مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية ، جامعة عين شمس ، القاهرة ، ١٤(٢) ، ٥٣٣-٥٥٠ ، ٢٠٠٦

تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس على تلف الدرنات

[٣٥]

سعد بن عبد الرحمن الحامد[١]

الملخص

تم دراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس ذات السلسلة، والتي تقوم بحصاد خطين من خطوط الزراعة ، على تلف الدرنات عند اهتزاز سلسلة الغربال لوحدة الغربلة للآلة بسعتين ذبذبة ١٧ مم و ٢٥ مم وعمق التقليع ٢٢ سم. أجريت التجارب بأحد حقول البطاطس في مشروع الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بمنطقة حرض، في تربة رملية طمية وعلى محصول تم زراعته في الموسم الربيعي لعام ٢٠٠٤م، والبطاطس التي تمت عليها الدراسة هي من صنف هيرمز ذات الشكل البيضاوي. أوضحت النتائج أن متوسطات نسب تقليع درنات البطاطس كانت متقاربة للسرعات الأمامية المختلفة (١,٥ و ١,٧ و ٢ كم/س)، حيث تراوحت بين ٩٦٪ و ٩٩٪. وأوضحت النتائج كذلك أنه ليس للسرعة تأثير معنوي على كل من نسبة التلف الكلي لدرنات البطاطس ومعامل التلف عند مستوى معنوية ٠,١. إلا أن هناك انخفاضا معنويا لنسبة التلف الكلي عند زيادة سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم. وكانت قيم معامل التلف لجميع السرعات ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. وبلغت أقل قيمة لمعامل التلف ٠,٠٤ عند السرعة الأمامية للآلة ٢ كم/س وسعة الذبذبة ٢٥ مم.

الكلمات الدالة : آلة حصاد البطاطس ، تقليع الدرنات ، تلف الدرنات

مقدمة

يرتبط تشغيل آلات حصاد البطاطس بعدة متغيرات مثل السرعة الأمامية للآلة وسرعة سلاسل الغربلة وعمق التقليع وسعة الذبذبة لسلسلة غربال الآلة وزاوية ميل الأسلحة. وقد تتعرض درنات البطاطس للتلف أثناء عمليات الحصاد نتيجة متغيرات التشغيل بالإضافة إلى متغيرات أخرى ترتبط

١- قسم الهندسة الزراعية ، كلية علوم الأغذية والزراعة ، جامعة الملك سعود ، ص.ب. ٢٤٦٠ الرياض ١١٤٥١، المملكة العربية السعودية

(سلم البحث فى ٢٨ ديسمبر ٢٠٠٥)
(ووفق على البحث فى ١٣ نوفمبر ٢٠٠٦)

بظروف الحقل مثل نـوع التربـة ونسـبة الحصى وكذلك صنف الدرنات.

أشار **السعدون (١٩٩١)** إلى عدد مـن النقاط التي يؤخذ بها عند عمليـة الحصـاد والتي تتمثل فـي اختيـار عمـق مناسـب لسكاكين القلع لتقليل حدوث قطع أو تجزئـة للدرنات. كما أنه يجب ضبط سرعة الآلـة وسرعة سلاسل الغربلة ودرجة اهتزازهـا بحيث تبقى بعض أجزاء من التربـة علـى سلاسل الغربلة. وفي الترب التـي يسـهل غربلتها يجب أن تكون سرعة السلاسل ذات توافق معين مع سرعة الجرار. كما يجـب تجنب الحصاد أثناء درجة الحرارة العاليـة، كأن يكون الحصاد في الصباح فقـط وفـي فترة متأخرة بعد الظهر، وأن تجمع الدرنات مباشرة بعد رفعها على سطح التربة لتلافي ارتفاع درجة حرارتها الداخليـة. وأن يبـدأ الحصاد عادة بعد حوالي ١٠ أيام من جفاف المجموع الخضري.

ويشترط لعمل آلات حصاد البطاطس في التربة الخفيفة والمتوسطة أن لا تزيد نسـبة تلف الـدرنات نتيجـة عمليـات الحصـاد الميكانيكية على ٥٪، والتربة الثقيلة والتربة التي تكثر بها نسبة الحجـارة لا تزيـد نسبـة تلف الدرنـات فيهـا علـى ١٢٪ (إسماعيـل ، ١٩٩١). وذكـر **Bishop and Maunder (1980)** أنـه مـن الواضح من خلال نتائج المراقبة والمسـح الميداني أن ظروف التربة تساهم إلى درجة ما بالضرر لـدرنات البطـاطس. فالتربـة الجافة الخفيفة تؤدي إلـى حـدوث زيـادة واضحة للتلف بنسبة ٢٠٪ من الإنتاج مـع تلف بالأنسجة بنسبة ٣٠٪، بينما في التربـة الطينية يصل التلف إلى ثلثي تلك النسـب. وينتج ذلك من فقدان وسادة التربة المبكـر على سلاسل الغربلة في حالة التربة الجافة. كما أن النسبة المئوية للحجارة ونوعها فـي التربة تـؤثر علـى مسـتويات الضـرر، فالحجارة التي لها زوايا حادة تكـون أكثـر أذى لدرنات البطاطس. كما أشار البـاحثون إلى أن التخلص من المجموع الخضري قبل عملية الحصاد يسهل من عملية قلع درنـات البطاطس من التربة.

وذكر **Brenchley and Wilcox (1979)** أن سرعة واهتزاز سلاسل الغربـال لآلـة الحصاد يجب أن تضـبط للسـماح للتربـة بالنزول من الخلف مع درنـات البطـاطس وبطريقة تساعد على حمايتهـا. وأن كميـة التربة المحمولة مع الدرنات تختلف بالنسبة للنوع والظروف، فكلما كانت التربة رطبـة فإنه يطول بقاؤها على السلاسل مما يتطلب زيادة عملية غربلتها وهزها للتخلص منهـا. وعند وجود تربة جافة جـدا فقـد يكـون ضروريا زيادة السرعة الأمامية للآلة لحمل تربة بشكل كاف مع درنات البطاطس علـى سلاسل الغربال لتقليل التلف، مـع ضـبط السلاسل بحيث يكون الاهتزاز خفيفـا قـدر المستطاع. وقد يكون من الضروري أيضـا تخفيض الاهتزاز عند تقليع درنات البطاطس من تربة تحتوي على حجارة صغيرة، لأنـه إذا تم هزها مع الدرنات على السلاسل يمكن أن تحدث نقـورا وتـآكلا بالـدرنات. وإذا

خرجت الدرنات من السلاسل مكشوطة وعليها كدمات فقد يكون بسبب اهتزاز السلاسل بشكل كبير أو أن السرعة الأمامية للآلة بطيئة جداً مما يؤدي إلى بقاء الدرنات على السلاسل لمدة أطول. مع العلم أن تخفيض عملية الاهتزاز يؤدي عادة إلى التقليل من عملية فصل درنات البطاطس عن التربة. كما ينصح الباحثان بعدم حصاد البطاطس من تربة رطبة جدا، وفي جو بارد جدا حيث أن الدرنات الباردة قابلة للتعرض لجميع أنواع التلف الميكانيكي.

وأوصى Glaves and French (1959) في دراستهما أنه من أجل تقليل نسبة التلف الذي يلحق بالدرنات خلال عملية الحصاد فإنه يجب وضع مقدمة حفارة البطاطس في عمق التقليع المناسب كي لا يحدث قطع للدرنات، كما يجب أن يبقى جزءا من التربة يغطي ثلثي مساحة سلسلة الغربلة لحماية الدرنات من التلف. كما أوصيا بإبقاء السرعة الأرضية للآلة بين ١,٦ كم/س و ٢,٤ كم/س، وتشغيل سلسلة الغربلة عند سرعة تتراوح بين ٢,٣ و ٢,٧ كم/س (١٢٥ و ١٥٠ قدم/د) أو لا تزيد عن ٨ لفة/د، مع تقليل اهتزاز السلسلة قدر الإمكان وزيادته للملاءمة مع نوع التربة وظروف الحفر والتي يمكن الحصول عليها بفعل مسننات الهزاز بالآلة. وأشار الباحثان إلى حل مشاكل الفصل بتقليل تدفق كميات المواد إلى السلسلة وليس بطريقة زيادة الاهتزاز.

وفي دراسة قام بها Peterson *et al* (1975) حول تأثير متغيرات التشغيل لآلة الحصاد على تلف درنات البطاطس في واشنطن ذكر الباحثون أن هناك عوامل عديدة تحدد كمية التلف أثناء الحصاد، منها ظروف التربة، وحالة الدرنات، ودرجة حرارة الدرنات، وتشغيل آلة الحصاد. وأن العوامل الثلاثة الأولى تؤثر في قابلية الدرنات للتلف، ويؤدي سوء التشغيل لآلة الحصاد إلى زيادة التلف لدرنات البطاطس. بينما قلصت عملية التشغيل المناسبة للحصادات التلف بنسبة ٥٠٪. وخلص الباحثون إلى أن ضبط سرعة السلسلة يمكن أن يقلص الضرر بشكل كبير، وأن التلف يتقلص عندما تزداد سرعة الحصادة بنسبة ٣٠٪، وبالتالي فإنه لا يوجد تبرير لتقليل السرعة الأمامية طالما يمكن المحافظة على نسب مناسبة بين سرعة السلسلة والسرعة الأمامية. وأنه من الملائم افتراض أن الزيادة المفرطة للسرعة الأمامية تزيد التلف.

قام Hyde *et al* (1983) بدراسة أداء حصادة بطاطس مجهزة بنظام تحكم آلي للوزن على السلسلة الأولية. ويعمل هذا النظام على ضبط كمية المادة على السلسلة الأولية للحصادة بواسطة تغيير سرعة السلسلة. ووجد الباحثون أن أداء نظام التحكم الآلي للوزن على السلسلة الأولية كان مرضياً، وذلك في مدى السرعات للآلة من ٢,٦ إلى ٤,٢ كم/س، وأن كمية التربة على السلسلة الأولية ليس له تأثير معنوي على تلف الدرنات التراكمي في قمة الرافعة الجانبية للآلة. هذه النتائج تتضمن إمكانية

استخدام النسب العالية لسرعات السلسلة الأولية والتي تقدم نتائج أفضل للتخلص من التربة في الحصادة دون أن يكون هناك أثراً هاما على تلف الدرنات وتعطي إنتاج أعلى للحصادة. ووجد الباحثون كذلك أن زيادة السرعة الأمامية التي تزيد من كميات البطاطس على العارضة الخلفية وسلاسل الرافعة تقوم بتخفيض تلف الدرنات على هذه السلاسل، هذه النتيجة تتضمن أن التخلص من تربة أكثر على السلسلة الأولية يمكن أن يسمح بزيادة السرعة الأمامية وزيادة الإنتاجية طالما بقيت السلاسل الثانوية محافظة على كمية التربة المرغوبة.

اهتم Abdel-Galil (1992) بدراسة العوامل التي تتحكم في الأداء الأمثل لآلة حصاد البطاطس من خلال دراسة العلاقة بين نسبة الدرنات المرفوعة والمتضررة والسرعة الأمامية وعمق الحفر وزاوية اختراق السلاح وسرعة المغزل الدورانية وعدد ريش الفصل ومسافة التداخل، وذلك لوحدتي التقليع والفصل، مع الاستعانة بالمواصفات الخاصة بخط زراعة البطاطس والانتشار الدرني في التربة. وأجريت الدراسة على آلة قام الباحث بتطويرها لتلائم المزارع الصغيرة ولتناسب ظروف الزراعة المصرية لتحل محل الطرق التقليدية في الحصاد. استخدمت الآلة لحصاد صنفين من البطاطس هما اسبونتا ودايموند. وأوضحت الدراسة أن أقل نسبة ضرر للدرنات سجلت مع العمق ٢٣ سم لكلا الصنفين، وأن العمق الأمثل ٢٠ سم. ووجد أن زيادة زاوية اختراق السلاح من ١٥ إلى ٢١ درجة يؤدي إلى تقليل ضرر الدرنات بشكل عام. ووجد كذلك أن الأداء الأمثل يتحقق عند سرعة أمامية ٢,٨ كم/ س، وعمق تقليع الدرنات ٢٠ سم، وزاوية اختراق السلاح ١٨ درجة، وأن زيادة السرعة الأمامية من ١,٨كم/س إلى ٣,٨كم/س تؤدي إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة والمتضررة لكلا الصنفين. وقد أوصى الباحث باستخدام سرعة المغزل الدورانية ٥٠ لفة/دقيقة، و٦ مجموعات ريش مع المغزل، و٢٥سم مسافة تداخل بين المغزل والسلاح.

طورت آلة حصاد بطاطس لحصاد خط واحد لتناسب العمل في المزارع المصرية تحت ظروف التربة الطينية الخفيفة، حيث قام الباحثون بإجراء تجربة أولية للآلة وذلك لتحديد أنسب مسافة بين السلاح وسلسلة الغربال، وذلك عند مسافات ٥ و٨ و١١سم. وتم دراسة تأثير العوامل الهندسية التالية وهي السرعات الأمامية للآلة ١,٥ و٢,٣ و ٣,١ كم/س، وزوايا ميل السلاح ٨ و١٤ و٢٠ درجة، وسرعات سلسلة الغربال ٢,٤١ و٣,١٣ و٣,٨٥ م/ث، وزوايا ميل جهاز الفصل ٥ و٧ و٩ درجة، على نسبة الدرنات الظاهرة (السليمة والتالفة) والمدفونة (المفقودة). وقد أوضح الباحثون أن أفضل العوامل الهندسية لتشغيل آلة حصاد البطاطس المطورة والتي تتحقق عندها أعلى نسبة للدرنات السليمة وأقل نسبة للدرنات التالفة والمفقودة هي السرعة الأمامية للآلة ٢,٣ كم/س، وزاوية الميل للسلاح ١٤درجة،

والمسافة بين السلاح والسلسلة ٥سم، وسرعة السلسلة ٢,٤١ م/ث، وزاوية الميل لجهاز الفصل ٧ درجات (Abdel-Aal *et al* 2002).

وقام Abdel-Maksoud *et al* (2004) بتطوير آلة حصاد بطاطس لحصاد خط واحد لاستخدامها في حصاد وفصل البطاطس من التربة ونقلها إلى مقطورة ملحقة بالآلة تحت ظروف التربة الرملية الخفيفة. وتم دراسة تأثير العوامل الهندسية لتشغيل الآلة المطورة مع مقارنتها بالآلة قبل التطوير وهي السرعة الأمامية ١,٦ و ٢ و٢,٤ و ٣ كم/س، وزاوية اختراق السلاح ٨ و١٤ و٢٠ درجة، عند العمق ٢٠سم على الفقد والتلف في الدرنات والتكاليف والقدرة والطاقة المطلوبة والسعة والكفاءة الحقلية. وقد أوصى الباحثون باستخدام آلة الحصاد المطورة لكونها ذات كفاءة حصاد وتنظيف أعلى وكذلك لتقليلها من الفقد في الدرنات، مع تشغيل الآلة عند السرعة الأمامية ٢,٤ كم/س وزاوية الاختراق للسلاح ١٤درجة وضبط غربال الفصل بميل ٨ درجات وتشغيل الغربال على السرعة ١٢م/ث.

وفي دراسة على الحصاد الميكانيكي والتداول للبطاطس السكرية تمت على حصادة تجريبية ذات خط واحد لحصاد البطاطس السكرية صنف نيماقولد في تربة رملية ثقيلة، تم استخدام مدى الاهتزاز لسلسلة الغربال ٦ و١٩ و٣٢ مم (٠,٢٥ و٠,٧٥ و١,٢٥بوصة)، بتسارع للغربال ١ و٢ و٣ و٤ من الجاذبية الأرضية، وكانت السرعة الأمامية للآلة ثابتة ٢,٤ كم/س (١,٥ ميل/س)، وسرعة السلسلة ١٠٠٪ من السرعة الأمامية. ونتج عن هذه الدراسة وجود فروق صغيرة للضرر كانت بسبب السرعة الأمامية للآلة وترددات ميكانيكية الفصل. كما تناقص الضرر قليلاً عندما زادت السرعة، ولكن عند السرعات العالية لم يكن فصل التربة من المحصول كاملا. كما تزايد الضرر عندما ازدادت ميكانيكية الاهتزاز لفصل التربة. ووجد الباحثون أن أقل نسبة ضرر للدرنات ٨,٧٪، وأعلى نسبة ٩,٣٪. كما أجريت سلسلة أخرى من الاختبارات على بطاطس نيماقولد المزروعة في تربة رملية خفيفة. وتم استخدام اهتزازات للسلسلة بسعة ذبذبة ٦ و١٩ و٣٢مم (٠,٢٥ و٠,٧٥ و١,٢٥بوصة) وبتسارع للسلسلة ١ و٥ من الجاذبية الأرضية، والسرعات الأمامية للآلة كانت ١,٦ و٢,٤ و ٣,٢ كم/س. ووجد الباحثون أن الفرق في الضرر على درنات البطاطس بين الترددات المنخفضة والمرتفعة ينخفض عندما تنخفض السرعة الأمامية. كانت نسبة الضرر أكبر في وضعية سعة الذبذبة ٣٢مم من ١٩مم، وأضرار متوسطة في سعة الذبذبة ٦مم. وعند التردد المنخفض تزداد نسبة الضرر بزيادة السرعة الأمامية، بينما التردد العالي يحدث ضرر قليل على درنات البطاطس السكرية (Burkhardt *et al* 1971).

وقام Emam (1999) بتطوير وتصميم حصادة لحصاد البطاطس السكرية تناسب

المزارع المصرية. وقد أوضحت النتائج التي حصل عليها الباحث أن زيادة عمق التقليع من ٢٥ إلى ٣٠سم وزيادة زاوية ميل السلاح من ١٨ إلى ٢٤ درجة وخفض السرعة الأمامية للآلة من ٣ إلى ٢كم/ساعة أدى إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من ٨٤,٧٣ إلى ٩٣,٨١٪ وزيادة نسبة الدرنات السليمة من ٨٢,٤٠ إلى ٩١,٧٣٪، وانخفضت نسبة الدرنات المدفونة من ١٥,٢٧ إلى ٦,١٩٪ وانخفضت نسبة الدرنات التالفة من ٩,١٠ إلى ٤,٥٧٪ وانخفضت نسبة الدرنات المكسورة من ٨,٥٠ إلى ٣,٧٠٪.

وقام Sayed *et al* (1996) بدراسة على حصادة تجريبية لحصاد البطاطس. وقد وجد الباحثون أن زيادة السرعة الأمامية للآلة من ٣,٥ إلى ٥,٥ كم/س في تربة رملية ومن ٢,٥ إلى ٤,٥ كم/س في تربة طينية تقلل تلف الدرنات من ٩,٦ إلى ٥,٩٪، وتقلل نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من ١١,٧ إلى ٩,٢٪. ووجد الباحثون كذلك أن أقل نسبة لتلف الدرنات ٥,٩٣٪ في التربة الرملية و٩,٠٧٪ في التربة الطينية، والنسبة الأعلى للدرنات السليمة ٨٩,٧٣٪ في التربة الرملية و٨٥,٢٦٪ في التربة الطينية، وأن السرعة الأمامية المثلى للآلة في التربة الرملية هي ٥,٥ كم/س وفي التربة الطينية ٣,٥ كم/س.

وقام Vatsa *et al* (1993) بتصميم وتطوير حصادة بطاطس تجريبية ذات غربال تذبذبي لحصاد خط واحد. تم تقييم أداء الآلة عند السرعات الأمامية ٠,٢٩ و ٠,٤٤ و ٠,٥٨ و ٠,٨٤ م/ث (١,٠ و ١,٦ و ٢,١ و ٣,٠ كم/س) ومقدار الذبذبة للغربال ٢ و ٤ هرتز وباستخدام أربعة أشكال لأسلحة الحفر. وتم الحصول على أعلى نسبة للبطاطس المرفوعة عند نسبة السرعة بين سرعة وحدة الفصل والسرعة الأمامية ١,٣٨ للأسلحة المختلفة بين ٦٠ و ٩٢٪ لذبذبة الغربال ٢ هرتز، و ٨٢٪ إلى ٩٩٪ لذبذبة الغربال ٤ هرتز. وكانت النسبة المئوية لتقطيع البطاطس وكدمها أقل من ٢,٤٠٪ و ٠,٧٥٪ على التوالي.

إن جودة درنات البطاطس تتأثر بعمليات الحصاد ، وقد تتفاوت الأضرار نتيجة الحصاد حسب طبيعة التربة والآلات المستخدمة في الحصاد بالإضافة إلى متغيرات التشغيل، وبالتالي فإن عملية حصاد البطاطس تحتاج إلى عناية كبيرة حيث تعتمد على فصل الدرنات من التربة والحجارة المنتشرة بالتربة وكذلك من القش ومخلفات النبات. ويحرص الباحثون والعاملون في القطاع الزراعي على معرفة تأثير متغيرات التشغيل لآلات حصاد البطاطس على تلف درنات البطاطس ورفع كفاءة تشغيلها. ويهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس ذات السلسلة على تلف درنات البطاطس عند سعتين ذبذبة (اهتزاز) للسلسلة الأولية في وحدة الغربلة للآلة.

المواد وطرق البحث

المواد المستخدمة

استخدمت آلة حصاد البطاطس ذات السلسلة، **الشكل رقم (١)**، إيطالية الصنع وذات حمولة قصوى ٧٠٠ كيلوجرام. وهي آلة معلقة خلف الجرار الزراعي، وتأخذ حركتها من عمود مأخذ القدرة للجرار الزراعي، وتستخدم الآلة لحصاد خطين بعرض تقليع ١,٦٠ م، وتتكون الآلة من أسلحة تقليع ووحدة غربلة (السلسلة الأولية والسلسلة الثانوية) وذراع التحكم في اهتزاز السلسلة الأولية.

توجد أسلحة التقليع على محور واحد في مقدمة الآلة بعدد ١٣ سلاح ذات رأس مثلث الشكل وتميل على المحور الأفقي بزاوية ٢٥ درجة إلى أسفل، عرض السلاح الواحد ١٠سم وطوله ٣٠سم. وفي المقدمة يوجد قرصي توجيه على جانبي محور الأسلحة لتسهيل تدفق المواد إلى الأسلحة وعدم قفز الدرنات خارج محور الأسلحة. تقوم الأسلحة باختراق خطي البطاطس على عمق التقليع المرغوب لتنقل الدرنات والتربة والمجموع الخضري إلى وحدة الغربلة.

وتتكون وحدة الغربلة في الآلة من سلسلتين (السلسلة الأولية تقع خلف الأسلحة، وتليها السلسلة الثانوية). السلسلة الواحدة تتكون من سير واحد متصل يدور في اتجاه معاكس لاتجاه سير الآلة، ويتكون من قضبان من الحديد متصلة مع بعضها، وقطر القضيب الواحد ١سم وبمسافة ٣سم بين القضبان. ويبلغ طول السلسلة الأولية (المحيط) ٣,٩٥ م وطول السلسلة الثانوية ٢ م. تقوم هذه السلاسل بفصل التربة عن درنات البطاطس.

ويمكن التحكم في اهتزاز السلسلة الأولية عن طريق ضبط ذراع على جانب الآلة يرتبط بمسننات اهتزاز على أحد الأوضاع الثلاثة المتاحة وهي بدون اهتزاز (سعة ذبذبة صفر) واهتزاز ذا سعة ذبذبة متوسطة (١٧ مم) واهتزاز ذا سعة ذبذبة عالية (٢٥ مم).

تتلخص الوظائف الميكانيكية للآلة في أن أسلحة التقليع تخترق خطين من خطوط زراعة البطاطس فتعمل على نقل التربة والحجارة والمجموع الخضري والدرنات إلى السلسلة الأولية بفعل تقدم الآلة إلى الأمام مع اتجاه سير الجرار الزراعي. وتعمل السلسلة الأولية على فصل الجزء الأكبر من التربة والحجارة حيث تسقط من خلال الفراغات بين قضبان السلسلة بفعل حركة واهتزاز السلسلة. ومن ثم تنتقل الدرنات وجزء من التربة إلى السلسلة الثانوية حيث تعمل على التخلص من التربة الباقية والمجموع الخضري والحجارة، ومن ثم تدفع الدرنات إلى سطح التربة من خلال حركة السلسلة إلى الخلف عكس اتجاه حركة الآلة والجرار الزراعي، وبمساعدة حصائر التوجيه الموجودة خلف الآلة يتم التقليل من تشتت الدرنات على سطح التربة خلف الآلة حيث تتجمع في خط واحد.

١ـ أسنحة التقليع ٢ـ السلسة الأولية ٣ـ قرصي توجية ٤ـ نقاط الشبك ٥ـ عمود إدارة الآلة

شكل رقم ١. آلة حصاد البطاطس ذات السلسلة.

واستخـــدم في إجراء التجارب جرار زراعي من نـــوع فيـــات ذو دفع أمـــامي مساعد طراز Fiat 100-900 T/15 وقدرة محركـــه ٧٥ كيلـــووات . مقاس الإطارات الأمامية للجـــرار الزراعـــي 12.4-28PR، ومقاس الإطـــارات الخلفيـــة 11.2R48، والمسافة بين الإطارات الأمامية ١٤٠ سم، والمسافة بين الإطارات الخلفية ١٥٠ سم. ويمتاز هذا الجرار بأن الإطارات ذات عرض صغير تسمح بسهولة الحركة بين خطوط زراعة البطاطس دون حدوث هرس للدرنات.

وتـــم حصاد محصول البطاطس صنف هيرمز (*Hermes*) الذي قامت بزراعته الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بحرض للموســـم الربيعـــي ٢٠٠٤م بآلة الزراعة ذات الأكواب على عمق زراعة ١٢ ســـم و٩٠ ســـم مسافـــة بين خطوط الزراعة، حيث تمت عمليات الوقاية وخدمة المحصـــول حسب برنامج معـــد في قسم الإنتاج النباتي في مشروع الشركة بحرض. وهـــو صنف تصنيعـــي بالدرجـــة الأولى تستهدفه الشركة لصناعة شرائح البطاطس حيث يمتـــاز بأنه ذو مواصفات جيدة من ناحية المادة الجافة ونسبة السكر والإنتاجية. وتـــم تحديـــد شكل الدرنـــة بنـــاءً على دليل شكل الدرنة حسب كتاب الهيئة الدولية للمواصفات (International Organization For Standards Handbook, 1983)، حيث يحسب دليل شكل الدرنة كنسبة مئوية بين مربع أقصى طول للدرنة وحاصل ضرب أقصى عرض وأقصى سمك للدرنة. ووجد أن دليل شكل الدرنة يساوي ٢١١,٨٠ ويدل ذلك أن الدرنات بيضاوية الشكل.

الأدوات وأجهزة القياس

استخـــدم جهاز قياس السرعة الدورانية لإيجاد السرعة الدورانية لعمود مأخذ القدرة للجـــرار والسرعة الدورانية للطارة القائدة لسلسلة الغربلة الأولية من أجل تحديد سرعات سلاسل الغربلة.

واستخـــدم ميزان ذو سعة ٦٠ كيلوجرام لوزن درنات البطاطس . وتم استخدام القدمة لقياس أبعـــاد درنـــات البطاطس ، وشريط متري لقياس المسافات أثناء إنجاز التجارب المختلفـــة ، وساعـــة توقيت لتسجيل الزمن المستغرق لحركة الجـــرار ١٠ أمتار طولية أثناء التجارب، وميزان مائي لضبط أفقية الآلة، وعدد من الصناديق والأكياس لتجميع الدرنات بها.

طريقة العمل

تمت معايرة آلة حصاد البطاطس معملياً لمعرفـــة نسبـــة تخفيض السرعة بين عمود مأخـــذ القـــدرة للجـــرار الزراعي وعمود صندوق التـــروس لآلـــة حصاد البطاطس، وذلك لتحديد سرعات سلاسل الغربلة. وقد قدرت نسبة التخفيض بالقيمة ١:١,٥٠. وتم تحديد السرعة الأماميـــة لآلة الحصـــاد عن طريق استخـــدام التـــرس الأقل في صندوق تروس الجـــرار لكل التجارب، ويمكن زيادة السرعة عن طريق زيادة السرعة الدورانية

لمحـرك الجـرار. وقد تم اختيار سرعة محـرك الجـرار عند القيـم ١٠٠٠لفة/د، و١٢٠٠لفـة/د ، و١٤٠٠لفـة/د. ويوضح **الجـدول رقم (١)** قيـم السرعات الأمامية وسرعـات سلاسـل الغربلـة لآلة حصاد البطاطس.

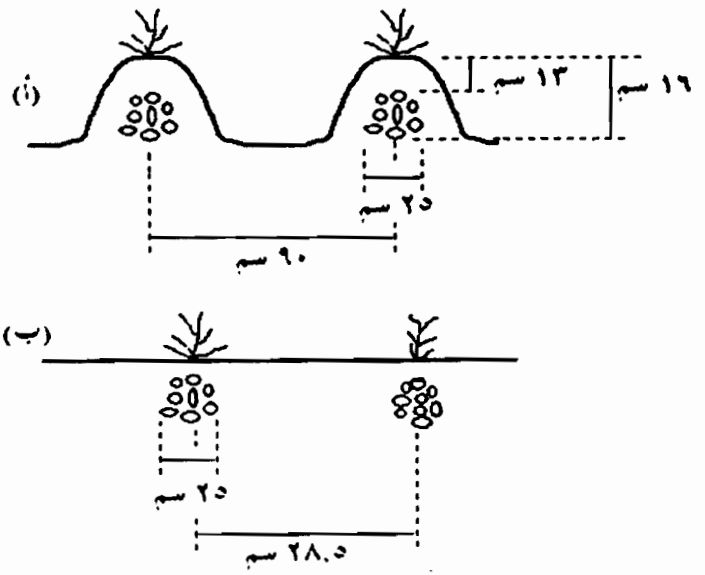
ولتحديـد عمـق التقليـع تمت دراسـة اختبـار الانتشار الدرني في الخط عشوائياً على ١٠ نباتـات مختلفة في حقل التجربة، حيث تم قياس الانتشار الطولي للدرنات على طـول الخط ، والانتشار العرضي للدرنات على عرض الخط ، والمسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة تكون بها الدرنات ، كذلك تم قياس المسافة بين قمة الخط والدرنـة الأم، **والشكل رقم (٢)** يوضح شكل الخط وانتشار الدرنات به . ويلاحظ من الشكل أن متوسط المسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة للدرنات تساوي ١٦ سـم ، حيث تراوحت بين ١٣ و٢٠ سم . وتم ضبط عمق التقليع للآلة على عمـق ٢٢ سم من قمة الخط بإنزال مقدمة أسلحة التقليع للآلة من قمة الخط بمقدار العمق المحدد للتجربة مع ضبط أفقية الآلة بالميزان المائي.

أجريت التجارب في حقل ذا تربة رملية طميية يحتـوي علـى نسب كل من الرمل (٧٥,٧٩٪) والسلـت (٨,٦٧٪) والطـين (١٥,٥٤٪). وكانت نسبة الحصى٢٤,٥٥٪. وكانت رطوبـة التربة عند الحصاد ٩,١٢٪ على أساس جاف و١٠٪ على أساس رطب. وتراوحت درجة الحرارة بين ٢٥ و ٣٠ درجـة مئوية أثناء الحصاد. ولم يتم قطع المجموع الخضري للبطاطس قبل الحصاد، ولكـن تـم الاعتمـاد علـى ظاهرة ذبول المجموع الخضري ووصولـه إلـى مرحلة الجفاف لمعرفـة أن درنـات البطاطس قد وصلت إلى مرحلة النضج. وقد بدأ الحصاد في ٢٥ مايو ٢٠٠٤م ، أي بعد ١١٨ يوم من وقت الزراعة وفق دراسـة قـام بها Al-Moshileh (2001) تتعلـق بمواعيـد الزراعة والحصـاد في المنطقـة الوسطى للمملكـة العربية السعوديـة ، ودون أن تتم إزالة القش من حقل التجربة.

أثنـاء عمليـة الحصـاد تم إيجاد كثافة النباتات (نبات/متر طولي) وذلك بـأخذ عدد النباتات النامية في مسافة ١ متر على طول الخط. وقد كان متوسط كثافة النباتات في الخط يتراوح بين ٤ و ٥ نباتـات/متر. تم أخذ البيانات المتعلقة بإنتاجية المحصول من وزن الدرنـات الناتجـة من خمـس نباتات متتالية، وذلك بحصادها يدوياً. وكررت هذه العملية في خمس مواقـع مختلفـة من حقل التجربة، وكان متوسط وزن الدرنات لخمس نباتات متتالية ٥,٠٩ كجم ومتوسط المسافة بين النباتـات ٢٨,٥ سـم ومتـوسط وزن الدرنات للنبتة الواحدة ١,٠٢ كجم. وبمعرفة وزن الدرنـات الناتجـة من النبتة الواحدة ومساحة النبتة الواحدة (المسافة بين خطوط الزراعـة والمسافـة بين النباتات في الخط الواحد) تم تقديـر متـوسط الإنتاجية الكلية للمحصول في حقل التجـارب وكانت ٤٠,٢ ميجاجرام/هكتار.

جدول رقم ١. قيم السرعات الأمامية وسرعات سلاسل الغربلة لآلة حصاد البطاطس

السرعة	سرعة المحرك (لفة/د)	السرعة الأمامية (كم/س)	سرعة عمود مأخذ القدرة (لفة/د)	سرعة السلسلة الأولية (كم/س)	سرعة السلسلة الثانوية (كم/س)
الأولى	١٠٠٠	١,٥	٢٦٧,٤	٢,٨	١,٨
الثانية	١٢٠٠	١,٧	٣٢٥,٦	٣,٤	٢,٢
الثالثة	١٤٠٠	٢	٣٨٤	٤	٢,٥



شكل رقم ٢. الانتشار الدرني وشكل الخط ،
(أ) الانتشار العرضي للدرنات ،
(ب) الانتشار الطولي للدرنات

المعايير المستخدمة

استخدمت نسبـة التقليـع ونسبـة التلف الكلية ومعامل تلف الدرنات كمعايير لدراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس في تلف الدرنات. تعرف نسبة التقليع على أنها النسبة المئوية للدرنات المرفوعة على سطحـ الأرض ، وتقدر نسبة التقليع (L) بالمعادلة التالية (**أبو حباجة والبحيري، ١٤٢٠هـ**)

$$L = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \times 100 \qquad (١)$$

حيث

W_1= كتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة (كجم)

W_2 = كتلة الدرنات المدفونة بالتربة (كجم)

ولإيجاد نسبة التلف الكلية تم تصنيف الدرنات المرفوعة فوق سطح التربة إلى صنفين وهي درنات سليمة (غير متضررة) ودرنات متضررة نتيجة عمليات الحصاد، وتحسب نسبة التلف الكلية لدرنات البطاطس (D) بالمعادلة التالية (**Abdel-Galil, 1992**)

$$D = \frac{W_4}{W_3 + W_4} \times 100 \qquad (٢)$$

حيث

W_3 = كتلة الدرنات السليمة (كجم)

W_4 = كتلة الدرنات المتضررة (كجم)

ولإيجاد معامل تلف الدرنات تم تصنيف الدرنات المتضررة نتيجة الحصاد بالآلة إلى ثلاثة أصناف وهي درنات مخدوشة سطحيا (قشرة الدرنات هي المتأثرة فقط ولا يوجد ضـرر للأنسجـة) ، ودرنـات مشروخـة (الأنسجـة متضـررة ويمكن أن تأخذ شكل جروح أو فلق بعمق لا يزيد عن ١,٥ مم)، ودرنـات مكسـورة كسر عميق (الأنسجة الداخلية متضررة أو مقطوعـة ويزيد عمق القطع عـن ١,٥ مم). وتقدر نسبة الدرنات المخدوشـة سطحيـا (x_1) كنسبة مئوية بين كتلـة الدرنـات المخدوشـة سطحيا وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلـة. وتقدر نسبة الدرنات المشروخة وليس فيها ضرر داخلي (x_2) كنسبـة مئويـة بين كتلـة الدرنـات المشروخة وليس فيها ضرر داخلـي وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة. وتقدر نسبة الدرنات المكسورة كسـر عميق (x_3) كنسبة مئوية بين كتلـة الدرنـات المكسورة كسر عميق وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة. ويحسب معامـل التلف لدرنـات البطاطس ($d.i$) بالمعادلة التالية (**McGechan, 1977 ؛ أبوحباجة والبحيري، ١٤٢٠هـ**)

$$d.i = 1w_1 + 3x_2\ 7x_3 \qquad (٣)$$

وبناءً على معامل التلف يمكن وصف نسبة التلف، حيث تشير قيم معامل التلف أقل من ١٠٠ إلى نسبة تلف مرغوبة أو مستهدفة (مسموح بها).

النتائج والمناقشة

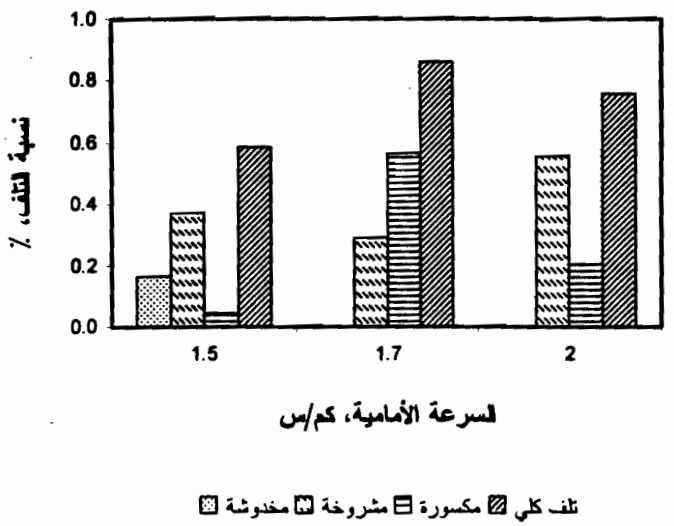
تم دراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس على تلف درنات البطاطس صنف هيرمز. وكان متوسط الوزن لوحدة المساحة لدرنات البطاطس المقتلعة بواسطة الآلة عند تشغيل الآلة على عمق التقليع ٢٢ سم يساوي ٣٦,٦ ميجاجرام/هـ. ويوضح **الجدول رقم (٢)** متوسط نسب تقليع درنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات الذبذبة المختلفة. وكانت متوسطات نسب تقليع درنات البطاطس متقاربة للسرعات المختلفة، فقد تراوح متوسط نسبة التقليع بين ٩٥,٩٪ و٩٧,٨٪ للسرعات المختلفة عند ضبط اهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة على سعة ذبذبة ١٧ مم ، وتراوح بين ٩٦,٤٪ و ٩٩,١٪ عند سعة ذبذبة ٢٥ مم ، ويعزى إنخفاض نسبة تقليع درنات البطاطس عند السرعة الأمامية ١,٧ كجم/س بالمقارنة مع السرعتين ١,٥ ، ٢ كم/س ، إلى إحتمال اختلاف كثافة المحصول فى الخط أو إلى إختلاف الأنتشار الدرنى فى الخط .

يوضح **الشكلان رقم (٣) و (٤)** متوسط نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة والتلف الكلي عند سعة ذبذبة ١٧ و٢٥ مم ، على الترتيب . تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ١٧ مم بين ٠,٥٩٪ (موزعة كما يلي ٠,١٧٪ درنات مخدوشة سطحيا ، ٠,٣٧٪ درنات مشروخة ، ٠,٠٤٪ درنات مكسورة) و٠,٨٦٪ (على النحو التالي صفر ٪ درنات مخدوشة سطحيا، ٠,٢٩٪ درنات مشروخة، ٠,٥٦٪ درنات مكسورة) عند السرعتين الأماميتين ١,٥ و١,٧ كم/س، على الترتيب. بينما تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ٢٥مم بين ٠,٠٤٪ (موزعة كما يلي ٠,٠٤٪ درنات مخدوشة سطحيا، صفر٪ درنات مشروخة ، صفر٪ درنات مكسورة) و٠,٦٠٪ (موزعة كما يلي صفر ٪ درنات مخدوشة سطحيا، ٠,٢٠٪ درنات مشروخة ، ٠,٤٠٪ درنات مكسورة) للسرعتين الأماميتين ٢ و١,٥ كم/س ، على الترتيب.

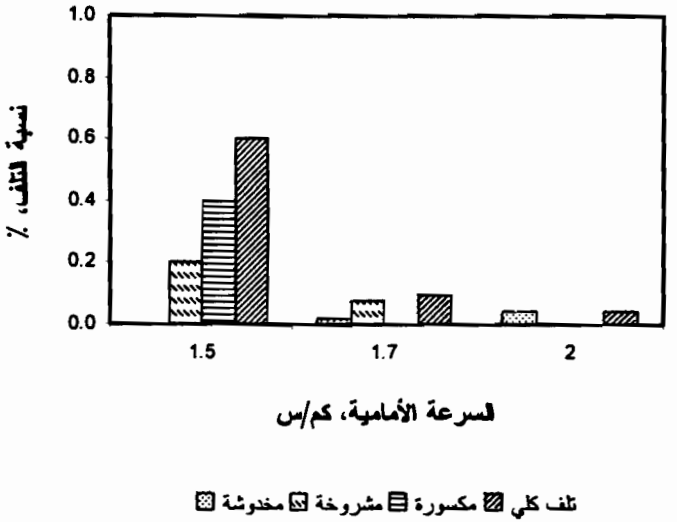
ويوضح **الجدول رقم (٣)** تأثير التداخل بين السرعة الأمامية مع سعة الذبذبة لاهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة في الآلة على نسبة التلف الكلي للدرنات. ويلاحظ أن متوسط نسبة التلف يقل بزيادة السرعة ، حيث تزداد سرعة سلاسل الغربلة وبالتالي تزداد سرعة مرور الدرنات والتربة مع زيادة تدفق الدرنات والتربة على السلسلة مما قد يساعد على حماية الدرنات من التلف ، إلا أنه من التحليل الإحصائي لتأثير التداخل بين السرعة الأمامية وسعة الذبذبة فإنه لا يوجد فرق معنوي لتأثير السرعة على نسبة التلف الكلي عند مستوى معنوية ٠,١ ، إلا أن هناك انخفاضا معنويا عند زيادة سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم. وقد يعود ذلك إلى سرعة فصل الدرنات عن التربة بغض النظر عن كمية التربة المصاحبة للدرنات وإلى تقليص فترة تلامس الدرنات بسلاسل الغربلة.

جدول رقم ٢. متوسط نسبة تقليع درنات البطاطس عند السرعات الأمامية المختلفة

سعة الذبذبة (مم)	نسبة تقليع درنات البطاطس (٪)		
	١,٥ كم/س	١,٧ كم/س	٢,٠ كم/س
١٧	٩٧,٨	٩٥,٩	٩٧,٤
٢٥	٩٩,١	٩٦,٤	٩٧,٠



شكل رقم ٣. نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكســورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة ١٧ مم



شكل رقم ٤. نسبـــة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة ٢٥ مم.

جدول رقم ٣. نسبـــة التلف الكلية لدرنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات الذبذبة المختلفة

سعة الذبذبة (مم)	نسبة التلف الكلية (٪)			
	١,٥ كم/س	١,٧ كم/س	٢,٠ كم/س	المتوسط
١٧	٠,٥٩	٠,٨٦	٠,٧٦	a ٠,٧٣
٢٥	٠,٦٠	٠,١٠	٠,٠٤	b ٠,٢٤
المتوسط	a ٠,٥٩	a ٠,٤٨	a ٠,٤٠	

• المتوسطات المتبوعة بنفس الحرف في العمود الواحد أو الصف الواحد لا يوجـد بينهـا فروق معنوية.

ويوضح الجدول رقم (٤) تأثير السرعة الأمامية على معامل تلف درنات البطاطس. ويتضح أنه لا يوجد تأثير معنوي عند تغيير السرعة أو سعة النبذبة. وقد تراوح معامل التلف بين ٠,٠٤ (السرعة الأمامية ٢ كم/س وسعة النبذبة ٢٥ مم) و ٤,٨٧ (السرعة الأمامية ١,٧ كم/س وسعة النبذبة ١٧ مم). وتعتبر هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف (أقل من ١٠٠)، إلا أنه يوصى باستخـدام السرعة ٢ كم/س وسعة النبذبـة ٢٥ مم حيث تعطـي أقـل تلف للدرنات.

جدول رقم ٤. معامل تلف درنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات النبذبة المختلفة

سعة النبذبة (مم)	معامل التلف			
	١,٥ كم/س	١,٧ كم/س	٢,٠ كم/س	المتوسط
١٧	١,٦	٤,٨٧	٣,١٣	a ٣,٢٠
٢٥	٣,٤٠	٠,٢٥	٠,٠٤	a ١,٢٣
المتوسط	a ٢,٥٠	a ٢,٥٦	a ١,٥٩	

• المتوسطات المتبوعة بنفس الحرف في العمود الواحد أو الصف الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية.

الخلاصة والتوصيات

تبين من التجـارب أن متوسطات نسب تقليـع درنـات البطـاطس كانت متقاربة للسرعـات الأمامية المختلفة، حيث تراوحت بين ٩٦٪ و٩٩٪. وتراوحت نسبـة التلف الكلي ٠,٠٤٪ و٠,٨٦٪. ووجد من التحليل الإحصائـي أنه ليس للسرعـة تأثير معنوي على كـل مـن نسبـة التلف الكلي لدرنات البطاطس ومعامل التلف عند مستوى معنوية ٠,٠١. إلا أن هنـاك انخفاضا معنويـا لنسبة التلف الكلي عند زيادة سعة النبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم. وكانت قيم معامل التلف لجميع السرعات ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. ويوصى باستخدام السرعة ٢ كم/س وسعـة النبذبة ٢٥ مم حيث تعطي أقل تلف للدرنات.

شكر وتقدير

يشكر الباحث كلا من المهندس ناجي بن مرضي الدوسري والمهندس ابراهيم سليمان طبش لما قاما به من مساعدة في هذا البحث. ويشكر الباحث كذلك الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بحرض لما قدموه من تسهيلات لإجراء البحث.

المراجـــــــع

أولا : المراجع العربية

أبوحباجة ؛ مصطفى ؛ وسليمان عبد العزيز اليحيى. (١٤٢٠هـ). *التطبيقات العملية في الآلات الزراعيـــة*. ص ص ١٨٩-١٩٠. مطبعة جامعة المنصورة، جمهورية مصـــر العربية.

إســماعيل ؛ زكريـــا إبـــراهيم .(١٩٩١م). *محصول البطاطس (الزراعـــة، الحصـــاد، التخـــزين)*. ص ٢١٦. منشـــأة المعـــارف بالإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

الســـعدون ؛ عبـــد الله عبـــد الـــرحمن. (١٩٩١م). *محصول البطاطس في المملكة العربية السعودية* (ترجمة). ص ص ٢٥١-٢٥٥. وزارة الزراعة، البرنامج الســـعودي لتطوير الزراعة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ثانيا: المراجع الإنجليزية

Abdel-Aal, S.E.; M.S. EL-Shal; M.K. Abdel-Wahab, and A.A. Abdel-Bary. (2002). Development of a Potato Harvester Suitable for Egyptian Farm. ***Misr J. Ag. Eng. 19 (3): 643-656.***

Abdel-Galil, M.M. (1992). ***Mechanization of Potato Harvesting under Egyptian Conditions.*** M.Sc. Thesis, Mansoura Univ., Agric. Mech. Dept., Fac. of Agric., Egypt.

Abdel-Maksoud, S.E.; M.M. Morad and H.A. Morghany. (2004). Development of a Combination Unit for Harvesting and Gathering Potato Crop. ***Zagazig J. Agric. Res. 31 (2): 699-718.***

AL-Moshileh, A.M. (2001). Potato Yield as Affected by Planting and Harvesting Dates Under Central Saudi Arabia Conditions. ***Bull. Fac. Agric., Cairo Univ. 52(1): 133-140.***

Bishop, C.F.H. and W.F. Maunder. (1980). ***Potato Mechanisation and Storage.*** **pp. 97-129.** Suffolk. Farming Press Limited.

Brenchley, G.H. and H.J. Wilcox. (1979). ***Potato Diseases.*** **pp. 97-99.** Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Agricultural Development and Advisory Services, London.

Burkhardt, G.J.; W.L. Harris; L.E. Scott and E.G. McKibben. (1971). Mechanical Harvesting and Handling of Sweet Potatoes. ***Trans. of the ASAE, 14(3): 516-519.***

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.

Glaves, A.H. and G.W. French. (1959). Increasing Potato Harvester Efficiency. ***U.S. Dept. Agr., Agr. Research Service, Agr. Handbook No. 171.***

Hyde, G.M.; R.E. Thornton and D.W. Woodruff. (1983). Potato Harvester Performance with Automatic Chain - Load Control. ***Trans. of the ASAE, 26(1): 19-22.***

International Organization for Standards Handbook - Agricultural Machinery. (1983). Equipment for planting - Potato planters - ***Method of Testing, 5691-1981 (E).***

McGechan, M.B. (1977). An Investigation Into the Relative Effectiveness of Various Riddling Motions for Removal of Soil from Potatoes. ***J. Agric. Eng. Res. 22(3): 229-245.***

Peterson, C.L.; R.E. Thornton and D.A. Smittle. (1975). The Effect of Some Potato Harvester Operating Variables on Potato Tuber Injury. ***Washington State University Circ. No. 583.***

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.***

Vatsa, D.K.; T.C. Thakur and B. Singh. (1993). Effect of Speed and Shape of Shares on Performance of Oscillatory Sieve Potato Digger. ***A.M.A. 24(4): 51-56.***

Arab Univ. J. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo, 14(2), 533-550, 2006

EFFECT OF FORWARD SPEED OF POTATO HARVESTER ON TUBERS DAMAGE

[35]

Al-Hamed[1], S. A.

ABSTRACT

The effect of the forward speed of a potato harvester on tubers damage was investigated. The potato harvester type is a two-row potato digger with riddle chain. The experiments were conducted in a potato field of Haradh Project of the National Agricultural Development Company (NADEC) east of Riyadh, in a sandy loam soil, and for a potato crop planted during the spring season of 2004. The potato type was Hermes (oval graded tubers). The degging depth was set to 22 cm, and the amplitudes of riddle chain of the implement were 17 and 25 mm. Results showed that the average values of tubers lifting percentage were in close agreement for all forward speed values (1.5, 1.7, and 2 km/h) of the potato harvester. However, it ranged between 96% and 99%. It was found that there is no significant effect of the forward speed on both total damaged tubers percentage and damage index. However, there was a significant difference for the damaged tubers percentage when the amplitude of riddle chain was changed from 17 to 25 mm, where it decreased as the amplitude was increased. The values of potato damage index for all forward speeds were within acceptable limits of damage index. Minimum value of damage index was 0.04 at the speed of 2 km/h and amplitude of 25 mm.

Keywords: Potato harvester; Tubers lifting; Tubers damage

1- Agricultural Engineering Dept., College of Food and Agricultural Sciences, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia

(Received December 28, 2005)
(Accepted February 13, 2006)

تحكيم: أ.د عصام سليمان السحار