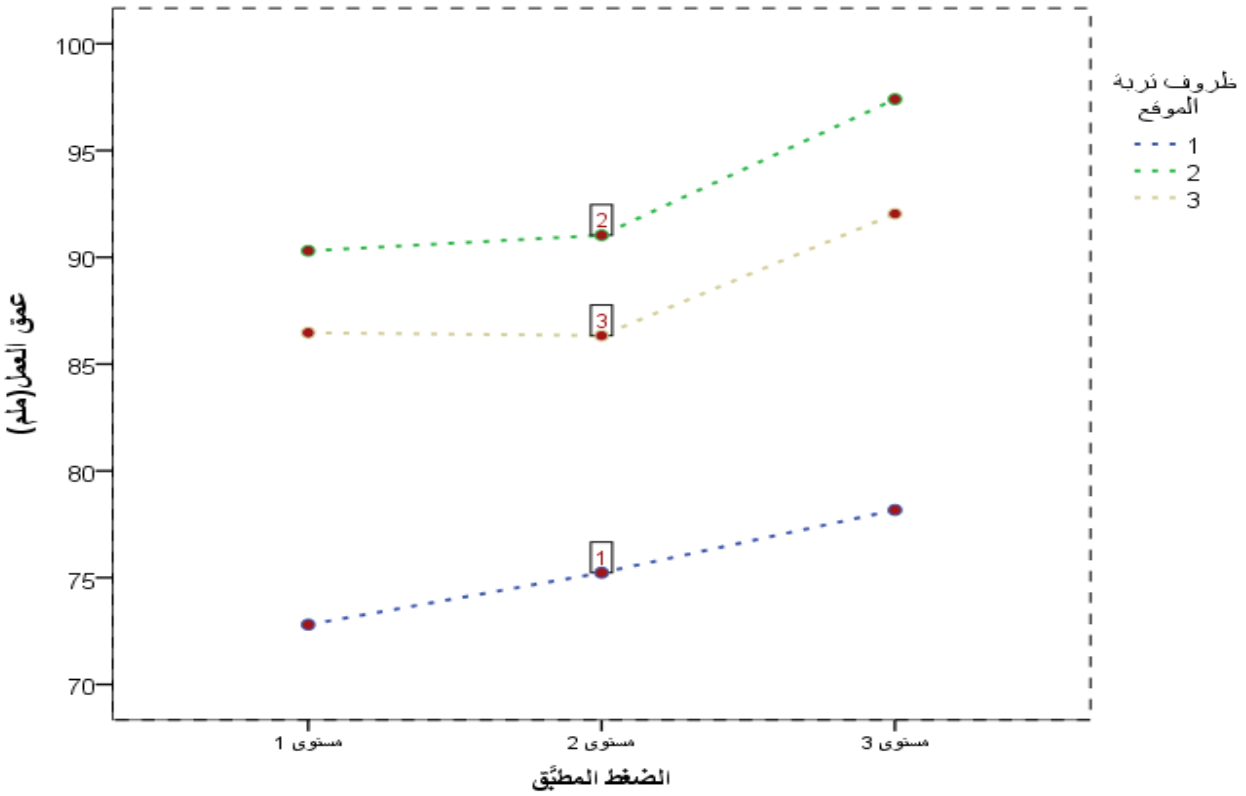
العامل المدروس		الضغط1			الضغط2			الضغط3		
		مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3
موقع1	سرعة	5.67	4.05	4.86	4.99	4.65	5.56	4.9	4.12	4.97
	مؤشر	72.9	72	73.5	75.5	76.3	73.9	78.2	77.9	78.4
موقع2	سرعة	3.91	4.56	4.61	4.9	5.22	4.47	4.32	5.46	5.16
	مؤشر	91.1	90.6	89.2	91.5	89.4	92.2	98.6	96.7	96.9
موقع3	سرعة	5.17	5.63	4.12	5.46	5.12	4.43	3.95	4.72	5.13
	مؤشر	86.6	85.8	87	87.1	86.1	85.8	92.9	91.8	91.4

Tow Way Anova- Split Plot Design		
مصدر التباين	Sig	LSD0.05
الموقع(a)	0	0.98
الضغط المطبق(b)	0	0.95
التداخل(a*b)	0.043	1.7
سرعة العمل(RS)	-0.12	

تشير نتائج التحليل الاحصائي للبيانات المقاسة وبالإعتماد على قيمة المعنوية الإحصائية، إلى وجود تأثير معنوي دال إحصائياً لكل من الضغط المطبق، وظروف العمل والتأثيرات المتبادلة فيما بينها، وذلك في أداء مؤشر عمق الاختراق المطلوب من مركب فجاج البذر، كما تبين قيمة Rs أنّ تأثير سرعة العمل المرتفعة نسبياً لعملية البذر كانت ضعيفة وغير دالة إحصائياً، حيث تبين من الشكل(3) أن زيادة الضغط أدى إلى تقليل من تأثير رد فعل التربة الواقع على مكونات مركب الفجاج بقوة معاكسه تسبب تعمقه في التربة، كما تبين من قيمة معنوية تأثير ظروف العمل أن أكبر قيمة في الموقع (2)، وبفارق معنوي (4.6، 17.5 ملم) مقارنةً بالموقعين (3، 1) على الترتيب، ومن معنوية تأثير الضغط المطبق أن أعلى قيمة عند الضغط(3) وبفارق (5، 6 ملم) مقارنةً بالضغط عند المستويين (2، 1)، حيث وُجد عدم وجود معنوية للفروق بين مستوى الضغط (1) و (2)، ولوحظ أن تأثير ظروف التربة كان بشكل أكبر

من تأثير مستوي الضغط المطبق في تحقيق عمق العمل المطلوب، يرجع هذا الاختلاف إلى سلوك مركب الفجاج العزاق ومكوناته، حيث أنه حَسب نوع تربة وظروفها تختلف مقاومة وإعاقة مرور مركب الفجاج، وبالتالي يَلزم قوى ضغط مختلفة لتحقيق عمق الاختراق المطلوب، وهذا يتم تأمينه من مركب الفجاج عن طريق المعايرة على مقدار الضغط اللازم، وهذا يعني ضرورة وأهمية الضبط على المقدار الملائم لظروف التربة المستخدمة. ولهذا فإنه عند العمل في ظروف مشابهة لظروف المواقع التجريبية، فإنه من الضروري مراعاة التعليمات الواردة حول الضغط الأنسب للآلية وظروف التربة معاً.

-وَجد من خلال قيمة معنوية التداخل، أن الفرق بين أقل وأعلى قيمة للضغط مقداره (5.37، 7.1، 5.6ملم) وفي المواقع (1، 2، 3) على الترتيب، وتحقق أعلى قيمة (97.4 ملم) في الموقع (3) عند الضغط (3) مقارنةً (19.2، 5.4 ملم) في الموقعين (1، 3) على الترتيب، وأقل قيمة (72.8 ملم) في الموقع (1) عند الضغط (1) وبفارق (17.5، 13.6 ملم) مقارنةً بالموقعين (2، 3) على الترتيب وعند نفس الضغط المطبق لكليهما، حيث وُجد أن اختلاف الأداء كان معنوياُ بين جميع المعاملات، وتبين أن القيمة المحققة في الموقع (2) و(3) خصيصا عند الضغط الأعلى، هي أعلى قيمة عمق محقق في جميع معاملات التجربة مقارنةً بالعمق المعاير عليه (80 ملم) بسبب ضعف ملائمة الآلية لتتبع تعرجات سطح التربة. وبمقارنة النتائج التجريبية مع النتائج المتحصلة من قِبل (مصطفى، 2019)، حيث كان قد تحقق أكبر قيمة للعمق (31%) من قيمة العمق المعاير علية عند استخدام آلة البذر المتوفرة في أسلوب البذر المباشر، ووُجِد أن ميكانيزم مركب الفجاج العزَّاق قيد الدراسة أدى إلى تحسين أداء الفجاج في تحقيق عمق العمل المطلوب معنوياً، حيث كان قد حقق مركب الفجاج المختبر متوسط أداء عمق عمل (98، 79، 85 %) مقارنةً بالعمق المعاير عليه في ظروف الموقع (1، 2، 3) على الترتيب.



الشكل(3): متوسط القياسات الحقلية لعمق العمل عند عدة مستويات للضغط المُطبَّق باستخدام مُركَّب للفجَّاج العزَّاق وفي ظروف مواقع تجريبية مختلفة.

4-2-تأثير الضغط المطبَّق، والظروف الحقلية في انتظام عمق العمل:

أخذت القياسات من خط عمل مركب الفجاج طولة 4 م، عند كل مكرر تجريبي وعند كل مستوى للضغط المطبَّق وفي جميع الظروف الحقلية، حيث يبين (الشكل 4) قياسات مؤشر انتظام عمق العمل كنسبة مئوية وسرعة العمل بواحدة (كم/سا)، ويبين (الجدول3) التحليل الإحصائي للبيانات المقاسة.

الجدول (3): التحليل الإحصائي لقياسات انتظام عمق العمل(%).

العامل المدروس		الضغط1			الضغط2			الضغط3		
		مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3
موقع1	سرعة	5.67	4.05	4.86	4.99	4.65	5.56	4.9	4.12	4.97
	مؤشر	86.5	86.1	85.6	93	93.2	91.9	97.5	96.6	97.1
موقع2	سرعة	3.91	4.56	4.61	4.9	5.22	4.47	4.32	5.46	5.16
	مؤشر	46	44.6	45.3	56.5	53.4	55.7	62.6	59.2	60.7
موقع3	سرعة	5.17	5.63	4.12	5.46	5.12	4.43	3.95	4.72	5.13
	مؤشر	66.1	64.8	67.9	66.4	87.1	87.6	71.5	70.1	69.5

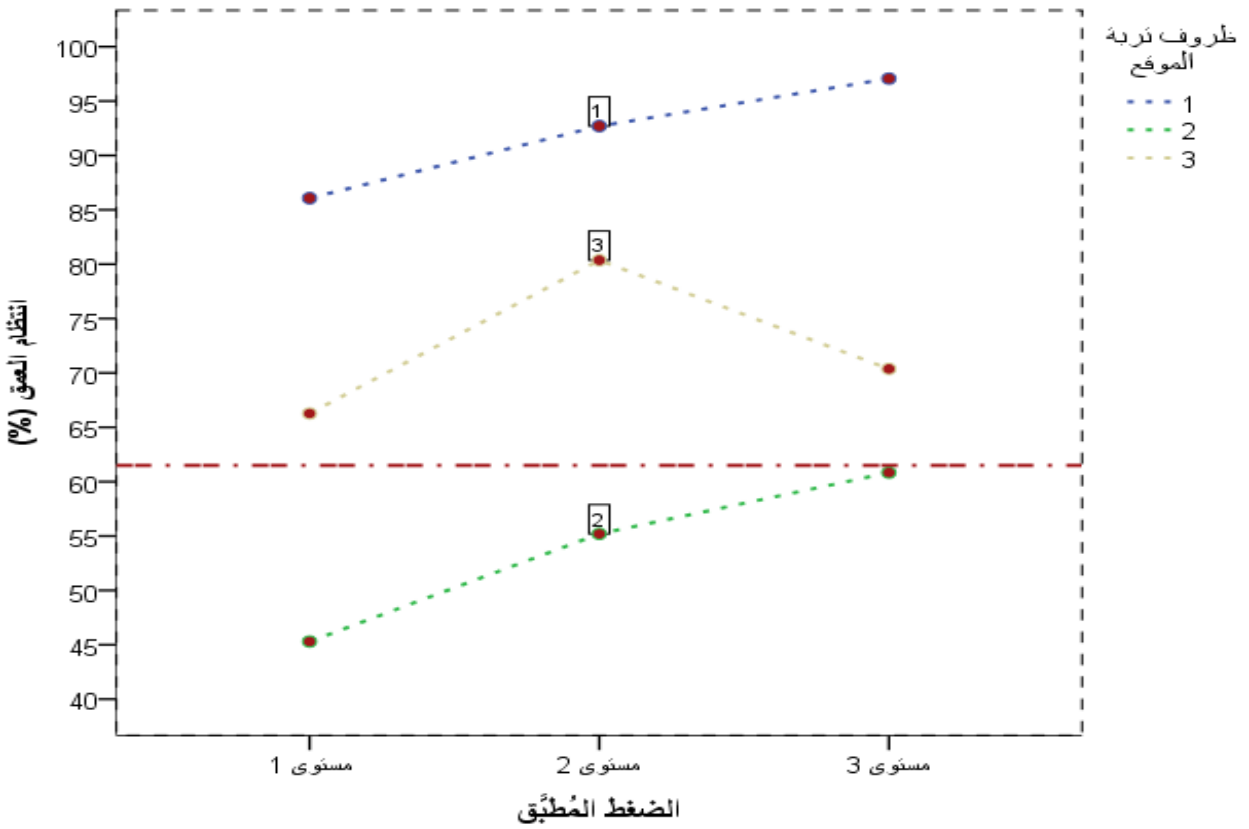
Tow Way Anova- Split Plot Design		
مصدر التباين	Sig	LSD0.05
الموقع(a)	0	4.45
الضغط المطبق(b)	0	4.35
التداخل(a*b)	0.044	7.55

سرعة العمل(RS)	0.089

تشير نتائج التحليل الإحصائي للبيانات المقاسة وبالاعتماد علىLSD-5% إلى وجود تأثير معنوي دال احصائياً لكل من الضغط، وظروف العمل والتأثيرات المتبادلة فيما بينها وذلك في أداء مؤشر انتظام عمق العمل، فقد وجود تأثير معنوي للضغط في كل موقع من المواقع المدروسة، وأدَّت زيادة قيمة الضغط المطبق إلى تغاير واختلاف انتظام عمق العمل المتحقق باختلاف ظروف عمل هذه الآلية، حيث يؤثر على استجابة وطريقة تعاملها مع سطح الترب المختلفة، وبالتالي فإن هذه الاستجابة تُترجم إلى رد فقعل حركي ديناميكي يؤثر في اهتزاز وتذبذب الفجاج في المستوي الشاقولي ويؤثر في انتظام حركته على سطح التربة. حيث أن طبيعة التربة غير المنتظمة الخشونة، تسبب تذبذب حركة مركب الفجاج، وبالتالي تقلل من نسبة انتظام العمق. ويتبين من خلال قيمة Rs، عدم وجود تأثير دال إحصائياً للسرعة في مؤشر انتظام العمق بسبب العمل على السرعة ضمن المجال الملائم، إضافة للتأثير المتعاكس للضغط المطبَّق على الآلية من قِبل المكانيزم، ويتبين من (الشكل 4) وجود تأثير طردي للضغط في الموقع (1)، وذلك لأن زيادة الضغط المطبق يسبب قوة إضافية على المكونات العاملة تقلل من تذبذب الفجاج في الاتجاه الرأسي وهذا ينعكس على قيم عامل اختلاف قياسات عمق العمل، ويتبين من قيمة معنوية ظروف العمل أن أكبر قيمة في الموقع (1) وبفارق معنوي (38.1، 19.6 %) مقارنةً بالموقعين (2، 3) على الترتيب، ومن الدلالة الإحصائية لتأثير الضغط أن أعلى قيمة عند الضغط(3) وبفارق (10.2، 0 %) مقارنةً بالضغط عند المستويين (1، 2)، حيث تبين عدم معنوية الفروق بين مستويي الضغط (2) و (3).

–تبيَّن من خلال معنوية التداخل أن للضغط تأثير مختلف في أداء الآلية المختبرة، حيث بلغ الفرق بين أدنى وأعلى قيمة للضغط (11 %)(15.5 %)(4.1 %) في المواقع (1، 2، 3) على الترتيب، نتيجة مقاومة التربة المرتفعة وانتظام محتواها الذي ينعكس على رد الفعل المعاكس لقوة ضغط مركب الفجاج، على خلاف الموقع (1)، نتيجة انخفاض مقاومة التربة مقارنته بالمواقع الأُخرى، حيث تحققت أكبر قيمة (97.06%) في الموقع (1) عند الضغط (3) مقارنةً (36.2، 26.6 %) في الموقعين (2، 3) على الترتيب وذلك عند نفس الضغط، وأقل قيمة (45.3 %) في الموقع (2) عند الضغط (1) وبفارق (19.8، 21%) مقارنةً بالموقعين (1، 3) عند نفس الضغط، حيث تحقق فرقا معنويا بين جميع المعاملات، وبالتالي كانت قيمة الضغط على المستوى الأول كافياً لإحداث تعمق للفجاج وبشكل منتظم في ظروف التربة هذه، وفي جميع مستويات الضغط فإنه لم يؤثر في مقدار انتظام العمق، كما أن زيادة الضغط المطبق لم يبدي تحسين على انتظام العمق في ظروف التربة (2) و (3)، حيث أدى استخدامها إلى سوء انتظام العمق وبشكل يتناسب طرداً مع نقصان انتظام الخشونة السطحية لتربة الموقع. وبالاستناد الى القيم المتحققة لانتظام العمق من قِبل (مصطفى، 2019)، حيث كان قد تحقق عند استخدام مُرَّكب الفجاج العزَّاق قيمة انتظام أعظمية (61.5%) وذلك عند أعلى سرعه تم العمل عليها (5.8 كم/سا)، وكانت زيادة السرعة تسبب نقصان في انتظام العمق عند العمل في ظروف الزراعة الحافظة، وبمقارنة النتائج وُجِد أن نسبة انتظام العمق المُحقق عند السرعات المعمول بها الأعلى من (3.6 كم/سا) كان قد تحقق في الآليات جميعها أداء يزيد عن (97، 61، 70%) في المواقع (3، 2، 1) على الترتيب، وبالتالي فإن الآلية المختبرة ومعايرتها كانت قد حسَّنت من قيم مؤشر انتظام العمق ضمن

ظروف مختلفة للزراعة الحافظة ولكن بنسب مختلفة باختلاف مقدار الضغط اللازم تطبيقه من قبل الميكانيزم وملائمته لظروف المواقع المدروسة.



الشكل(4): متوسط القياسات الحقلية لانتظام عمق العمل عند عدة مستويات للضغط المُطبَّق باستخدام مُركَّب للفجَّاج العزَّاق وفي ظروف مواقع تجريبية مختلفة.

4-3- تأثيرالضغط المطبَّق، والظروف الحقلية في إثارة التربة:

أُخذت كمية التربة الناتجة بعد مرور الفجاج خلال قياس عمق العمل للتربة الموجودة في الأخدود وعلى جانبيه من خط طوله 4 م، عند كل مكرر تجريبي وعند كل مستوي للضغط، وفي جميع الظروف الحقلية، ثم نُسبت لواحدة الهكتار بدلالة المسافة الفعلية بين وحدات خطوط الزراعة مقدارها 15 سم من (العلاقة 2)، حيث أن قياسات مؤشر إثارة التربة بواحدة م3/هـ وسرعة العمل بواحدة (كم/سا) مبينة في الشكل(5)، والتحليل الإحصائي للبيانات المقاسة مبين في (الجدول 4).

الجدول (4): التحليل الإحصائي لقياسات إثارة التربة (م3/هـ).

العامل المدروس		الضغط1			الضغط2			الضغط3		
		مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3	مكرر1	مكرر2	مكرر3
موقع1	سرعة	5.67	4.05	4.86	4.99	4.65	5.56	4.9	4.12	4.97
	مؤشر	157.9	157.3	158.3	159	158	157.6	160.9	162.7	161.4
موقع2	سرعة	3.91	4.56	4.61	4.9	5.22	4.47	4.32	5.46	5.16
	مؤشر	158.2	155.9	157.8	158	156.3	159.6	163.9	162.3	162.9
موقع3	سرعة	5.17	5.63	4.12	5.46	5.12	4.43	3.95	4.72	5.13
	مؤشر	149.5	146.2	149.7	150.3	148.5	147.6	154.6	152.4	151.5

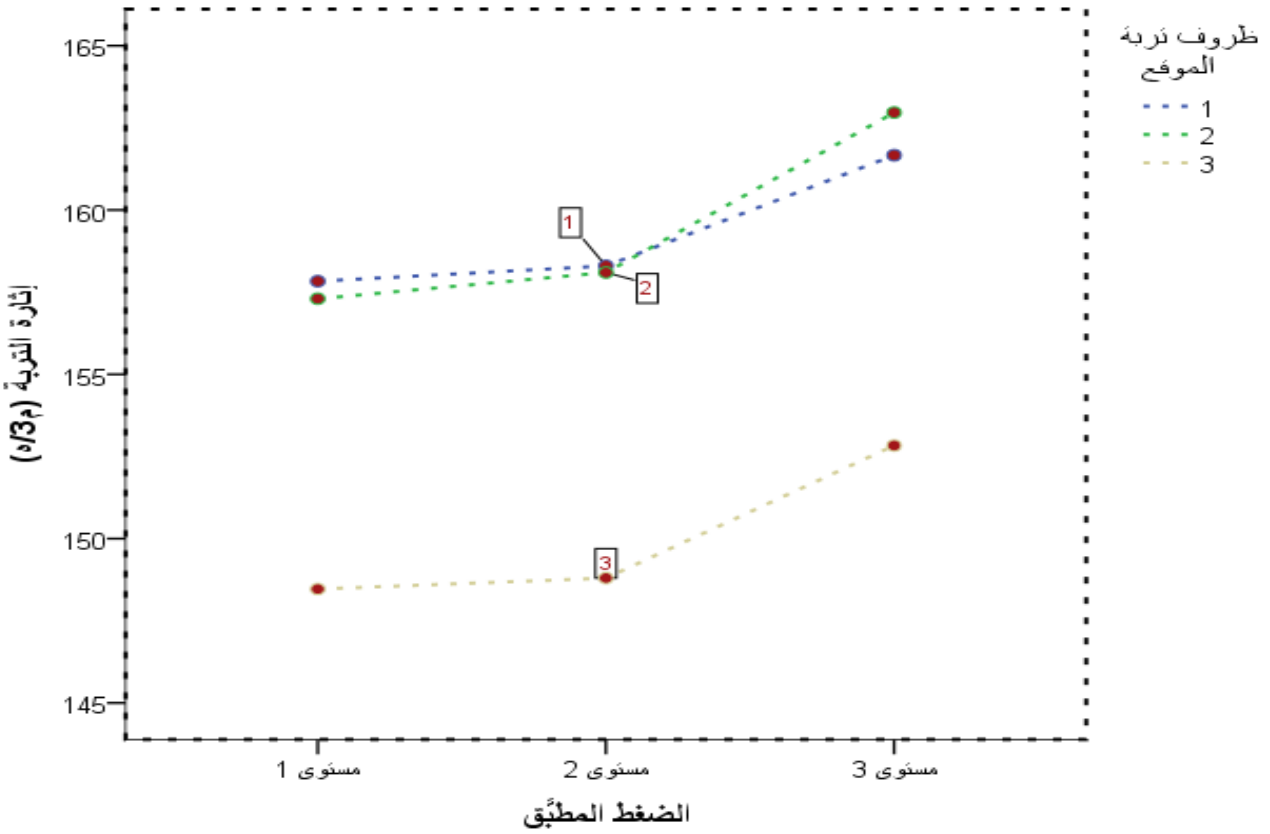
Tow Way Anova- Split Plot Design		
مصدر التباين	Sig	LSD0.05
الموقع(a)	0	1.1
الضغط المطبق(b)	0	1.1
التداخل(a*b)	0.612	1.9
سرعة العمل(RS)	-0.15	

تشير نتائج التحليل الإحصائي وبالاعتماد على قيمه LSDi_5% إلى وجود تأثير معنوي دال إحصائياً لكل من الضغط المطبَّق وذلك في مقدار الأتربة المثارة في مركب الفجاج المُختبر، وقد تبين وجود تأثير معنوي للضبط في مؤشر إثارة التربة في كل من موقع من المواقع المختلفة المدروسة ضمن ظروف الزراعة الحافظة، وأدَّت زيادة قيمة الضغط المطبق إلى تغاير القيم المُحققة باختلاف ظروف عمل هذه الآلية. وهذا يرجع لقدرة مركب الفجاج واستجابته لتأثير الضغط المطبق في تحقيق عمق العمل وطريقه تعاملها مع محتوى التربة، وقدرتها على ملائمة شكل سطح الحقل ومحتواه، وبالتالي تأثيره على شكل الهدم والانهيار الحاصل بالتربة ومدى اضطرابها عند مرور مركب الفجاج، بالإضافة إلى أنّ مقدار إثارة التربة مرتبط بقدرة الفجاج على التعمق وبارامتراته الهندسية وزواياه التصميمية التي لها دور هام في تحديد الشكل المناسب للأخدود، ويتبين من خلال قيمة Rs عدم وجود تأثير دال إحصائياً لبيانات التجربة بعامل السرعة، حيث كان مُهملاً مقارنةً بتأثيرات العوامل الأخرى، وتبين من خلال (الشكل 4) أن أكبر مقدار لإثارة التربة تحقق في الموقع (3) وبفارق معنوي (9.23، 9.4 م٣/هـ) مقارنةً بالموقعين (1، 2) على الترتيب، بينما تحققت أعلى قيمة عند الضغط (1) وبفارق (0.5، 4.6 م٣/هـ) مقارنةً بالضغط عند المستويين (2، 3)، حيث كان هذا الفرق معنوياً بين جميع معاملات التداخل باستثناء الموقعين (1و 2) وذلك عند كافة مستويات الضغط المطبق حيث تشابه مقدار إثارة التربة من قِبل مركب الفجاج فيهما.

-تبيَّن من خلال قيمة LSDbc عدم وجود معنوية للفرق بين أدنى وأعلى قيمة للضغط المطبق (3.83، 5.6، 4.34 م٣/هـ) في المواقع (1، 2، 3) على الترتيب، وتحققت أكبر قيمة (162.9 م٣/هـ) في الموقع (2) عند الضغط (3) مقارنةً (1.3، 10.1م٣/هـ) في الموقعين (1، 3) على الترتيب وعند نفس

الضغط، وأقل قيمة (148.5م٣/هـ) في الموقع (3) عند الضغط (1) وبفارق (9.3، 8.8 م٣/هـ) مقارنةً بالموقعين (1، 3) عند نفس الضغط المطبق وعلى الترتيب. حيث أنَّ الاختلافات في الفروق ومعنويتها تابع لمعنوية الفروق المتحصلة في مؤشر عمق العمل.

وبالمقارنة مع القيم المتحققة لإثارة التربة من قِبَل (مصطفى، 2019)، حيث كان قد تحقق إثارة تربة عند استخدام الفجاج بمتوسط (233 م٣/هـ) في الاسلوب التقليدي للبذر، وبمتوسط (21.9 م٣/هـ) باتباع أسلوب الزراعة الحافظة والتي قد تحققت عند عمق (26 ملم)، حيث لم يكن هذا العمق كافياً لحدوث الإنبات. وبناء عليه تبين أن التصميم المطور للفجاج وملحقاته أدى إلى تقليل إثارة التربة وبنسبة (30.6، 30، 34.4 %) وذلك في المواقع المدروسة بنفس الترتيب السابق.



الشكل(5): متوسط القياسات الحقلية لمؤشر إثارة التربة، عند عدة مستويات للضغط المُطبَّق باستخدام مُركَّب للفجَّاج العزَّاق وفي ظروف مواقع تجريبية مختلفة.

4-4-تأثير الضغط المطبَّق، والظروف الحقلية في درجة التغطية:

أُخذت كمية الأتربة الموجودة داخل وخارج وعلى جانبي أخدود طوله 4 م، وقيست عند كل مكرر تجريبي وعلى مقدار الضغط عند المستوى الأول وفي جميع الظروف الحقلية من العلاقة (3). حيث أنَّ قياسات مؤشر التغطية في (الشكل 6)، كنسبة مئوية وسرعة العمل بواحدة (كم/سا)، والتحليل الإحصائي للبيانات المقاسة مبيَّن في (الجدول 5).

الجدول (5): التحليل الاحصائي لقياسات درجة التغطية (%).

العامل المدروس	مكرر1		مكرر2		مكرر3	
	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر
موقع1	5.67	36.9	4.05	44.3	4.86	42.1
موقع2	5.13	70.8	5.52	69.7	4.93	70.4
موقع3	4.12	70.9	4.43	70.1	4.92	70.4
One Way Anova						
مصدر التباين		Sig		LSD0.05		
الموقع(a)		0		4.47		
سرعة العمل(RS)		−0.11				

تشير نتائج التحليل الاحصائي وبالاعتماد على قيمه LSDi_5% إلى عدم وجود تأثير معنوي دال إحصائياً لظروف العمل في أداء عملية التغطية، كما تبين عدم وجود تأثير وارتباط قوي لبيانات القيم المقاسة في التجربة مع عامل السرعة العملية للآلة، وتحققت أكبر قيمة (70.9 %) في الموقع (3) وبفارق (29.3، 0.2 %) مقارنةً بالمواقع (1، 2) على الترتيب، ولم يكن للفروقات بين الموقعين (2، 3) ذات دلالة إحصائية، وتشير النتائج إلى أنَ وجود آلية التغطية ات السلسلة لم يكن فعالاً بشكل جيد للعمل في ظروف الموقع (1)، حيث أنه عند إجراء عملية البذر بشكل موازي لخشونة السطح، فإنها تُبدي عدم فعالية في رفع التربة المتناثرة من الجانبين، في حين تحقق أفضل وأنسب استخدام لهذا النوع من أداة التغطية في ظروف المواقع (٢، ٣) مقارنةً بظروف العمل في الموقع (1).

4-5-تأثير الظروف الحقلية في عمق البذر:

أُخذ على أنه المسافة الرأسية لتوضع البذور النابتة عن سطح التربة عند مقدار الضغط الاول، وتم قياسه بعد الإنبات وبثلاث مكررات، حيث أخذت القياسات عمق البذر بواحدة ال ملم في كل مكرر من عشرين موقع عشوائي طول 4 م من خط البذر، ثم أخذ المتوسط الحسابي لها، ويبين (الشكل 6) متوسط القياسات، كما يبين (الجدول 6) التحليل الاحصائي للبيانات المقاسة.

الجدول (6): التحليل الإحصائي لقياسات عمق البذر(ملم).

العامل المدروس	مكرر1		مكرر2		مكرر3	
	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر
موقع1	5.67	34.6	4.05	33.7	4.86	35.1
موقع2	5.13	56.2	5.52	54.7	4.93	53.8
موقع3	4.12	50.8	4.43	47.8	4.92	48.4
One Way Anova						
مصدر التباين		Sig		LSD0.05		
الموقع(a)		0		2.45		
سرعة العمل(RS)		0.14				

تشير النتائج المبينة في الشكل (6) واعتماداً على LSD 5% إلى وجود فرق معنوي في تحقيق عمق البذر، باختلاف الظروف الأرضية لعملية البذر، وتحققت أكبر قيمة (54.9 ملم) في الموقع (2) وبفارق معنوي (20.4، 5.9 ملم) مقارنةً بالمواقع (1، 3) على الترتيب، وبمقارنةً النتائج مع ما توصل إليه (مصطفى، 2019)، حيث تقرر أن أفضل قيم مقاسه لعمق البذر في منطقه الدراسة (45 – 55 ملم)، وبناء عليه كان مركب الفجاج مناسباً للاستخدام في ظروف الموقع (3) مقارنةً بأدائها في تحقيق عمق البذر المناسب في الموقع (1، 2). ويلزَم تحسين أداء مركب الفجاج للعمل بكفاءة في هذه الظروف.

4-6-تأثير الظروف الحقلية في مصروف الوقود:

تمَّ قياس مقدار استهلاك الوقود في جميع المواقع التجريبية المدروسة على مسافة عمل 16 م، وتم تكرار القياس 3 مرات، حيث تمَّ حساب استهلاك وقود الجرار(ل/سا)، لكل معامَلة بدلالة سرعة العمل من العلاقة (4)، ويبين (الشكل 6) القياسات الحقلية، كما يبين (الجدول 7) التحليل الإحصائي للبيانات المقاسة.

الجدول (7): التحليل الإحصائي لقياسات مصروف الوقود(ل/سا).

العامل المدروس	مكرر3		مكرر2		مكرر3	
	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر
موقع1	5.21	5.86	4.7	5.82	4.2	5.43
موقع2	4.19	6.6	4.71	7.15	4.45	7.01
موقع3	5.06	7.12	4.27	6.49	4.63	6.77
One Way Anova						
مصدر التباين		Sig			LSD0.05	
الموقع (a)		0.003			0.56	
سرعة العمل (RS)		0.12				

تشير النتائج المبينة في الجدول (7) عدم معنوية تأثير عامل السرعة في مؤشر استهلاك الوقود مقارنةً بمعنوية تأثير موقع التجربة، حيث تبيَّن وجود دلالة إحصائية لظروف العمل، وأن أكبر قيمة (6.9 ل/سا) في الموقع (2) وبفارق (1.2، 0.12 ل/سا) مقارنةً بالمواقع (1، 3) على الترتيب، في حين لم تكن هذه الفروقات دالة إحصائياً بين الموقعين (2) و(3). والمقارنة مع القيم المتحققة من قبل (مصطفى، 2019)، كان قد تحقق مصروف وقود (14.37ل/هـ =16 ل/سا) ولثلاث وحدات عامله عند متوسط السرعة (4.7 كم/سا) وعرض عمل الآله (2.4 م) وبدون تحقيق عمق عمل مناسب في ظروف الزراعة الحافظة، لوحظ أنَ أقل قيمة مصروف وقود في ظروف الموقع (1) وبنسبة زيادة (6.9 %) مقارنةً ب (29.5، 25.7 %) في الموقعين (2، 3) على الترتيب، وبالتالي فإنَ ملائمة مركب الفجاج لظروف الزراعة، يساهم في توفير مصروف للوقود.

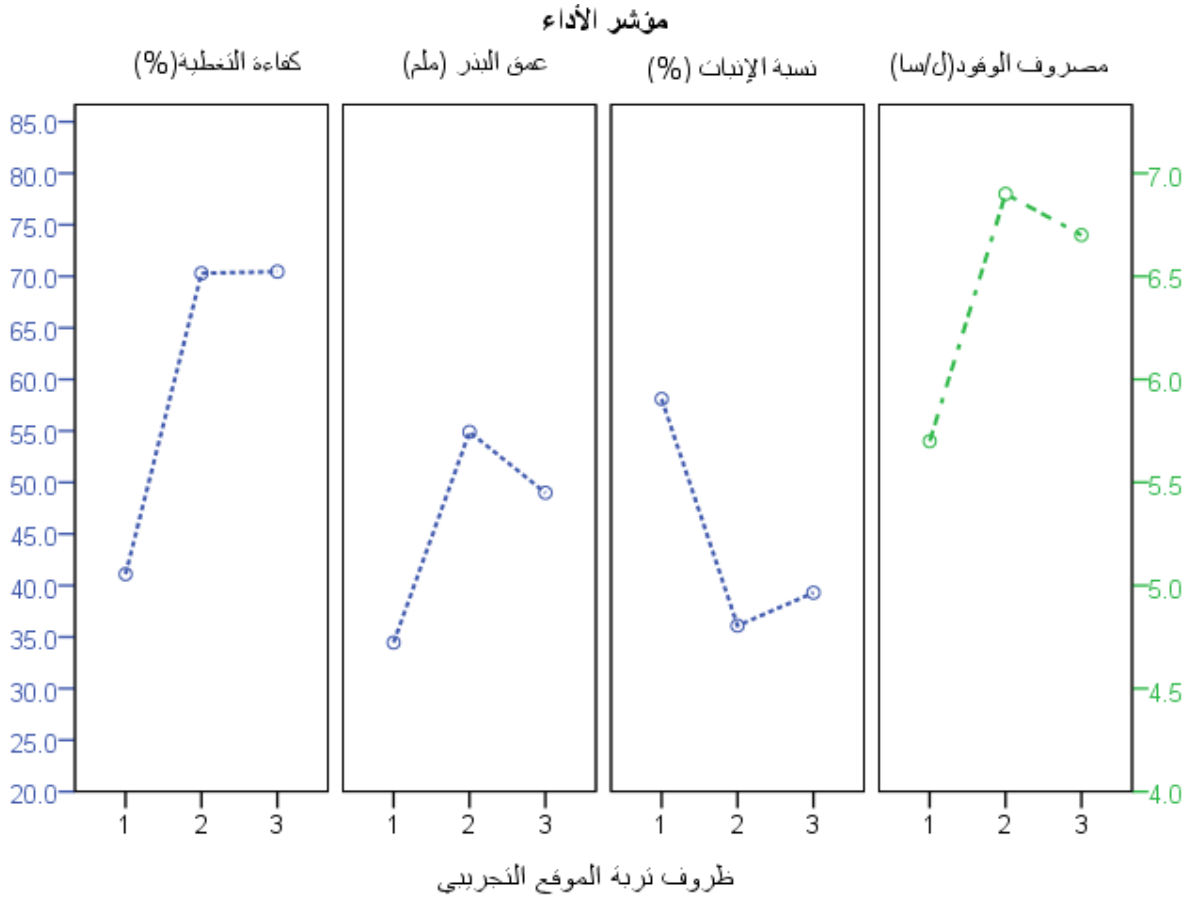
4-7-تأثير الظروف الحقلية في نسبة الإنبات:

تم الكشف عن النباتات النابتة بعد 30 يوم من إتمام الإنبات بشكل ثابت ولجميع المواقع التجريبية وعلى مسافة 4 م، ثم تم حساب نسبة الانبات من العلاقة (5)، ويبين (الشكل 6) قياسات الإنبات كنسبة مئوية، ويبين (الجدول 8) التحليل الإحصائي للبيانات المقاسة.

الجدول (8): التحليل الإحصائي لقياسات نسبة الإنبات (%).

العامل المدروس	مكرر3		مكرر2		مكرر3	
	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر	سرعة	مؤشر
موقع1	5.67	58	4.05	55.7	4.86	60.8
موقع2	5.13	36.1	5.52	37.4	4.93	34.8
موقع3	4.12	39.5	4.43	41.5	4.92	36.9
One Way Anova						
مصدر التباين		Sig		LSD0.05		
الموقع(a)		0		4.3		
سرعة العمل(RS)		−0.28				

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) إلى وجود تأثير لظروف الموقع على نسبة الإنبات وهذا يعود لتأثير كل منها في المؤشرات السابقة واللازمة لتحقيق الإنبات مثل: عمق البذر، وعمق العمل وانتظامه وكفاءة التغطية، وبدلالة المعنوية الإحصائية تبيَّن أن أعلى قيمة (58.1 %) في الموقع (1) وبفارق (22، 18.8 %) مقارنةً بالمواقع (2، 3) على الترتيب، ولم يكن هذا الفرق معنوياً بين الموقعين (2، 3)، حيث تشابه الأداء فيما بينهما. وبالمقارنة مع القيم المحققة من قِبل (مصطفى.2019)، فقد تحققت أعلى قيمة (25.53%) عند اتباع أسلوب الزراعة الحافظة، و(74.8%) في أسلوب الزراعة التقليدية، حيث تبين أن أفضل ظروف ملائِمة للاستخدام كانت في الموقع (1) وبأعلى فارق (32.4 %) مع أسلوب الزراعة الحافظة وبنسبة تقارب مع القيمة المتحققة في أسلوب الزراعة التقليدية (77.5، 48.2، 52.5%) وذلك في المواقع (1، 2، 3) على الترتيب.



الشكل(6): متوسط القياسات الحقلية لكل من مؤشر درجة التغطية، وعمق البذر ونسبة الإنبات مُمثَّلة وفق المحور الرأسي اليساري، ومؤشر مصروف الوقود ممثَّل وفق المحور الرأسي اليميني باستخدام مُركَّب للفجَّاج العزَّاق وفي ظروف مواقع تجريبية مختلفة.

4-الاستنتاجات والمقترحات:

بنتيجة الدراسة تبين أن التصميم المقترح لمركب الفجاج العزاق المصنع محلياً، يتيح إمكانية الاستفادة من مزايا أسلوب الزراعة الحافظة في ظروف التربة غير المستوية، حيث تحقق من خلال الدراسة التجريبية لتقييم الأداء ما يأتي:

- إن تزويد الفجاج العزاق وملحقاته بميكانيزم ملائم، أدى إلى تحسين تعمقه في ظروف الزراعة الحافظة.
- تحقق انخفاض في مقدار إثارة التربة مقارنةً بالأسلوب التقليدي، كما تطلَّب مركَّب الفجاج متوسط مصروف وقود (6.9 ل/سا.مركب).
- يبدي مركب الفجاج المختبر سلوك مغاير باختلاف ظروف التربة عند البذر، حيث تبين أن استخدامه في التربة ذات الخشونة السطحية أدى إلى سوء في تحقيق عمق العمل المطلوب وانتظامه، في حين تتحسن هذه المؤشرات عندما تتم عملية البذر بحركة طولية موازية لتعرجات سطح الحقل في ظروف الخشونة المنتظمة، ولكن لا تبدي عملية التغطية كفاءة عالية مما انعكس سلباً على تحقيق عمق البذر المطلوب، وبالمقابل فقد كان أفضل استخدام في هذه الظروف بنسبة إنبات (77.5%) مقارنةً بالأسلوب التقليدي.

وعليه فإنَّنا نوصي المزارع بتبني أسلوب الزراعة الحافظة باستخدام مركب الفجاج المختبر في ظروف التربة غير المستوية وفق الاعتبارات المطابقة لما تم التوصل إليه، ونقترح على الباحثين تحسين كفاءة التغطية في حالة الخشونة السطحية المنتظمة وغير المنتظمة لسطح الحقل لتحقيق نسبة إنبات أفضل في هذه الظروف.

6- المراجع العلمية:

(1)-مصطفى، غدير (2019). *دراسة تقييم أداء آلات التسطير المتوفرة محلياً لتناسب أسلوب الزراعة الحافظة*. رسالة ماجستير، قسم هندسة المكننة الزراعية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.

(2)-Ahmet, C. & Sefaaltikat, M. (2012) *seeding performances of no-till seeders equipped with different furrow openers covering components and forward speed for winter wheat*. Journal of agricultural sciences 18.226/23.

(3)- Aikins, K.A.; Jensen, T.A.; Antille D.L et al (2021). *Evaluation of bentleg and straight narrow point openers in cohesive soil*, Soil& Tillage Research (211), pp:13.

(4)- Baker, C.J.; Saxton, K.E.; Ritchie, W.R. et al (2006). *No-tillage seeding in conservation agriculture*, No-Tillage Seeding: Science and Practice.

(5)- Bayhan, Y.; Fielke, J.& Bayhan, Y. (2015). *performance of a dual tine and presswheel seeding module for a range of speeds, presswheels and sowing tine alignments*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21 (No 2),pp;454–460.

(6)- Chaudhuri, D. (2001).*Performance Evaluation of Various Types of Furrow Openers on Seed Drills*-a Review. J- Agric- Eng- Res 79,125–137.

(7)- Darmora, D.P.& Pandey, K.P. (1995). *Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertiliser drills*. Soil & Tillage Research 34 **(2),pp:127–139.**

،(8)-Desbiolles, J.& Hill, D. (2001).Optimizing seeding success in stony soils GrainsResearch and Development corporation (GRDC) and Mallee sustainable.Farming projecting.

(9)- Doan, V.; Chen, Y.& Irvine, B. (2005).Effect of residue type on the . CanadianBio-systems Engineering،performance of no-till seeder openers 47,pp:29–35.

(10)- Hasimu, A.& Chen, Y. (2014). Soil disturbance and draft force of selected seed openers".Soil & Tillage Research, 140, Pp:48–54.

(11)- Hoque, M.A.; Gathala, M.K.; Hossain, M.M; et al (2021a).Modified strip tillage blades for two-wheel tractor seed drills improves maize crop establishment under conservation agriculture, Development Engineering, 6,100061, pp:14.

(12)- Hoque, M A.; Hossain, M.M.; Ziauddin, A.T.M. et al (2021b).Furrow design for improving crop establishment of two-wheel tractor operated strip tillage planters in loam and clay loam soils. Int J Agric & Biol Eng,14(3):130-139.

).Comparison of vertical and lateral 2007(13)- Karayel, D.& Özmerzi, A.(Soil & Tillage ،seed distribution of furrow openers using a new criterion Research, 95: 69–75.

(14)- Karayel, D. & Šarauskis, L. (2011). effect of downforce on the performance of no-till disc furrow openers for clay loam and loamy soils. Agric. Eng. Res,43,pp:16–24.

(15)- Nielsen, S.K.; Munkholm, L.J.; Lamandé, M. et al (2018). Seed drill depth control system for precision seeding. Comput. Electron. Agric. 144, 174–180.

(16)- Paredes, M.;Stephan, T.&Orcière, H. (2019),Enhanced formulae for determining the axial behavior of cylindrical extension springs, Mechanics & Industry,20, 625.

(17)- Park, K.J.; Vohnikova, Z.& Brod, F.P. (2002). Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (Mentha crispa L.). J. Food Eng.51(3), 193–199.

(18)- Rui, Z.; Tao, C.; Dandan, H. et al (2016).Design of depth-control planting unit with single-side gauge wheel for no-till maize precision planter. Int J Agric Biol Eng.

(19)- Wang, W.J.; Diao, P.S; Jia, H.L. et al (2020).Design and experiment evaluation of furrow compaction device with opener for maize. Int J Agric & Biol Eng, 13(2)pp:123–131.

(20)- Zhang, X.C.; Li, H.W.; Du, R.C. et al (2016).Effects of key design parameters of tine furrow opener on soil seedbed properties. Int J Agric & Biol Eng, 9(3).pp:67-80.