

تأثير زاوية ميل سلاح القلع وسرعة تقدم آلة قلع البطاطا مصنعة محلياً في الفقد الكمي والنوعي ومعامل التلف لدرنات البطاطا (صنف سبونتا)

مجد أسعد^{1*} وشذا أسعد¹



¹ قسم المكننة الزراعية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، طرطوس، سوريا.

(*للمراسلة: د. شذا أسعد، البريد الإلكتروني: shazaasaad44@gmail.com، هاتف: 0999241764)

تاريخ الاستلام: 2024 /06 /16 تاريخ القبول: 2024 /09 /16

الملخص

أجريت هذه الدراسة في تربة طينية في منطقة سهل يحمر التابعة لمحافظة طرطوس على نبات البطاطا صنف سبونتا خلال الموسم الزراعي 2019 - 2020، حيث تم تصنيع آلة لقلع درنات البطاطا واختبار أدائها من خلال دراسة تأثير زاوية ميل أسلحتها وسرعة عملها في نسبة الفقد الكمي والنوعي وقيمة معامل تلف الدرنات. شملت التجربة معاملتين، شغلت فيها زاوية ميل الأسلحة (M) القطع الرئيسية وبمستويين: (M1) 30° ، و 35° (M2). في حين شغلت سرعة العمل القطع المنشقة وبثلاث مستويات: 1.6 (S1) كم/سا، و 2.3 (S2) كم/سا ، و 3.32 (S3) كم/سا. صممت التجربة بطريقة القطع المنشقة لمرة واحدة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات. تم تحليل النتائج احصائياً واختبرت الفروق بطريقة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية $P=0.05$. أظهرت نتائج الدراسة أنه مع زيادة زاوية ميل الأسلحة وانخفاض السرعة الأمامية لآلة القلع تزداد نسب كل من: الدرنات السليمة والدرنات المقتلعة، وتتنخفض نسب الفقد الكمي والفقد النوعي وقيمة معامل التلف للدرنات. ولقد تفوقت زاوية الميل 35° (M2) معنوياً على زاوية الميل 30° (M1) مسجلة أعلى نسبة من الدرنات السليمة 71.53% والدرنات المقتلعة 87.33% وأقل نسبة من الفقد النوعي والكمي 16.15% و 12.31% على التوالي، وأقل قيمة لمعامل التلف (78.28). كما حققت السرعة 1.6 (S1) كم/سا أعلى نسبة للدرنات السليمة (75.76%) والدرنات المقتلعة (91.22%)، وأقل فقد نوعي وكمي 15.46% و 8.77% على التوالي وأقل قيمة لمعامل التلف (74.06)، ومتفوقة بذلك معنوياً على باقي السرعات المدروسة. وقد أعطت معاملة التداخل (M2xS1) أعلى قيمة لنسبة الدرنات السليمة 77.69%، والدرنات المقلوعة 91.76%، وأقل نسبة للفقد الكمي والنوعي 8.23% و 14.07% على التوالي، وأقل قيمة لمعامل التلف (67.08) مقارنة بالمعاملات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: أشعة الليزر، مؤشرات النمو الخضري، أصبغة اليخضور، السمسم الهندي.

المقدمة:

تعد البطاطا *Solanum tuberosum L.* التابعة للفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* من أهم محاصيل الخضار في العالم، ويعتبر محصول البطاطا البديل الأول لمحاصيل الحبوب، والتي يمكن الاعتماد عليها جزئياً في حل مشكلة الغذاء حيث تتجاوز المساحة المزروعة في العالم من البطاطا 18 ألف هكتار تعطي إنتاجاً قدره 373.8 مليون طن وبذلك تحتل المرتبة الخامسة من حيث

الانتاج والمرتبة السابعة عشر من حيث المساحة المزروعة (إحصائيات منظمة FAO، 2021)، كما تُعتبر من المحاصيل الدرنية الحساسة جداً لعملية القلع، كونها ذات قشرة سطحية حساسة جداً لتفاعلها مع الهواء عند الخدش، كما أنها تشكل طبقة سمراء غير مرغوب فيها من الناحية الاستهلاكية، ومن ناحية أخرى تكون عرضة لنشاطات العفن عند الخزن وتقليل نسبة الإنبات عند زراعتها (Dean *et al.*, 1993). إن من أهم الوسائل المتبعة في تقليل نسبة الفقد الكمي والنوعي عند القلع الآلي المعايير الجيدة للآلة واستعمالها بكفاءة عالية، حيث أن نسبة الضرر التي تحدثها عملية القلع قد تصل إلى (10%)، ويمكن خفض هذه النسبة إلى (5%) عند معايرة الآلة واستخدامها بالشكل الأمثل (حسن، 1999).

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها (Hamad *et al.*, 1991) حول تأثير زاوية ميل السلاح والسرعة الأمامية للآلة على أداء آلة قلع البطاطا، أن زيادة زاوية ميل السلاح تؤدي إلى زيادة الدرنات الظاهرة على سطح الأرض وانخفاض نسبة الدرنات التالفة، فلقد نتج عن ميل السلاح بزاوية (8، 12، 16، 20 درجة) زيادة الدرنات الظاهرة على سطح الأرض بنسبة (10.32، 20.27، 52.06، 78.36%) على التوالي، في حين بلغت نسبة التلف (86.77، 73.57، 40.36، 11.41%) على التوالي. كما أظهرت نتائج الدراسة أن زيادة السرعة الأمامية للآلة تؤدي إلى زيادة نسبة الدرنات السليمة وتقلل من نسبة الدرنات التالفة.

بينت نتائج الدراسة التي قام بها (محمود، 1992) حول دراسة العوامل التي تتحكم في الأداء الأمثل لآلة قلع البطاطا من خلال دراسة العلاقة بين نسبة الدرنات المرفوعة والمتضررة والسرعة الأمامية وعمق القلع وزاوية اختراق السلاح. أن زيادة زاوية اختراق السلاح من 15 إلى 21 درجة يؤدي إلى تقليل ضرر الدرنات بشكل عام. كما لاحظ أن الأداء الأمثل للآلة يتحقق عند سرعة 2.8 كم/سا وعمق قلع للدرنات 20 سم، وزاوية اختراق السلاح 18 درجة، وأن زيادة السرعة الأمامية من 1.8 إلى 3.8 كم/سا تؤدي إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة والمتضررة لكلا الصنفين.

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها (Emam, 1999) عند تطويره لآلة قلع البطاطا الحلوة، أن زيادة زاوية ميل السلاح من 18 إلى 24 درجة وخفض السرعة الأمامية للآلة من 3 إلى 2 كم/سا أدى إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من 84.73% إلى 93.81% وزيادة نسبة الدرنات السليمة من 82.4% إلى 91.73%، وانخفضت نسبة الدرنات المتبقية بدون قلع من 15.27% إلى 5.19% كما انخفضت نسبة الدرنات التالفة من 9.1% إلى 4.57% ونسبة الدرنات المكسورة من 8.5% إلى 3.7%.

في الدراسة التي قام بها (Abdel-Aal *et al.*, 2002) عند تطويرهم لآلة قلع لقلع خط واحد تحت ظروف التربة الطينية الخفيفة، حيث قاموا بدراسة تأثير السرعة الأمامية للآلة (1.5، 2.3، 3.1 كم/سا)، وزاوية ميل السلاح (8، 14، 20 درجة) وسرعة الغريال السلسلي (2.41، 3.13، 3.85 م/ثا) على نسبة الدرنات المرفوعة (السليمة والتالفة) والمدفونة (المفقودة)، ووجدوا أن أعلى نسبة للدرنات السليمة وأقل نسبة للدرنات التالفة والمفقودة كانت عند السرعة الأمامية للآلة 2.3 كم/سا وعند زاوية الميل للسلاح 14 درجة. أكد (صديق، 2006) في دراسته حول تأثير إدخال تقنية جديدة لمعدات قلع المحاصيل الجذرية من خلال اعتماد جهاز فصل للتربة بواسطة أسطوانة لولبية دوارة كنموذج تجريبي لجهاز الفصل، واعتمد محصول البطاطا لاختبار فعاليته، وتم مقارنته مع قالعة ذات جهاز فصل سلسلي هزاز ذي مرحلة واحدة، وذلك لدراسة تأثير السرعة الأمامية (1.5، 2، 2.5 كم/سا) وسرعتين نسبيتين لجهاز الفصل (1.15، 1.38 كم/سا) في نسبة الفقد الكمي والنوعي للمحصول، ومن أهم النتائج التي توصل إليها الباحث تفوق السرعة 1.5 كم/سا في صفة الدرنات السليمة والدرنات المتضررة بشكل طفيف والفقد النوعي فقط، وأشار كذلك بأن الزيادة في سرعة تقدم الآلة أثناء عملية القلع أكثر من الحدود المقررة لها 2.5 كم/سا أدت إلى زيادة واضحة في نسب الفقد الكمي والنوعي بسبب الانحراف

الرأسي لسلاح القلع نتيجة لمقاومة التربة العالية لها، فأحداث رفع، ولو كان بسيطاً، لسلاح القلع يسبب تغير مستوى عمق القلع، وبالتالي تبقى الدرنات دون المستوى المناسب للسلاح، ومن ناحية أخرى أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها (العبيدي، 2012) حول تأثير سرعة تقدم الآلة (2.71، 4.36، 5.76 كم/سا) أثناء عملية قلع البطاطا في نسب صفات الدرنات السليمة والدرنات المقتلعة، وصفات الفقد الكمي ومعامل تلف الدرنات. تفوقت السرعة 2.71 كم/سا على بقية سرعات التقدم في نسب صفات الدرنات السليمة والدرنات المقتلعة، حيث سجلت أقل قيمة لصفات الفقد الكمي ومعامل تلف الدرنات، ونسب صفات الدرنات المخدوشة بشكل طفيف وكبير والفقد النوعي، ولم يلاحظ وجود فروق معنوية في صفات الدرنات المخدوشة خدش كبير والدرنات المخدوشة خدش طفيف والفقد النوعي بين السرعتين (2.71، 4.36 كم/سا)، حيث سجلتا أقل نسبة لهذه الصفات وبصورة معنوية مقارنة بالسرعة 5.76 كم/سا. كما لاحظ (Tawfik et al., 2012) أن أفضل عوامل تشغيل للآلة تحت ظروف الحيازات الصغيرة هي السرعة الأمامية 2.3 كم/سا وزاوية اختراق السلاح 14 درجة وعمق القلع 30 سم، حيث أعطت قيم منخفضة للفوائد الكلية للدرنات والتي تشمل 2.90 % للدرنات التالفة و 1.20 % للدرنات المدفونة، كذلك أعطت أفضل قيمة لكفاءة القلع 95.50 % وأعلى قيمة لكفاءة التنظيف وهي 95.32 %. وأكد (Maher et al., 2019) أن النسبة المئوية للدرنات التالفة تزداد بزيادة السرعة من (1.5-2.5 كم/سا)، وتنخفض مع زيادة العمق. وأظهرت النتائج أن أعلى قيمة للسعة الحقلية كانت عند عمق قلع 16 سم والسرعة الأمامية 2.5 كم/سا، وأعلى قيمة لكفاءة القلع كانت عند عمق قلع 24 سم والسرعة الأمامية 1.5 كم/سا، في حين أن كفاءة القلع تتناقص بزيادة السرعة من 1.5 إلى 2.5 كم/سا عند أعماق القلع المختلفة (16، 20، 24 سم)، ولاحظوا أن أعلى قيمة للدرنات المفقودة كانت عند عمق قلع 16 سم والسرعة الأمامية 2.5 كم/سا، ووجد (Mukseh et al., 2019) أن النسبة المئوية للبطاطا المدفونة، والمقطوعة زادت مع زيادة السرعة الأمامية لآلة القلع، بينما تناقصت كفاءة القلع مع زيادة السرعة، ووجد أن النسبة المئوية للبطاطا المدفونة، والمقطوعة تناقصت مع زيادة زاوية ميل الشفرة لآلة القلع وأن الاختيار الأفضل لتشغيل آلة القلع في الحقل كانت عند السرعة الأمامية 2.3 كم/سا وعند زاوية ميل للشفرة 23 درجة، وأشار (Isaa et al., 2020) أنه مع زيادة زاوية الميل لسلاح القلع من 12 إلى 22 درجة ازدادت كفاءة القلع من (87.63-95.14 %)، في حين انخفض التلف الكلي للدرنات مع زيادة زاوية الميل وانخفاض السرعة الأمامية للآلة وسرعة الناقل السلسلي، وأعطت الآلة أقل نسبة للتلف الكلي 2.67 % عند السرعة الأمامية 2.5 كم/سا وزاوية الميل 22 درجة، وسرعة الناقل السلسلي 2.8 كم/سا.

أهمية البحث، وأهدافه:

إن جودة درنات البطاطا تتأثر بعملية القلع، فالطرق التقليدية لقلع المحصول قد تعرض المحصول للتلف نتيجة حدوث جرح أو خدش للدرنات مما يؤثر سلباً في سعر المحصول ومدة تخزينه، والدخل الناتج عنه، وعلى اعتبار أن زاوية ميل الأسلحة وسرعة القلع من أهم العوامل المؤثرة في عملية قلع البطاطا والتي تؤثر بشكل كبير في تلف الدرنات. فقد هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير زاوية ميل الأسلحة وسرعة العمل لآلة قلع البطاطا المصنعة محلياً في الفقد النوعي والكمي لدرنات البطاطا من خلال تحديد نسبة الدرنات السليمة، ونسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير، ونسبة الدرنات المخدوشة بشكل طفيف، ونسبة الفقد النوعي، ونسبة الفقد الكمي، والنسبة المئوية للدرنات المقتلعة، واختيار أفضل زاوية ميل للأسلحة وأفضل سرعة تقدم أثناء عمل الآلة والذي يؤدي إلى إعطاء أعلى نسبة من الدرنات السليمة والمقتلعة وأقل نسبة للفقد النوعي والكمي.

طرائق البحث، ومواده:

موقع تنفيذ البحث: نُفذت التجربة حقلياً في أحد حقول سهل يحمور التابعة لمحافظة طرطوس خلال الموسم الزراعي 2019-2020. أرض الحقل كانت مستوية ولم تكن مزروعة سابقاً.

خصائص التربة: تم جمع عينات التربة قبل عملية الحراثة من الأعماق (0-10 سم) و(10-15 سم) و(15-25 سم) بوساطة أسطوانات معدنية خاصة لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة، وتم إجراء التحاليل الكيميائية في محطة بحوث بيت كمونة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية، وأجريت التحاليل الفيزيائية في محطة زاهد التابعة للبحوث العلمية الزراعية. وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول رقم 1.

3- رطوبة التربة: جُمعت عينات التربة بمعدل 3 مكررات لكل معاملة وعلى عمق 17 سم لتحديد رطوبة التربة عند القلع، وتم إجراء التحاليل في محطة بحوث بيت كمونة التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية، وحُسبت الرطوبة الوزنية بطريقة التجفيف بالأسطوانات المعدنية وبالاعتماد على العلاقة التالية:

$$M\% = \frac{mm - ms}{ms} \times 100$$

mm : وزن التربة الجاف هوائياً (g)، ms : وزن التربة الجاف تماماً على حرارة 105 م° (g)

المادة النباتية: زُرعت التجربة آلياً بصنف البطاطا سبونتا، على عمق 12 سم ومسافة بين الخطوط 70 سم، ويمتاز هذا الصنف بأنه صنف هولندي المنشأ، نصف مبكر، وهو من الأصناف المزروعة بكثرة في سورية، يصلح للزراعة في العروة الربيعية المبكرة، ويُعتبر من الأصناف متوسطة النضج (100-110 يوم) من موعد الزراعة، فترة سكونه متوسطة، درناته متطاولة الشكل كبيرة الحجم ومقوسة قليلاً، والعيون سطحية.

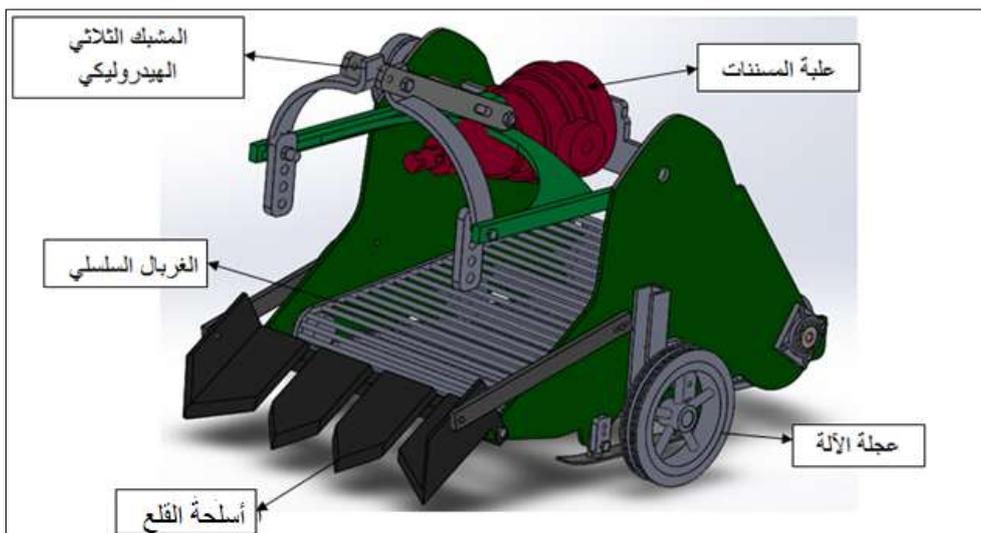
الجرار المستخدم: تم أثناء تنفيذ التجربة استخدام جرار زراعي (New Holland tt56) إيطالي المنشأ، رباعي الدفع، ذو قدرة حصانية 55 حصان ميكانيكي، وزن الجرار الكلي 2575 كغ، سعة خزان الوقود 60 لتر، وحالة الجرار جيدة جداً.

آلة قلع البطاطا المصنعة: تم تصنيع الآلة من خامات محلية بتكلفة بسيطة بأبعاد (120 x 98 x 90 سم)، وهي آلة معلقة خلف الجرار الزراعي، وتأخذ حركتها من مأخذ القدرة للجرار الزراعي، وتستخدم الآلة لقلع خط واحد بعرض 65 سم، وتتكون من: الأسلحة، ووحدة الفصل، وجهاز نقل الحركة، والهيكل.

أسلحة القلع: تتكون من 4 أسلحة ذات رأس مثلث الشكل، تتوضع على محور واحد في مقدمة الآلة، وتميل على المستوى الأفقي بزوايا قابلة للمعايرة بين 20-40 درجة، عرض السلاح الواحد 13 سم وطوله 25 سم وسماكته 1 سم. ويمكن التحكم بزوايا ميل الأسلحة عن طريق ذراع على جانبي الآلة يربط بين هيكل الآلة وأسلحة القلع بأبعاد (1.5 x 4 x 51 سم)، حيث تقوم الأسلحة باختراق التربة على العمق المطلوب لتتقل شريحة التربة والدرنات بالإضافة إلى المجموع الخضري والحجارة إلى وحدة الفصل.

وحدة الفصل: تتكون من حصيرة تدور في اتجاه معاكس لاتجاه سير الآلة. تتكون الحصيرة من قضبان من الحديد بقطر 1 سم، وطولها 85 سم، متصلة مع بعضها من الجانبين ويفصل بين القضبان مسافة 4 سم، وهي تعمل على فصل التربة عن درنات البطاطا التي تتساقط خلف الآلة على سطح التربة. معها هزاز عبارة عن عمود بطول 77 سم وقطر 3 سم ومثبت على عجلتان لا مركزيتان بقطر 12 سم. وتأخذ وحدة الفصل (الحصيرة) حركتها من عمود الإدارة الخلفي للجرار عن طريق بكرتين بقطر 16 سم، وسيرين من المطاط بأبعاد 22/1600 ملم.

هيكل الآلة: مصنوع من حديد الصلب ومكون من مجموعة من ألواح الحديد سمكها 0.6 سم، وعليه قضبان من الحديد بأبعاد مختلفة لضمان متانة الآلة أثناء التشغيل، ومحمول على زوج من العجلات بقطر 28 سم وعرض 6 سم، والعجلات قابلة للتعديل لضبط الآلة على العمق المطلوب.



الشكل (1): يبين المظهر العام لآلة قلع البطاطا المصنعة محلياً

تتلخص الوظائف الميكانيكية للآلة: في أن أسلحة التقلع تخترق خط البطاطا المزروع على عمق التقلع، فتعمل على نقل التربة والحجارة والمجموع الخضري والدرنات إلى السلسلة والتي تعمل على فصل التربة والحجارة، حيث تسقط من خلال الفراغات بين قضبان السلسلة بفعل حركة واهتزاز السلسلة، ثم تدفع الدرنات إلى سطح التربة من خلال حركة السلسلة إلى الخلف عكس اتجاه حركة الآلة والجرار الزراعي، حيث تتجمع الدرنات في خط واحد خلف الآلة ليتم جمعها يدوياً، وتم تحديد شكل الدرنه بناءً على دليل شكل الدرنه حسب كتاب الهيئة الدولية للمواصفات، (International Organization For Standards Handbook, 1983) حيث يحسب الدليل لشكل الدرنه كنسبة مئوية بين مربع أقصى طول للدرنه وحاصل ضرب أقصى عرض وأقصى سمك للدرنه، ووجد أن دليل شكل الدرنه يساوي 233.3 ويدل ذلك أن الدرنات بيضاوية الشكل.

أدوات وأجهزة قياس استخدمت لتنفيذ التجربة مثل : جهاز قياس السرعة الدورانية ، ميزان ، البياكوليس ، شريط متري، ساعة توقيت، وعدد من الصناديق لجمع الدرنات بها.

تصميم التجربة والمعاملات المستخدمة: صممت التجربة بطريقة القطع المنشقة spilt plot- design ، إذ اشتمل البحث على معاملتين:

- زاوية ميل أسلحة القلع: شكلت القطع الرئيسية وكانت على مستويين:

$$M1 = 30 \text{ درجة} \leftarrow$$

$$M2 = 35 \text{ درجة} \leftarrow$$

- سرعة تقدم الآلة: شكلت القطع الثانوية وكانت على ثلاثة مستويات:

$$S1 = 1.6 \text{ كم/سا} \leftarrow$$

$$S2 = 2.30 \text{ كم/سا} \leftarrow$$

$$S3 = 3.32 \text{ كم/سا} \leftarrow$$

وبذلك بلغ عدد المعاملات 6 معاملات. كررت كل معاملة ثلاث مرات.

تنفيذ التجربة: تم تحديد السرعة الأمامية المطلوبة للجرار عن طريق التحكم بعجلة الوقود اليدوية، حيث تم تأشير السرعة الأمامية التي يراها المزارع الأقل تأثيراً على الجرار المستخدم وعلى الدرنات عند القلع، وبالقرب من عتلة التحكم تم تأشير إشارتين، الأولى تكون فيها كمية الوقود أقل من السرعة المفترضة التي يقلع بها المزارع، والثانية تكون فيها كمية الوقود أكثر من السرعة التي يقلع

بها المزارع. وبعد ذلك تم قياس السرعة الأمامية للجرار أثناء عملية القلع لمسافة 10م، وتم قياسها بواسطة شريط القياس، وتم تسجيل الزمن بواسطة ساعة توقيت، ولكل معاملة على حده، وبذلك فإن السرعة التي تم الحصول عليها كانت (1.6، 2.3، 3.23 كم/سا).

وتم ضبط زاوية القلع للآلة عن طريق ذراع المعايرة الموجود على جانبي الآلة والمتقب إلى عدة تقوب، حيث كل تقب يمثل زاوية ميل معينة من (20-40 درجة)، كما تم ضبط طول ذراع الشبك الثالث في الجرار، فعند زيادة طول الذراع تقل زاوية القلع، والعكس صحيح. وبعد انزال الآلة إلى المستوى المطلوب لعمق القلع، تم قياس زاوية القلع بواسطة ميزان زئبقي مع منقلة كبيرة وذلك لضبط استواء الخط الموازي لسطح الأرض مع القالعة، وتم ضبط زاوية القلع عند (30 – 35 درجة).

تم ضبط عمق القلع للآلة على العمق (23 سم)، وتمت عملية الضبط عن طريق روافع خاصة متصلة بالجهاز الهيدروليكي، حيث رُفعت العجلتان الخلفيتان للجرار على قطعتين خشبيتين ارتفاعهما (23 سم) حسب عمق القلع المطلوب، ثم خُفض جهاز الهيدروليك حتى لامست أسلحة القالعة سطح التربة، وتم تحديد وضع رافعة الجهاز الهيدروليكي بقلم، ثم اختبرت الآلة في القلع بمشوارين، وقيس عمق القلع الفعلي في ثلاث نقاط بكل منها باستخدام مسطرة قياس مدرجة لقياس المسافة العمودية بين النقطة التي وصلت إليها أسلحة القالعة داخل التربة وبين سطح التربة العمودي، ثم أُخذ المتوسط لها، فإذا كان المتوسط أقل من العمق المطلوب تخفض رافعة الجهاز الهيدروليكي قليلاً، ويُقاس العمق للتأكد من الوصول إلى العمق المطلوب، أما إذا كان العمق أكبر من العمق المطلوب فترفع الرافعة لوضع أعلى مما كانت عليه.

أثناء عملية القلع تم إيجاد كثافة النباتات (نبات/متر طولي)، وذلك بأخذ عدد النباتات النامية في مسافة 1م على طول الخط، وقد تراوح متوسط كثافة النباتات في الخط بين 3 و4 نباتات/متر. وتم أخذ البيانات المتعلقة بإنتاجية المحصول بوزن الدرناات الناتجة من خمس نباتات متتالية، وذلك بقلعها يدوياً، وكُررت هذه العملية في خمسة مواقع مختلفة من حقل التجربة، وكان متوسط وزن الدرناات لخمس نباتات متتالية 4.37 كغ، ومتوسط المسافة بين النباتات 30 سم، ومتوسط وزن الدرناات للنبته الواحدة 0.874 كغ، وبمعرفة وزن الدرناات الناتجة من النبتة الواحدة ومساحة النبتة الواحدة (حاصل ضرب المسافة بين خطوط الزراعة والمسافة بين النباتات في الخط الواحد) تم تقدير الإنتاجية الكلية للمحصول في حقل التجارب، وبلغت 41.47 طن/هـ.

المؤشرات المدروسة: تم دراسة تأثير زاوية ميل الأسلحة وسرعة العمل لوحدة القلع في مؤشرات الأداء الآتية: نسبة الدرناات السليمة (UD)، ونسبة الدرناات المخدوشة بشكل كبير (SD)، ونسبة الدرناات المخدوشة بشكل طفيف (SL)، ونسبة الفقد النوعي (TD)، ونسبة الفقد الكمي، والنسبة المئوية للدرناات المقتلعة (LT). وتم أخذ العينات عشوائياً بواسطة لوح خشبي (100x100 سم) أثناء عملية القلع واستخدام ميزان لحساب أوزان الدرناات للصفات المدروسة، ومن خلال المعادلات الرياضية التالية تم تحديد نسب وقيم الصفات المدروسة، كما يلي:

1- تم حساب كمية الصفة في العينة (UD, SD, SL, QL) بالكيلوغرام لكل هكتار باستخدام المعادلة التالية وفقاً لـ (صديق، 2006):

$$\text{كمية الصفة في العينة (كغ/هـ)} = \frac{\text{وزن الصفة في العينة (غ)} \times 1000}{\text{مساحة العينة سم}^2} \times 10000 \times \frac{1}{10000 / (100 \times 100)}$$

كمية الدرناات المقتلعة:

حُسبت كمية الدرنات المقتلعة من حاصل جمع أوزان الدرنات المخدوشة بشكل كبير (SD)، والدرنات المخدوشة بشكل طفيف (SL)، والدرنات السليمة (UD).

$$LT = UD + SD + SL \quad (\text{كغ/هـ})$$

المجموع الكلي للدرنات المتضررة في العينة:

تم حساب المجموع الكلي للدرنات المتضررة في العينة من ناتج جمع أوزان كل من الدرنات المخدوشة بشكل كبير (SD)، والدرنات المخدوشة بشكل طفيف (SL).

$$TD = SD + SL \quad (\text{كغ/هـ})$$

2- نسبة القلع: هي النسبة المئوية للدرنات المرفوعة على سطح الأرض وتقدر نسبة القلع بالمعادلة التالية وفقاً لـ (أبو حياجة واليحيى، 1999):

$$Lift = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \times 100 \quad (\%)$$

حيث أن:

W_1 : وزن الدرنات التي تم قلعها بالآلة كغ، W_2 : كتلة الدرنات التي لم تعلق وبقية موجودة في التربة كغ.

ويمكن إيجاد كتلة الدرنات التي تم قلعها بالآلة، حيث يتم تجميع ووزن الدرنات يدوياً من على سطح التربة لخط طوله (36م)، أما الدرنات المدفونة (الدرنات غير المقتلعة) فيتم قلعها يدوياً وذلك بالحفر بأداة (الشوكة)، ثم وزنها.

معامل تلف الدرنات: لإيجاد معامل تلف الدرنات تم تصنيف الدرنات المتضررة نتيجة القلع بالآلة إلى صنفين، وهي درنات مخدوشة بشكل كبير (SD)، ودرنات مخدوشة بشكل طفيف (SL)، وتقدر نسبة الدرنات المخدوشة بشكل طفيف (X_1) كنسبة مئوية بين كتلة الدرنات المخدوشة بشكل طفيف، وكتلة الدرنات التي تم قلعها بالآلة (YI)، وتقدر نسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير (X_2) كنسبة مئوية بين كتلة الدرنات المخدوشة بشكل كبير، وكتلة الدرنات التي تم قلعها بالآلة (YI). ويحسب معامل التلف لدرنات البطاطا (d.i) بالمعادلة التالية وفقاً لـ (MeGechan,1977):

$$d.i = 4 X_1 + 7 X_2$$

$$X_1 = (SL/YI) \times 100$$

$$X_2 = (SD/YI) \times 100$$

وبناءً على معامل التلف يمكن وصف نسبة التلف حسب تصنيف العالم (MeGechan,1977)، كما هو موضح في الجدول 1.

الجدول (1): قيم معامل تلف درنات البطاطا ووصف نسبة تلف الدرنات

معامل التلف (Di)	الوصف
أكبر من 300	نسبة التلف عالية وغير مقبولة ويجب أن تتوقف عملية القلع بالآلة
من 200 إلى 300	نسبة التلف عالية مع الحذر في عملية القلع آلياً
من 150 إلى 200	نسبة التلف متوسطة
من 100 إلى 150	نسبة التلف مقبولة
أقل من 100	نسبة التلف مسموح بها

حساب إنتاجية العينة (YI): تمثل حاصل جمع أوزان أو نسب كل من الدرنات السليمة (UD)، والدرنات المخدوشة خدش بسيط

(SL)، والدرنات المخدوشة بشكل كبير (SD)، والفقد الكمي (QL).

$$YI = UD + SD + SL + QL \quad (\text{كغ/هـ})$$

حيث أن:

YI: وزن العينة الكلي (الإنتاجية) كغ/هـ ، UD: الدرنات السليمة كغ/هـ ، وهي الدرنات الخالية من الخدوش سواء كانت خدوش بسيطة أو كبيرة، SD: الدرنات المخدوشة بشكل كبير كغ/هـ، وهي الدرنات التي تكون أعماق خدشها أكثر من (1 مم) من السطح الخارجي للدرنات وفقاً لـ (Kemp et al., 1970) ، SL: الدرنات المخدوشة بشكل طفيف كغ/هـ، وهي الدرنات التي تكون أعماق خدشها من (0.1-1 مم) من السطح الخارجي وفقاً لـ (McLeod et al., 1984)، QL: الفقد الكمي كغ/هـ، وهي الدرنات التي لم تعلق أصلاً أو دفنت بعد عملية القلع ويتم قلعها يدوياً لمعرفة نسبتها.

حساب النسب المئوية للصفات المدروسة: تحسب النسب المئوية للصفات المدروسة من حاصل قسمة وزن الصفة على معدل وزن

الحاصل الكلي للموقع (μYI) مضروباً في 100، حيث أن معدل الحاصل يحسب من العلاقة التالية:

$$\mu YI = \frac{\sum_1^n YI}{n} \quad (\text{كغ/هـ})$$

حيث أن: μYI : متوسط وزن العينة الكلي كغ/هـ، n: عدد عينات الموقع كله.

أما النسبة المئوية للصفات (%) فتحسب من المعادلة التالية:

$$100 \times \frac{UD \text{ or } SD \text{ or } SL \text{ or } QL \text{ or } TD}{\mu YI} = (\%) \text{ النسب المئوية للصفات}$$

التحليل الإحصائي:

خضعت نتائج التجربة لتحليل التباين (ANOVA)، وجرى حساب أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية (5%)، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي وفقاً لـ CoStat (2008).

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج تحليل التربة أن بأن التربة ذات قوام طيني (حسب مثلث القوام الأمريكي)، مائلة للقلوية، وذات ملوحة منخفضة، متوسطة المحتوى من المادة العضوية والأزوت الكلي، ومحتواها جيد من الفوسفور والبوتاسيوم المتاحين، وتحتوي على نسبة منخفضة جداً من كربونات الكالسيوم الكلية والفعالة. وهذه التربة ذات كثافة ظاهرية متوسطة، خاصة في الآفاق السطحية والتي تجري فيها الأنشطة الزراعية ($1.37-1.44 \text{ g/cm}^3$). الجدول رقم 2 يوضح بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة.

الجدول (2): الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة

الطريقة المستخدمة	العمق (cm)			التحليل
	25-15	15-10	10-0	
طريقة الهيدروميتر	49	47.54	47	نسبة الطين %
	25	18	14	نسبة السلت %
	26	34.46	39	نسبة الرمل %
مثلث القوام الأمريكي	طينية (Clay)			نوع التربة
الهضم الرطب	2.25	3.2	3.36	نسبة المادة العضوية %
جهاز قياس حموضة التربة pH meter 1:5	7.41	7.28	7.26	(pH)
جهاز التوصيل الكهربائي 1:5	0.71	0.76	0.81	EC ملليموز/ cm
المعايرة	7.41	5.33	4.15	كربونات الكالسيوم الكلية %
المعايرة (دورينو)	2.97	2.65	2.23	كربونات الكالسيوم الفعالة %
الأسطوانات المعدنية	1.44	1.40	1.37	الكثافة الظاهرية g/cm^3
البكنوميتر	2.62	2.61	2.60	الكثافة الحقيقية g/cm^3
طريقة أولسن	26.16	28.42	34.17	الفوسفور المتاح ppm
جهاز اللهب	399.79	316.8	634.67	البوتاسيوم المتاح ppm

الآزوت الكلي %	0.20	0.175	0.18	(كلداهل)
----------------	------	-------	------	----------

من المعروف أن لرطوبة التربة دور هام في زيادة أو نقصان كمية الدرنات المتضررة ، لأن نسبة الكدمات الظاهرة على الدرنات في الترب الجافة تقارب 20 % ونسبة تلف الأنسجة 30 % ، وهذا يعود إلى فقدان الدرنات للوسادة الترابية عند انتقالها على الناقل السلسلي الذي يحميها من الكدمات. الجدول رقم 3 يوضح نسب الرطوبة الوزنية عند تنفيذ التجربة.

الجدول (3): نسب رطوبة التربة الوزنية التي تم عندها القلع

المعاملة	الرطوبة الوزنية في نهاية التجربة
S1M1	7.91
S2M1	7.02
S3M1	6.24
S1M2	8.74
S2M2	8.21
S3M2	7.10

يلاحظ من الجدول أن الرطوبة الوزنية كانت أقل قيمة لها في المعاملة (S3M1) وهي المعاملة التي زادت فيها نسبة كل من الفقد النوعي والكمي وأعطت أيضاً أعلى قيمة لمعامل تلف الدرنات، ولقد اتفقت هذه النتائج مع (Bishop and Maunder , 1980).

تأثير سرعة العمل لآلة جني البطاطا المصنعة محلياً في الصفات المدروسة:

تشير نتائج الجدول رقم 4 إلى وجود فروق معنوية لتأثير سرعة تقدم آلة القلع على جميع نسب الصفات المدروسة، وبينت النتائج تفوق السرعة الأولى 1.6 كم/سا على بقية السرعات الأخرى بنسبة الدرنات السليمة، إذ سجلت أعلى قيمة للدرنات السليمة 75.76%، في حين سجلت السرعة الثالثة 3.32 كم/سا أقل قيمة للدرنات السليمة 60.90% . ويعود ذلك إلى العلاقة العكسية بين سرعة عمل الآلة والدرنات السليمة، فعند زيادة السرعة تعمل الآلة في أعماق أقل من المطلوب منها، والسبب في ذلك تأثيرها بمقاومة التربة التي تزداد مع زيادة السرعة فيرتفع سلاح القلع، وبالتالي تقل سماكة الوسادة الترابية التي تحمي الدرنات من الخدوش والاحتكاك، وتقل نسبة الدرنات السليمة، وهذا يتفق مع (صديق، 2006).

أما فيما يتعلق بنسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير وبشكل طفيف فيلاحظ من الجدول رقم 4 أن السرعة 1.6 كم/سا حققت أفضل النتائج لهذه الصفات، وسجلت أقل قيمة لكل منهما 4.07% و 11.39% على التوالي، مقارنة مع باقي السرعات المستخدمة. ويعود ذلك إلى العلاقة الطردية بين نسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير وبشكل طفيف وسرعة عمل الآلة، إذ أن زيادة السرعة تسبب تناقص عمق سلاح القلع وعمل السلاح في أعماق أقل من المطلوب بسبب زيادة مقاومة التربة، وبالتالي فإن السلاح يعمل على قطع وقص الدرنات، وهذا يزيد نسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير، كما أن كمية التربة الصاعدة إلى الناقل السلسلي والوسادة الترابية التي تحمي الدرنات من الخدش أثناء انتقال الدرنات على سطح السلسلة ستكون أيضاً قليلة نتيجة زيادة سرعة الاهتزازات العمودية للسلسلة، مما يساعد على نفخ التربة فوق الناقل السلسلي في وقت أقصر وزيادة نسبة الخدش، وهذا يتفق مع (Emam, 1999) و (Khater, 2009).

الجدول(4): تأثير سرعة القلع على الصفات المدروسة (%).

معامل التلف Di	الصفات المدروسة					السرعة الأرضية كم/سا	
	الدرنات المقتلعة % (L.T)	الفقد النوعي % (TD)*	الفقد الكمي % (QL)*	درنات مخدوشة بشكل طفيف % (SL)*	درنات مخدوشة بشكل كبير % (SD)*		الدرنات السليمة % (UD)
74.06 ^a	91.22 ^a	15.46 ^a	8.77 ^a	11.39 ^a	4.07 ^a	75.76 ^a	1.60
81.95 ^b	87.52 ^b	17.08 ^b	12.47 ^b	12.54 ^b	4.54 ^b	70.44 ^b	2.30

98.61°	80.77°	19.87°	19.22°	13.45°	6.38°	60.90°	3.32
0.084	0.013	0.016	0.005	0.012	0.009	0.016	LSD 5%
19.46	16.25	13.59	11.7	10.42	6.22	15.65	CV%

كما يلاحظ من الجدول رقم 4 أن السرعة 1.6 كم/سا حققت معنوياً أفضل النتائج فيما يتعلق بنسبة الفقد الكمي والنوعي للدرنات، حيث سجلت أقل نسبة للفقد الكمي 8.77 % وللفقد النوعي 15.46 %، مقارنة مع السرعة الأخرى. ويُعزى ذلك إلى العلاقة الطردية بين نسبة الفقد الكمي والفقد النوعي للدرنات والسرعة الأرضية للقاعة، حيث أن زيادة سرعة تقدم الآلة تعمل على تزايد مقاومة التربة لسلاح القلع عند العمل، مما يؤثر عليه، ويؤدي إلى ارتفاعه ودخوله في منطقة انتشار الدرنات، مما يزيد من الفقد الكمي للدرنات، كما أن تزايد نسبة الدرنات المخدوشة بخدش كبير وبخدش طفيف نتيجة زيادة السرعة ستؤدي إلى تزايد نسبة الفقد النوعي، وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها كل من (Abdel-Aal, 2002) و (Abdel-Maksoud, 2004).

ويلاحظ من الجدول رقم 4 أن نسبة الدرنات المقتلعة انخفضت مع زيادة سرعة القلع، حيث حققت السرعة 1.6 كم/سا أعلى نسبة 91.22 %، متفوقة على باقي السرعة الأرضية، وهذا يعود للعلاقة العكسية بين نسبة الدرنات المقتلعة والسرعة الأمامية للقاعة، مما يؤدي إلى زيادة نسبة الفقد الكمي، كما ورد سابقاً، وهذا يتفق مع (Sayed et al., 1996) و (الدوسري، 2005).

أما فيما يتعلق بمعامل تلف الدرنات فقد حققت السرعة الأولى 1.6 كم/سا أفضل النتائج لهذه الصفة، مقارنة بالسرعات الأخرى، إذ سجلت أقل قيمة لمعامل تلف الدرنات 74.06، فيما سجلت السرعة 3.32 كم/سا أعلى قيمة 98.61. ويستدل من الجدول رقم 1 الذي يوضح تصنيفات نسبة التلف بأن قيم معامل التلف عند السرعات الثلاث كانت ضمن نسب التلف المسموح بها، حيث أنها (أقل من 100)، ويعود سبب انخفاض هذه الصفة عند السرعة الأولى وارتفاعها عند السرعتين الثانية والثالثة إلى المسببات التي تعرضت لها الدرنات في حالة الدرنات السليمة والدرنات المخدوشة بخدش طفيف وبخدش كبير مجتمعة في آن واحد عند القلع.

تأثير زوايا الميل لأسلحة القلع في الصفات المدروسة:

يوضح الجدول رقم 5 التأثير المعنوي لزوايا ميل أسلحة القلع في الصفات المدروسة، حيث يلاحظ من الجدول رقم 5 أنه إذا زادت زاوية الميل تزداد نسبة الدرنات السليمة، حيث أعطت زاوية الميل (35 درجة) أعلى نسبة للدرنات السليمة 71.53 %، متفوقة بذلك معنوياً على زاوية الميل (30 درجة) والتي بلغت نسبة الدرنات السليمة فيها (66.54 %). ويعود ذلك إلى أنه مع زيادة زاوية الميل يزداد عمق القلع، وبالتالي فإن الآلة تعمل على عمق أكبر أو مساو لعمق تواجد الدرنات في الحقل، مما يؤدي إلى رفع كمية كافية من التربة والتي تشكل وسادة ترابية بين درنات البطاطا وقضبان السلسلة، فتحمي الدرنات من الخدوش والجروح أثناء الغرلة، ويقل التلف الكلي، وتزداد نسبة الدرنات السليمة، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (محمود، 1992).

كما يلاحظ من الجدول رقم 5 أنه إذا زادت زاوية الميل تقل نسبة الدرنات المخدوشة بشكل كبير وبشكل طفيف، حيث أعطت زاوية الميل (35 درجة) أقل نسبة لكل منهما (4.56، 11.59 %) على التوالي، مقارنة مع زاوية الميل (30 درجة). ويعود ذلك إلى أنه مع زيادة زاوية ميل الأسلحة يزداد تعمقها في التربة، وبالتالي تزداد كمية التربة المرفوعة وتزداد سماكة الوسادة الترابية بين درنات البطاطا وقضبان السلسلة فتحمي الدرنات من الخدوش الكبيرة والطفيفة أثناء الغرلة، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (محمود، 1992).

الجدول (5): تأثير زوايا الميل لأسلحة القلع على الصفات المدروسة (%).

الصفات المدروسة							زاوية الميل درجة
معامل التلف Di	الدرنات المقتلعة % (L.T)	الفقد النوعي % (TD)*	الفقد الكمي % (QL)*	درنات مخدوشة بشكل طفيف % (SL)*	درنات مخدوشة بشكل كبير % (SD)*	الدرنات السليمة % (UD)	
91.47 ^b	85.68 ^a	18.79 ^b	14.66 ^b	13.35 ^b	5.44 ^b	66.54 ^b	30

78.28 ^a	87.33 ^b	16.15 ^a	12.31 ^a	11.59 ^a	4.56 ^a	71.53 ^a	35
0.060	0.007	0.009	0.007	0.005	0.007	0.01	LSD5%
22.48	17.61	15.25	12.18	12.39	5.39	17.11	CV%

كذلك يلاحظ من الجدول رقم 5 أن مع زيادة زاوية ميل أسلحة القلع من 30 إلى 35 درجة تقل نسبة الفقد الكمي للدرنات من 14.66 إلى 12.31 %، حيث تفوقت زاوية الميل 35 درجة معنوياً على الزاوية 30 درجة في ذلك، ويعود ذلك إلى انخفاض كمية الدرنات المدفونة بالتربة نتيجة زيادة عمق القلع مع زيادة زاوية ميل الأسلحة، وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Emam, 1999). ويلاحظ أيضاً من الجدول (5) أنه إذا زادت زاوية الميل تقل نسبة الفقد النوعي للدرنات، حيث أعطت زاوية الميل 35 درجة أقل نسبة للفقد النوعي 16.15 %، مقارنة مع زاوية الميل 30 درجة التي سجلت أعلى نسبة للفقد النوعي 18.79 %. ويعود ذلك إلى انخفاض نسبة الدرنات المخدوشة بشكل طفيف وبشكل كبير والتي هي من المركبات التي تدخل في حساب نسبة الفقد النوعي. كما يوضح الجدول (5) التأثير المعنوي لزاوية الميل في النسبة المئوية للدرنات المقتلعة، حيث أنه إذا زادت زاوية ميل الأسلحة تزداد النسبة المئوية للقلع، ولقد تفوقت الزاوية (35 درجة) معنوياً على الزاوية (30 درجة) وسجلت أعلى نسبة مئوية للقلع 87.33 %. ويعود سبب زيادة النسبة المئوية للقلع مع ازدياد درجة ميل أسلحة القلع إلى أنه عند زيادة زاوية الميل يزداد عمق القلع، وبالتالي تقل كمية البطاطا المتبقية في التربة بدون قلع، وتزداد كمية البطاطا المرفوعة فوق سطح الأرض مسببة زيادة في نسبة قلع الدرنات، وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Emam, 1999).

كما تفوقت زاوية الميل (35 درجة) معنوياً على زاوية الميل (30 درجة) وسجلت أقل قيمة لمعامل التلف بلغت (78.28)، وتعتبر هذه القيمة ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف، يرجع سبب ذلك إلى أن زيادة زاوية الميل تؤدي إلى انخفاض إجمالي الدرنات التالفة، فيقل معامل التلف، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Arfa, 2018).

تأثير التداخل بين سرعة الآلة وزاوية الميل لأسلحة القلع في الصفات المدروسة:

تشير نتائج الجدول رقم 6 إلى معنوية التداخل بين سرعة تقدم آلة القلع وزاوية الميل في النسبة المئوية للدرنات السليمة، إذ سجلت السرعة 1.6 كم/سا وزاوية الميل 35 درجة أعلى نسبة للدرنات السليمة بلغت 77.69 %، متفوقة بذلك على باقي المعاملات، بينما حققت السرعة 3.32 كم/سا وزاوية الميل 30 درجة أقل نسبة للدرنات السليمة بلغت 58.63 %. ويعزى ذلك إلى أنه بزيادة السرعة وانخفاض زاوية الميل تعمل الآلة في أعماق أقل من المطلوب منها، والسبب في ذلك تأثرها بمقاومة التربة التي تزداد مع زيادة السرعة، فترتفع سكة القلع، ويزداد الاحتكاك بالنقل السلسلي، وتقل نسبة الدرنات السليمة، وهذا يتفق مع (Abdel-Aal et. al., 2002) كما أظهرت نتائج الجدول 6 أن معاملة تداخل السرعة 1.6 كم/سا وزاوية الميل 35 درجة حققت أقل نسبة للدرنات المخدوشة بشكل كبير (3.59 %) وبشكل طفيف (10.48 %)، وبالتالي بلغت أقل نسبة للفقد النوعي (14.07 %) وأقل نسبة للفقد الكمي (8.23 %)، في حين حققت السرعة 3.32 كم/سا وزاوية الميل 30 درجة أعلى نسبة للدرنات المخدوشة بشكل كبير (6.77 %) وبشكل طفيف (14.52 %)، وبالتالي أعلى نسبة للفقد النوعي (21.29 %)، كما أعطت هذه المعاملة أعلى نسبة للفقد الكمي بلغت (20.07 %).

الجدول (6): تأثير التداخل بين سرعة الآلة وزاوية الميل لأسلحة القلع في الصفات المدروسة (%)

الصفات المدروسة							السرعة الأرضية كم/سا	زاوية الميل degree
معامل التلف Di	الدرنات المقلوعة % (L.T)	الفقد النوعي (TD)* %	الفقد الكمي (QL)* %	درنات مخدوشة بشكل طفيف % (SL)*	درنات مخدوشة بشكل كبير % (SD)*	الدرنات السليمة % (UD)		
81.05 ^d	90.68 ^b	16.85 ^c	9.31 ^b	12.3 ^c	4.55 ^c	73.83 ^b	1.60	30

87.88 ^c	85.4 ^d	18.23 ^d	14.59 ^d	13.24 ^e	4.99 ^d	67.17 ^d	2.30	35
105.49 ^f	79.92 ^f	21.29 ^f	20.07 ^f	14.52 ^f	6.77 ^f	58.63 ^f	3.32	
67.08 ^a	91.76 ^a	14.07 ^a	8.23 ^a	10.48 ^a	3.59 ^a	77.69 ^a	1.60	
76.03 ^b	89.65 ^c	15.93 ^b	10.34 ^c	11.83 ^b	4.1 ^b	73.72 ^c	2.30	
91.73 ^e	81.62 ^e	18.44 ^e	18.37 ^e	12.46 ^d	5.98 ^e	63.18 ^e	3.32	
0.145	0.012	0.024	0.012	0.01	0.016	0.019	LSD5%	
23.36	18.49	15.43	23.76	17.24	21.70	22.85	CV%	

كذلك حققت معاملة تداخل السرعة 1.6 كم/سا وزاوية الميل 35 درجة أعلى نسبة للدورات المقتلعة (91.76 %)، متفوقة بذلك على باقي المعاملات، في حين حققت معاملة تداخل السرعة 3.32 كم/سا وزاوية الميل 30 درجة أقل نسبة للدورات المقتلعة بلغت (79.92 %). ويعود ذلك إلى أنه عند زيادة زاوية الميل وانخفاض السرعة يزداد عمق القلع، وبالتالي تقل كمية البطاطا المدفونة بالترية، وتزداد كمية البطاطا المرفوعة فوق سطح الأرض مسببة زيادة في نسبة قلع الدورات، وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (الدوسري، 2005).

كما كان للتداخل بين السرعة الأمامية لآلة القلع وزاوية الميل للسلاح أثر معنوي في معامل التلف للدورات، حيث تفوق التداخل بين السرعة (1.6 كم/سا) وزاوية الميل (35 درجة) معنوياً على أغلب المعاملات مسجلاً أقل قيمة لمعامل التلف للدورات بلغت (67.08)، وتعتبر هذه القيمة ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف (أقل من 100).

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال ما تقدم نستنتج:

- أدت زيادة زاوية ميل الأسلحة إلى زيادة معنوية في نسبة الدورات السليمة ونسبة الدورات المقتلعة، مع انخفاض معنوي في قيمة كل من نسبة الدورات المخدوشة بشكل كبير ونسبة الدورات المخدوشة بشكل طفيف ونسبة الفقد النوعي والكمي وقيمة معامل التلف.
 - أدت زيادة سرعة تقدم آلة القلع إلى زيادة معنوية في صفات النسبة المئوية للدورات المخدوشة بشكل كبير والدورات المخدوشة بشكل طفيف، والفقد الكمي والنوعي وقيمة معامل التلف، مع انخفاض معنوي في نسبة الدورات السليمة ونسبة الدورات المقتلعة.
 - أدت زيادة زاوية ميل الأسلحة مع خفض سرعة تقدم آلة إلى زيادة معنوية في النسبة المئوية للدورات السليمة والدورات المقتلعة، مع انخفاض نسبة الفقد النوعي والكمي، وقيمة معامل التلف للدورات.
 - أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود علاقة ارتباط سلبية عالية المعنوية بين كل من (زاوية ميل الأسلحة ونسبة الدورات المخدوشة بشكل كبير والدورات المخدوشة بشكل طفيف والفقد النوعي والكمي) وكذلك بين (السرعة الأمامية لآلة القلع والدورات السليمة والدورات المقلوعة)، كما أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود علاقة ارتباط موجبة عالية المعنوية بين كل من (زاوية ميل الأسلحة والنسبة المئوية للدورات السليمة والدورات المقلوعة) وكذلك بين السرعة الأمامية للقالعة والنسبة المئوية للدورات المخدوشة والفقد الكمي والنوعي.
- لذلك يوصي هذا البحث بما يلي:

- إجراء عملية القلع باستخدام الآلة المصنعة محلياً على السرعة 1.6 كم/سا وزاوية ميل لأسلحة القلع 35 درجة.
- يقترح إجراء دراسات أخرى على نفس الآلة بزوايا ميل وسرعات تقدم مختلفة لدراسة مؤشرات فنية أخرى غير مدروسة للآلة المصنعة.

(3) إجراء دراسة مقارنة مع نوع آخر من آلات قلع درنات البطاطا.

(4) إجراء دراسة مقارنة على صنف بطاطا آخر تكون درناته كروية أو أقرب إلى الكروية.

المراجع:

- الدوسري، ناجي بن مرضي (2005). تأثير متغيرات التشغيل لآلة حصاد البطاطا على تلف الدرنات. رسالة ماجستير، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية. 129 صفحة.
- العبيدي، عثمان مؤيد محمد توفيق (2012). تأثير نوع آلة الحصاد في الفقد وجودة محصول البطاطا تحت مواعيد قلع وسرع مختلفة. رسالة ماجستير، قسم المكنائن والآلات الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق. 98 صفحة.
- الموقع الرسمي لمنظمة الأغذية والزراعة الفاو. www.fao.org.statistics.
- حسن، أحمد عبد المنعم (1999). إنتاج البطاطا. سلسلة محاصيل الخضر. تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة. الدار العربية للنشر والتوزيع، مصر. 52 صفحة.
- صديق، أركان محمد أمين (2006) تطوير جهاز الفصل في قاعة البطاطا (*Tuberosum Solanum*) وتقييم الأداء. (رسالة دكتوراه) قسم المكنائن والآلات الزراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، 130 صفحة.
- محمود، محمد محمود عبد الجليل (1992). ميكنة حصاد البطاطا في الظروف المصرية. رسالة ماجستير، جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية. 110 صفحة.
- Abdel-Aal, S. E.; M. S .EL-Shal,.; M.K Abdel-Wahab, M.K.;and A. A .Abdel-Bary. (2002). Development of a potato harvester suitable for Egyptian farm. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 19(3): 643 –656.
- Abdel-Maksoud, S. E.; M. Morad; and H. Morghany. (2004). Development of a combination unit for harvesting and gathering potato crop. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 31(2): 699 – 718.
- Arfa, G. K. (2018). Some factors affecting the damage potato tubers during harvest. *Misr J. Ag. Eng.*, 36 (3): 753 – 772.
- Bishop, C. F. H.;and W.Maunder. (1980). Potato mechanization and storage. Suffolk. Farming Press Limited. P: 97-129.
- Dean, B.B.; N. Jackowiak; M.Nagel; J.Pavek; and D. Corsini. (1993). Blackspot pigment development of resistance an susceptible *Solanum tuberosum* L. genotype at harvest and during storage measured by three methods of evaluation. *Am. Potato J.*, 70(3): 201-217.
- Emam, A.H. (1999). Designed and Developed Suitable Sweet Potato Harvester for Egyptian Farms. Ph.D. Thesis, Agric. Eng. Dept., Fac. of Agric. Zagazig Univ. Egypt.
- Hamad, S. A.;M.M. Ibrahim; and E.A.Amin. (1991). Modified potato harvester suitable for Egyptian farms. *Misr J. Agric. Eng.* 8(1): 74-83.
- International Organization for Standards Handbook - Agricultural machinery. (1983). *Equipment for planting - Potato planters - Method of Testing*, 5691-1981 (E).
- Issa, I.I.M.; Z.Zhang; W. El-Kolaly; X.Yang; and H.Wang. (2020). Design, ANSYS analysis and performance evaluation of potato digger harvester. *International Agricultural Engineering Journal*, 29(1): 60–73.
- Kadil, A.A; A.N.Attia; M.A.Badawi; A.E.Sharief; and W.A.H.Abido. (2011). *Effect of Water Stress and Fertilization with Inorganic Nitrogen and Organic Chicken Manure on Yield and Yield Components of Potato*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9): 997- 1005.

- Karam, F; R. Massaad; S.Skaf; J.Breidy; and Y. Roupael. (2011). *Potato response to potassium application rates and timing under semi-arid conditions*. Advances in Horticultural Science, 25(4): 265-268
- Kemp, J.G., G.C.Misener; and W.S.Roach. (1970). *Factors Influencing Potato Damage During Harvesting in Stony Fields*. Canadian Agricultural Engineering, 12(2): 71-75.
- Khater, I. M. (2009). Effect of working speeds of mechanical harvesting on potato damage in south eastern. Conference on recent technology in agriculture. Cairo, Egypt: Agricultural Mech. The unit, Soil Conservation Department, Desert Research Center (DRC), Cairo.
- Maher, F. M.; G.Nasr; and M.Hussein. (2019). Development of suitable potato crop harvester for small holdings. International Agricultural Engineering Journal, 21(2): 34-39.
- McGechan, M.B. (1977). An investigation into the relative effectiveness of various riddling motions of soil from potatoes. J. Agric. Eng. Res., 22 (3): 229-245.
- Mcleod, C.D., G.C.Misener; and L.P.McMillam. (1984). *Evaluation of a prototype potato harvester*. Transaction of the ASAE., 24-28.
- Mukesh, S;S. Narender; V.Rani; A.Kumar;and P. Sharma. (2019). Optimization of Performance Parameters of Root Crop Digger for Potato Crop. Curr Agri Res; 7(2). doi : <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.7.2.16>
- Sayed , M.S.; A.M. Mahmoud ; M.A. Abdel-Maksoud ;and M.F. Fahd (1996). *An engineering study on a prototype digger for potato harvesting*. Misr .J. Agric. Eng. 13(1) : 245-261 .
- Tawfik, M.A.; and Y.S. Abdallah,. (2012). Fabricating a prototype of potato digger to suit small holdings. Misr J. Agric. Eng., 29 (2): 705 – 724

Effect of Inclination Angle and Forward Speed of Locally Manufactured Potato Harvesting Machine on the qualitative, Quantitative Loss and Damage Index Of Potato Tubers (vr."spunta)

Majd Asaad*¹ and Shaza Asaad¹

¹Department of Agricultural Mechanization, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.



(*Corresponding author: Dr. Shaza Asaad. E.mail: Shazaasaad44@gmail.com).

Received: 16/ 06/ 2024 Accepted: 16/ 09/ 2024

Abstract

This study was carried out on clay soil in a field at Yahmoor- in Tartous province, on potato (vr."spunta") during (2019-2020) to investigate the effect of weapons inclination angle and tubers damage index forward speed of the locally manufactured potato digger in the quantitative and qualitative loss and tubers damage index. Two different angle of inclination weapons (m) were used as a main plot (30 degree (M1), and 35 degree (M2)., while three different speed of work were used as split plots included S1 1.6 km/h, S2 2.3 km/h, S3 3.32 km/h. Split-plot design under randomized complete block design (RCBD) with three replicates was used in this study. A statistical analysis was made to test the differences between treatments and their interaction with LSD at 0.05 level of probability. The results showed that undamaged and lifted tubers increased, while the quantitative & qualitative loss , and tubers damage index decreased with an increased at inclination weapon angle and a decreased in the work speed of the potato digger. The angle inclination (35) increased significantly percentage of the undamaged tubers (71.53 %), and percentage of the lifting tubers (87.33 %) and decreased significantly the percentage of the quantitative and qualitative loss tuber (16.15 ,12.31 %) respectively, and tubers damage index (78.28). The speed S1 1.6 km/h also achieved the highest percentage of undamaged tubers (75.76 %), and the lifted tubers (91.22 %), and the lowest qualitative & quantitative losses (15.46, 8.77%) respectively, and was significantly superior to that of the rest of the measured lifting speeds. The interaction treatment (M2xS1) gave the highest value of the percentage of undamaged tubers (77.69 %), the lifted tubers (91.76 %), and the lowest percentage of quantitative & qualitative loss (8.23 and 14.07 %) respectively, and tubers damage index (67.08) compared to the other treatments.

Keywords: potato harvester, weapons inclination angle, lifting speed, qualitative loss, quantitative loss, tuber damage index.