مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية ، جامعة عين شمس ، القاهرة ،14(2) ، 533-550 ، 2006

تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس على تلف الدرنات

[35]

سعد بن عبد الرحمن الحامد[1]

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 17 مم و 25 مم وعمق التقليع 22 سم. أجريت التجارب بأحد حقول البطاطس في مشروع الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بمنطقة حرض، في تربة رملية طمبية وعلى محصول تم زراعته في الموسم الربيعي لعام 2004م، 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 (1.5 و 1.7 و 2 كم/س)، حيث تراوحت بين 96٪ و 99٪. وأوضحت النتائج كذلك أنه ليس للسرعة تأثير معنوي على كل من نسبة التلف الكلي لدرنات البطاطس ومعامل التلف عند مستوى معنوية 0.1. إلا أن هناك انخفاضا معنويا لنسبة التلف الكلي عند زيادة سعة الذبذبة من 17 إلى 25 مم. وكانت قيم معامل التلف لجميع السرعات ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. وبلغت أقل قيمة لمعامل التلف 0.04 عند السرعة الأمامية للآلة 2 كم/س وسعة الذبذبة 25 مم.

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

مقدمــة

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

1- قسم الهندسة الزراعية ، كلية علوم الأغذية والزراعة ، جامعة الملك سعود ، ص.ب. 2460 الرياض 11451، المملكة العربية السعودية

(سلم البحث فى 28 ديسمبر 2005)
(ووفق على البحث فى 13 نوفمبر 2006)

بظروف الحقل مثل نوع التربة ونسبة الحصى وكذلك صنف الدرنات.

أشار **السعدون (1991)** إلى عدد من النقاط التي يؤخذ بها عند عملية الحصاد والتي تتمثل في اختيار عمق مناسب لسكاكين القلع لتقليل حدوث قطع أو تجزئة للدرنات. كما أنه يجب ضبط سرعة الآلة وسرعة سلاسل الغربلة ودرجة اهتزازها بحيث تبقى بعض أجزاء من التربة على سلاسل الغربلة. وفي الترب التي يسهل غربلتها يجب أن تكون سرعة السلاسل ذات توافق معين مع سرعة الجرار. كما يجب تجنب الحصاد أثناء درجة الحرارة العالية، كأن يكون الحصاد في الصباح فقط وفي فترة متأخرة بعد الظهر، وأن تجمع الدرنات مباشرة بعد رفعها على سطح التربة لتلافي ارتفاع درجة حرارتها الداخلية. وأن يبدأ الحصاد عادة بعد حوالي 10 أيام من جفاف المجموع الخضري.

ويشترط لعمل آلات حصاد البطاطس في التربة الخفيفة والمتوسطة أن لا تزيد نسبة تلف الدرنات نتيجة عمليات الحصاد الميكانيكية على 5٪، والتربة الثقيلة والتربة التي تكثر بها نسبة الحجارة لا تزيد نسبة تلف الدرنات فيها على 12٪ **(إسماعيل ، 1991)**. وذكر **Bishop and Maunder (1980)** أنه من الواضح من خلال نتائج المراقبة والمسح الميداني أن ظروف التربة تساهم إلى درجة ما بالضرر لدرنات البطاطس. فالتربة الجافة الخفيفة تؤدي إلى حدوث زيادة واضحة للتلف بنسبة 20٪ من الإنتاج مع تلف بالأنسجة بنسبة 30٪، بينما في التربة الطينية يصل التلف إلى ثلثي تلك النسب. وينتج ذلك من فقدان وسادة التربة المبكر على سلاسل الغربلة في حالة التربة الجافة. كما أن النسبة المئوية للحجارة ونوعها في التربة تؤثر على مستويات الضرر، فالحجارة التي لها زوايا حادة تكون أكثر أذى لدرنات البطاطس. كما أشار الباحثون إلى أن التخلص من المجموع الخضري قبل عملية الحصاد يسهل من عملية قلع درنات البطاطس من التربة.

وذكر **Brenchley and Wilcox (1979)** أن سرعة واهتزاز سلاسل الغربال لآلة الحصاد يجب أن تضبط للسماح للتربة بالنزول من الخلف مع درنات البطاطس وبطريقة تساعد على حمايتها. وأن كمية التربة المحمولة مع الدرنات تختلف بالنسبة للنوع والظروف، فكلما كانت التربة رطبة فإنه يطول بقاؤها على السلاسل مما يتطلب زيادة عملية غربلتها وهزها للتخلص منها. وعند وجود تربة جافة جدا فقد يكون ضروريا زيادة السرعة الأمامية للآلة لحمل تربة بشكل كاف مع درنات البطاطس على سلاسل الغربال لتقليل التلف، مع ضبط السلاسل بحيث يكون الاهتزاز خفيفا قدر المستطاع. وقد يكون من الضروري أيضا تخفيض الاهتزاز عند تقليع درنات البطاطس من تربة تحتوي على حجارة صغيرة، لأنه إذا تم هزها مع الدرنات على السلاسل يمكن أن تحدث نقورا وتآكلا بالدرنات. 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 1.6 كم/س و 2.4 كم/س، وتشغيل سلسلة الغربلة عند سرعة تتراوح بين 2.3 و 2.7 كم/س (125 و 150 قدم/د) أو لا تزيد عن 8 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، و درجة 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 50٪. وخلص الباحثون إلى أن ضبط سرعة السلسلة يمكن أن يقلص الضرر بشكل كبي ر، وأن التلف يتقلص عندما تزداد سرعة الحصادة بنسبة 30٪، 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 سرع ة السلسلة. ووجد الباحثون أن أداء نظام التحكم الآلي للوزن على السلسلة الأولية كان مرضياً، وذلك في مدى السرعات للآلة من 2.6 إلى 4.2 كم/س، وأن كمية التربة على السلسلة الأولية ليس له تأثير معنوي على تلف الدرنات التراكمي في قمة ا لرافعة 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 الأ مامية 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 23 سم لكلا الصنفين، وأن العمق الأمثل20 سم. ووجد أن زيادة زاوية اختراق السلاح من 15 إلى 21 درج ة يؤدي إلى تقليل ضرر الدرنات بشكل عام. ووجد كذلك أن الأداء الأمثل يتحقق عند سرعة أمامية 2.8 كم/ س، وعمق تقليع الدرنات 20 سم، وزاوية اختراق السلاح 18 درجة ، وأن زيادة السرعة الأمامية من 1.8كم/س إلى 3.8كم/س تؤدي إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة والمتضررة لكلا الصنفين. و قد أوصى الباحث باستخدام سرعة المغزل الدورانية 50 لفة/دقيقة، و6 مجموعات ريش مع المغزل ، و25سم 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 5 و8 و11سم. وتم دراسة تأثير العوامل الهندسية التالية وهي السرعات الأمامية للآلة 1.5 و2.3 و 3.1 كم/س، وزوايا ميل السلاح 8 و14 و20 درجة، وسرعات سلسلة الغربال 2.41 و3.13 و3.85 م/ث، وزوايا ميل جهاز الفصل 5 و7 و9 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 2.3 كم/س، وزاوية الميل للسلاح 14درجة، والمسافة بين السلاح والسلسلة 5سم، وسرعة السلسلة 2.41 م/ث، وزاوية الميل لجهاز الفصل 7 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 1.6 و2 و2.4 و 3 كم/س، وزاوية اختراق السلاح 8 و14 و20 درجة، عند العمق 20سم 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 2.4 كم/س وزاوية الاختراق للسلاح 14درجة وضبط غربال الفصل بميل 8 درجات وتشغيل الغربال على السرعة 12م/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 6 و19 و32 مم (0.25 و0.75 و1.25بوصة)، بتسارع للغربال 1 و2 و3 و4 من الجاذبية الأرضية، وكانت السرعة الأمامية للآلة ثابتة 2.4 كم/س (1.5 ميل/س)، وسرعة السلسلة 100٪ من السرعة الأمامية. ونتج عن هذه الدراسة وجود فروق صغيرة للضرر كانت بسبب السرعة الأمامية للآلة وترددات ميكانيكية الفصل. كما تناق ص 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 8.7٪، وأعلى نسبة 9.3٪. كما أجريت سلسلة أخرى من الاختبارات على بطاطس نيماقولد المزروعة في تربة رملية خفيفة. وتم استخدام اهتزازات للسلسلة بسعة ذبذبة 6 و19 و32مم (0.25 و0.75 و1.25بوصة) وبتسارع للسلسلة 1 و5 من الجاذبية الأرضية، والسرعات الأمامية للآلة كانت 1.6 و2.4 و 3.2 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 32مم من 19مم، وأضرار متوسطة في سعة الذبذبة 6مم. وعند التردد المنخفض تزداد نسبة الضرر بزيادة السرعة الأمامية، بينما التردد العالي يحدث ض ـرر 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 25 إلى 30سم وزيادة زاوية ميل السلاح من 18 إلى 24 درجة وخفض السرعة الأمامية للآلة من 3 إلى 2كم/ساعة أدى إلى

زيادة نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من 84.73 إلى 93.81٪ وزيادة نسبة الدرنات السليمة من 82.40 إلى 91.73٪، وانخفضت نسبة الدرنات المدفونة من 15.27 إلى 6.19٪ وانخفضت نسبة الدرنات التالفة من 9.10 إلى 4.57٪ وانخفضت نسبة الدرنات المكسورة من 8.50 إلى 3.70٪.

وقام **Sayed *et al* (1996)** بدراسة على حصادة تجريبية لحصاد البطاطس. وقد وجد الباحثون أن زيادة السرعة الأمامية للآلة من 3.5 إلى 5.5 كم/س في تربة رملية ومن 2.5 إلى 4.5 كم/س في تربة طينية تقلل تلف الدرنات من 9.6 إلى 5.9٪، وتقلل نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من 11.7 إلى 9.2٪. ووجد الباحثون كذلك أن أقل نسبة لتلف الدرنات 5.93٪ في التربة الرملية و9.07٪ في التربة الطينية، والنسبة الأعلى للدرنات السليمة 89.73٪ في التربة الرملية و 85.26٪ في التربة الطينية، وأن السرعة الأمامية المثلى للآلة في التربة الرملية هي 5.5 كم/س وفي التربة الطينية 3.5 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 0.29 و 0.44 و 0.58 و 0.84 م/ث (1.0 و 1.6 و 2.1 و 3.0 كم/س) ومقدار الذبذبة للغربال 2 و 4 هرتز وباستخدام أربعة أشكال لأسلحة الحفر. و تم الحصول على أعلى نسبة للبطاطس المرفوعة عند نسبة السرعة بين سرعة وحدة الفصل والسرعة الأمامية 1.38 للأسلحة المختلفة بين 60 و 92٪ لذبذبة الغربال 2 هرتز، و 82٪ إلى 99٪ لذبذبة الغربال 4 هرتز. وكانت النسبة المئوية لتقطيع البطاطس وكدمها أقل من 2.40٪ و 0.75٪ 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 (1)**، إيطالية الصنع وذات حمولة قصوى 700 كيلوجرام. وهي آلة معلقة خلف الجرار الزراعي ، وتأخذ حركتها من عمود مأخذ القدرة للجرار الزراعي، وتستخدم الآلة لحصاد خطين بعرض تقليع 1.60 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 13 سلاح ذات رأس مثلث الشكل وتميل على المحور الأفقي بزاوية 25 درجة إلى أسفل، عرض السلاح الواحد 10سم وطوله 30سم. 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 1سم وبمسافة 3سم بين القضبان. ويبلغ طول السلسلة الأولية (المحيط) 3.95 م وطول السلسلة الثانوية 2 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 (17 مم) واهتزاز ذا سعة ذبذبة عالية (25 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.

شكل رقم 1. آلة حصاد البطاطس ذات السلسلة.

واستخـدم في إجراء التجارب جرار زراعي من ن ـوع فيـات ذو دفع أمـامي مساعد طراز Fiat 100-900 T/15 وقدرة محركه 75 كيلـووات . مقاس الإطارات الأمامية للج ـرار الزراع ـي 12.4-28PR، ومقاس الإط ـارات الخلفي ـة 11.2R48، والمسافة بين الإطارات الأمامية 140 سم، والمسافة بين الإطارات الخلفية 150 سم. ويمتاز هذا الجرار بأن الإطارات ذات عرض صغير تسمح بسهولة الحركة بين خطوط زراعة البطاطس دون حدوث هرس للدرنات.

وتـم حصاد محصول البطاطس صنف هيرمز (*Hermes*) الذي قامت بزراعته الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بحرض للموس ـم الربيع ـي 2004م بآلة الزراعة ذات الأكواب على عمق زراعة 12 سم و90 سم مسافـة بين خطوط الزراعة، حيث تمت عمليات الوقاية وخدمة المحصـول حسب برنامج معـد في قسم الإنتاج النباتي في مشروع الشركة بحرض. وه ـو صنف تصنيعـي بالدرج ـة الأولى تستهدفه الشركة لصناعة شرائح البطاطس حيث يمت ـاز بأنه ذو مواصفات جيدة من ناحية المادة الجافة ونسبة السكر والإنتاجية. وت ـم تحديـد شكل الدرنة بنـاءً 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 211.80 ويدل ذلك أن الدرنات بيضاوية الشكل.

الأدوات وأجهزة القياس

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

واستخـدم ميزان ذو سع ة 60 كيلوجرام لوزن درنات البطاطس . وتم استخدام القدمة لقياس أبع ـاد درنـات البطاطس ، وشريط متري لقياس المسافات أثناء إنجاز التجارب المختلفة ، وساع ـة توقيت لتسجيل الزمن المستغرق لحركة الج ـرار 10 أمتار طولية أثناء التجارب، وميزان مائي لضبط أفقية الآلة، وعدد من الصناديق والأكياس لتجميع الدرنات بها.

طريقة العمل

تمت معايرة آلة حصاد البطاطس معملياً لمعرفة نسبـة تخفيض السرعة بين عمود مأخـذ القـدرة للج ـرار الزراعي وعمود صندوق التـروس لآلـة حصاد البطاطس، وذلك لتحديد سرعات سلاسل الغربلة. وقد قدرت نسبة التخفيض بالقيمة 1:1.50. وتم تحديد السرعة الأمامي ـة لآلة الحص ـاد عن طريق استخ ـدام التـرس الأقل في صندوق تروس الج ـرار لكل التجارب، ويمكن زيادة السرعة عن طريق زيادة السرعة الدورانية

لمحـرك الج ـرار. وقد تم اختيار سرعة محـرك الج ـرار عند القي ـم 1000لفة/د، و1200لفة/د ، و 1400لفة/د. ويوضح **الجدول رقم (1)** قيـم السرعات الأمامية وسرعـات سلاس ـل الغربل ـة لآلة حصاد البطاطس.

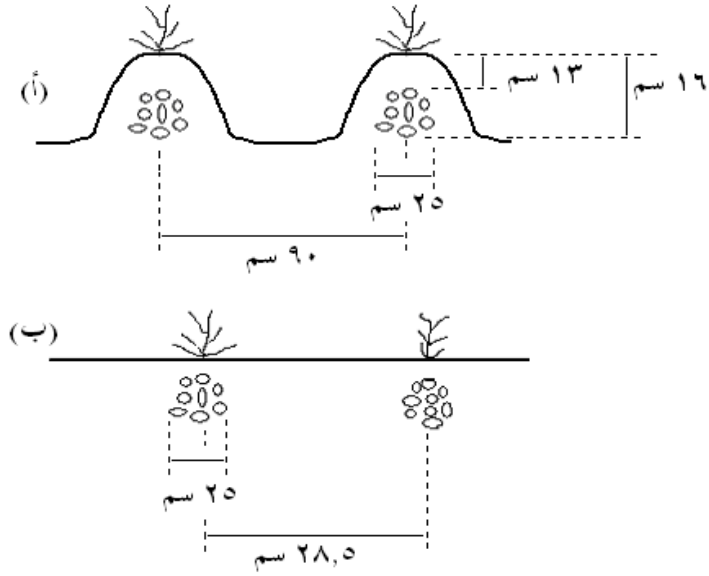
ولتحديـد عم ـق التقلي ـع تمت دراسـة اختبـار الانتشار الدرني في الخط عشوائياً على 10 نباتـات مختلفة في حقل التجربة، حيث تم قياس الانتشار الطولي للدرنات على طـول الخط ، والانتشار العرضي للدرنات على عرض الخط ، والمسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة تكون بها الدرنات ، كذلك تم قياس المسافة بين قمة الخط والدرن ـة الأم، **والشكل رقم (2)** يوضح شكل الخط وانتشار الدرنات به . ويلاحظ من الشكل أن متوسط المسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة للدرنات تساوي 16 سـم ، حيث تراوحت بين 13 و20 سم . وتم ضبط عمق التقليع للآلة على عمـق 22 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 طمبية يحتـوي علـى نسب كل من الرمل (75.79٪) والسل ـت (8.67٪) والط ـين (15.54٪). وكانت نسبة الحصى 24.55٪. وكانت رطوبـة التربة عند الحصاد 9.12٪ على أساس جاف و 10٪ على أساس رطب. وتراوحت درجة الحرارة بين 25 و 30 درجـة مئوية أثناء الحصاد. ولم يتم قطع المجموع الخضري للبطاطس قبل الحصاد، ولكن تـم الاعتمـاد علـى ظاهرة ذبول المجموع الخضري ووصول ـه إلـى مرحلة الجفاف لمعرفـة أن درن ـات البطاطس قد وصلت إلى مرحلة النضج. وقد بدأ الحصاد في 25 مايو 2004م ، أي بعد 118 يوم من وقت الزراعة وفق دراس ـة قـام بها **Al-Moshileh (2001)** تتعلـق بمواعيـد الزراعة والحصـاد في المنطق ـة الوسطى للمملك ـة العربية السعوديـة ، ودون أن تتم إزالة القش من حقل التجربة.

أثنـاء عمليـة الحص ـاد تم إيجاد كثافة النباتات (نبات/متر طولي) وذلك بـأخذ عدد النباتات النامية في مسافة 1 متر على طول الخط. وقد كان متوسط كثافة النباتات في الخط يتراوح بين 4 و 5 نباتـات/متر. تم أخذ البيانات المتعلقة بإنتاجية المحصول من وزن الدرنات الناتج ـة من خم ـس نباتات متتالية، وذلك بحصادها يدوياً. وكررت هذه العملية في خمس مواقـع مختلفـة من حقل التجربة، وكان متوسط وزن الدرنات لخمس نباتات متتالية 5.09 كجم ومتوسط المسافة بين النباتـات 28.5 سـم ومتـوسط وزن الدرنات للنبتة الواحدة 1.02 كجم. وبمعرفة وزن الدرنات الناتج ـة من النبتة الواحدة ومساحة النبتة الواحدة (المسافة بين خطوط الزراع ـة والمسافـة بين النباتات في الخط الواحد) تم تقديـر متـوسط الإنتاجية الكلية للمحصول في حقل التج ـارب وكانت 40.2 ميجاجرام/هكتار.

جدول رقم 1. 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	1000	1.5	267.4	2.8	1.8
الثانية	1200	1.7	325.6	3.4	2.2
الثالثة	1400	2	384	4	2.5



شكل رقم 2. الانتشار الدرني وشكل الخط ،
(أ) الانتشار العرضي للدرنات ،
(ب) الانتشار الطولي للدرنات

المعايير المستخدمة

استخدمت نسبة التقليع و نسبة التلف الكلية و معامل تلف الدرنات كمعايير لدراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس في تلف الدرنات. تعرف نسبة التقليع على أنها النسبة المئوية للدرنات المرفوعة على سطح الأرض ، وتقدر نسبة التقليع (L) بالمعادلة التالية **(أبو حباجة واليحيى، 1420هـ)**

$$L = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \; x\; 100 \qquad (1$$

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)**

$$D = \frac{W_4}{W_3 + W_4} \; x\; 100 \qquad (2)$$

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 سطحياً (قشرة الدرنات هي المتأثرة فقط ولا يوجد ضرر للأنسجة) ، ودرنات مشروخة (الأنسجة متضررة ويمكن أن تأخذ شكل جروح أو فلق بعمق لا يزيد عن 1.5 مم)، ودرنات مكسورة كسر عميق (الأنسجة الداخلية متضررة أو مقطوعة ويزيد عمق القطع عن 1.5 مم). وتقدر نسبة الدرنات المخدوشة سطحياً (x_1) كنسبة مئوية بين كتلة الدرنات المخدوشة سطحياً وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة. وتقدر نسبة الدرنات المشروخة وليس فيها ضرر داخلي (x_2) كنسبة مئوية بين كتلة الدرنات المشروخة وليس فيها ضرر داخلي وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة. وتقدر نسبة الدرنات المكسورة كسر عميق (x_3) كنسبة مئوية بين كتلة الدرنات المكسورة كسر عميق وكتلة الدرنات التي تم تقليعها بالآلة. ويحسب معامل تلف لدرنات البطاطس ($d.i$) بالمعادلة التالية **(McGechan, 1977 ؛ أبوحباجة واليحيى، 1420هـ)**

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

وبناءً على معامل التلف يمكن وصف نسبة التلف، حيث تشير قيم معامل التلف أقل من 100 إلى نسبة تلف مرغوبة أو مستهدفة (مسموح بها).

النتائج والمناقشة

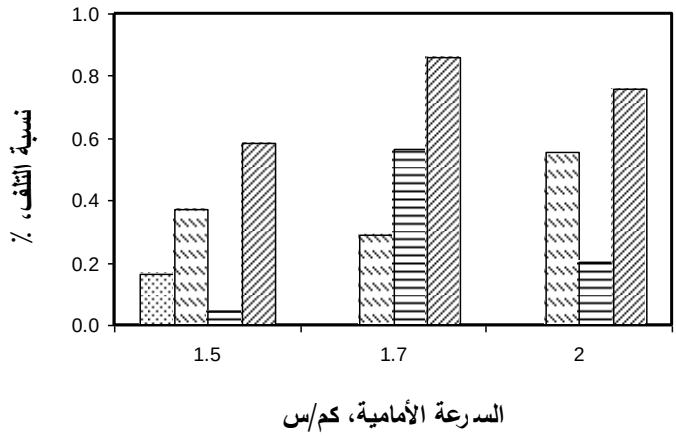
تم دراسة تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس على تلف درنات البطاطس صنف هيرمز. وكان متوسط الوزن لوحدة المساحة لدرنات البطاطس المقتلعة بواسطة الآلة عند تشغيل الآلة على عمق التقليع 22 سم يساوي 36.6 ميجاجرام/هـ. ويوضح **الجدول رقم (2)** متوسط نسب تقليع درنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات الذبذبة المختلفة . وكانت متوسطات نسب تقليع درنات البطاطس متقاربة للسرعات المختلفة، فقد تراوح متوسط نسبة التقليع بين 95.9٪ و 97.8٪ للسرعات المختلفة عند ضبط اهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة على سعة ذبذبة 17 مم ، وتراوح بين 96.4٪ و 99.1٪ عند سعة ذبذبة 25 مم ، ويعزى إنخفاض نسبة تقليع درنات البطاطس عند السرعة الأمامية 1.7 كجم/س بالمقارنة مع السرعتين 1.5 ، 2 كم/س ، إلى إحتمال اختلاف كثافة المحصول فى الخط أو إلى إختلاف الأنتشار الدرنى فى الخط .

يوضح **الشكلان رقم (3) و (4)** متوسط نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة والتلف الكلي عند سعة ذبذبة 17 و25 مم ، على الترتيب . تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة 17 مم بين 0.59٪ (موزعة كما يلي 0.17٪ درنات مخدوشة سطحيا ، 0.37٪ درنات مشروخة ، 0.04٪ درنات مكسورة) و0.86٪ (على النحو التالي صفر ٪ درنات مخدوشة سطحيا، 0.29٪ درنات مشروخة، 0.56٪ درنات مكسورة) عند السرعتين الأماميتين 1.5 و1.7 كم/س، على الترتيب. بينما تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة 25مم بين 0.04٪ (موزعة كما يلي 0.04٪ درنات مخدوشة سطحيا، صفر ٪ درنات مشروخة ، صفر ٪ درنات مكسورة) و 0.60٪ (موزعة كما يلي صفر ٪ درنات مخدوشة سطحيا، 0.20٪ درنات مشروخة ، 0.40٪ درنات مكسورة) للسرعتين الأماميتين 2 و 1.5 كم/س ، على الترتيب.

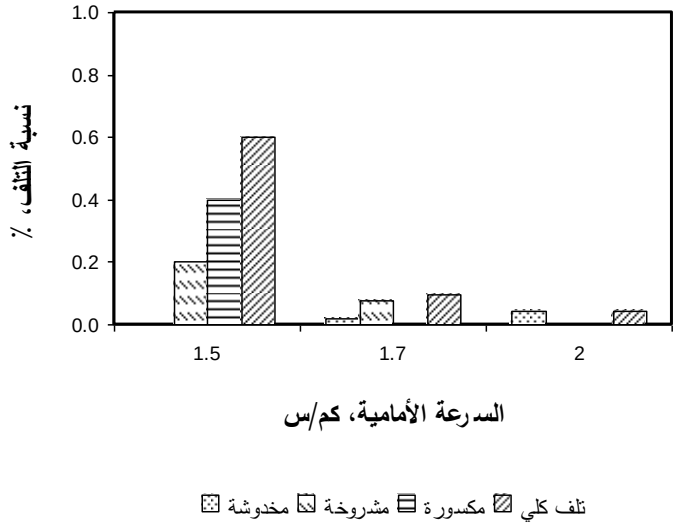
ويوضح **الجدول رقم (3)** تأثير التداخل بين السرعة الأمامية مع سعة الذبذبة لاهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة في الآلة على نسبة التلف الكلي للدرنات. ويلاحظ أن متوسط نسبة التلف يقل بزيادة السرعة ، حيث تزداد سرعة سلاسل الغربلة وبالتالي تزداد سرعة مرور الدرنات والتربة مع زيادة تدفق الدرنات والتربة على السلسلة مما قد يساعد على حماية الدرنات من التلف ، إلا أنه من التحليل الإحصائي لتأثير التداخل بين السرعة الأمامية وسعة الذبذبة فإنه لا يوجد فوق معنوي لتأثير السرعة على نسبة التلف الكلي عند مستوى معنوية 0.1 ، إلا أن هناك انخفاض لا معنويا عند زيادة سعة الذبذبة من 17 إلى 25 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 2. متوسط نسبة تقليع درنات البطاطس عند السرعات الأمامية المختلفة

سعة الذبذبة (مم)	نسبة تقليع درنات البطاطس (٪)		
	1.5 كم/س	1.7 كم/س	2.0 كم/س
17	97.8	95.9	97.4
25	99.1	96.4	97.0



شكل رقم 3. نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة 17 مم



شكل رقم 4. نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة 25 مم.

جدول رقم 3. نسبة التلف الكلية لدرنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات الذبذبة المختلفة

سعة الذبذبة (مم)	نسبة التلف الكلية (٪)			
	1.5 كم/س	1.7 كم/س	2.0 كم/س	المتوسط
17	0.59	0.86	0.76	a 0.73
25	0.60	0.10	0.04	b 0.24
المتوسط	a 0.59	a 0.48	a 0.40	

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

ويوضح **الجدول رقم (4)** تأثير السرعة الأمامية على معامل تلف درنات البطاطس. ويتضح أنه لا يوجد تأثير معنوي عند تغيير السرعة أو سعة الذبذبة. وقد تراوح معامل التلف بين 0.04 (السرعة الأمامية 2 كم/س وسعة الذبذبة 25 مم) و 4.87 (السرعة الأمامية 1.7 كم/س وسعة الذبذبة 17 مم). وتعتبر هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف (أقل من 100)، إلا أنه يوصى باستخدام السرعة 2 كم/س وسعة الذبذبة 25 مم حيث تعطي أقل تلف للدرنات.

جدول رقم 4. معامل تلف درنات البطاطس عند السرعات الأمامية وسعات الذبذبة المختلفة

سعة الذبذبة (مم)	معامل التلف			
	1.5 كم/س	1.7 كم/س	2.0 كم/س	المتوسط
17	1.6	4.87	3.13	3.20 a
25	3.40	0.25	0.04	1.23 a
المتوسط	2.50 a	2.56 a	1.59 a	

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

الخلاصة والتوصيات

تبين من التجارب أن متوسطات نسب تقليع درنات البطاطس كانت متقاربة للسرعات الأمامية المختلفة، حيث تراوحت بين 96٪ و 99٪. وتراوحت نسبة التلف الكلي 0.04٪ و0.86٪. ووجد من التحليل الإحصائي أنه ليس للسرعة تأثير معنوي على كل من نسبة التلف الكلي لدرنات البطاطس ومعامل التلف عند مستوى معنوية 0.1. إلا أن هناك انخفاضا معنويا لنسبة التلف الكلي عند زيادة سعة الذبذبة من 17 إلى 25 مم. وكانت قيم معامل التلف لجميع السرعات ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. ويوصى باستخدام السرعة 2 كم/س وسعة الذبذبة 25 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.

المراجـــع

أولا : المراجع العربية

أبوحباجة ؛ مصطفى ؛ وسليمان عبد العزيز اليحيى. (1420هـ). ***التطبيقات العملية في الآلات الزراعية*** **. ص ص 189-190.** مطبعة جامعة المنصور ة، جمهورية مصر العربية.

إسماعيل ؛ زكريا إبراهيم .(1991م). ***محصول البطاطس (الزراعة، الحصاد، التخزين)*** **. ص 216.** منشأة المعارف بالإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

السعدون ؛ عبد الله عبد الرحمن. (1991م). ***محصول البطاطس في المملكة العربية السعودية*** (ترجمة). **ص ص 251-255.** وزارة الزراعة، البرنامج السعودي 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