مجلة جامعة الملك سعود، م١٩، العلوم الزراعية (١)، ص ص ٥١ - ٧٢ الرياض، (١٤٢٧هـ/٢٠٠٦م)

تأثير عمق التقليع واهتزاز وحدة الغربلة لآلة حصاد البطاطس على تلف الدرنات

سعد بن عبدالرحمن الحامد، محمد فؤاد وهبي، ناجي بن مرضي الدوسري، وإبراهيم سليمان طبش

قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، ص.ب. ٢٤٦٠ الرياض ١١٤٥١، جامعة الملك سعود

(قدم للنشر في ١٤٢٦/١١/٢٢هـ؛ قبل للنشر في ١٤٢٦/٥/٢٣هـ)

ملخص البحث. تم دراسة تأثير عمق التقليع لآلة حصاد البطاطس ذات السلسلة، والتي تقوم بحصاد خطين من خطوط الزراعة، على تلف الدرنات عند اهتزاز سلسلة الغربال لوحدة الغربلة للآلة بسعة ذبذبة ١٧ مم و ٢٥ مم وسرعة أمامية للآلة ٢ كم/س. 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 لأعماق التقليع ١٧ و ٢٢ سم، حيث تراوحت بين ٩٦,٩٪ و ٩٨,٠٪. أما عند العمق ١٢ سم فكان متوسط نسبة التقليع منخفضا، حيث تراوح بين ٥١,٣٪ و ٧٢,٨٪ عند ضبط اهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة على سعة ذبذبة ١٧ و ٢٥ مم، على الترتيب. تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ١٧ مم بين ٠,٧٦٪ و ١٠,٩٦٪ للعمقين ٢٢ و ١٢ سم، على الترتيب. بينما تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ٢٥ مم بين ٠,٠٤٪ و ١٢,٠١٪ لنفس العمقين، على الترتيب. ووجد من التحليل

الإحصائي أن هناك فرقاً معنوياً بين تأثير العمق ١٢ سم وباقي الأعماق على كل من نسبة تلف الدرنات الكلية ومعامل التلف عند مستوى معنوية ٠.١ ، أما العمقين ١٧ و ٢٢ سم فلم يظهرا تأثيرا معنويا مع أن متوسط نسبة التلف الكلي ومعامل التلف انخفض عند استخدام عمق التقليع ٢٢ سم. وكانت قيم معامل التلف لجميع الأعماق ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. وبلغت أقل قيمة لمعامل التلف ٠.٠٤ عند عمق التقليع ٢٢ سم وسعة الذبذبة ٢٥ مم. وأوضحت النتائج كذلك أنه لا يوجد تأثير معنوي عند تغيير سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم.

المقدمة

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 بظروف الحقل مثل نوع التربة ونسبة الحصى وكذلك صنف الدرنات.

أشار السعدون [١] 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 ١٠ أيام من جفاف المجموع الخضري.

ويشترط إسماعيل [٢] لعمل آلات حصاد البطاطس في التربة الخفيفة والمتوسطة أن لا تزيد نسبة تلف الدرنات؛ نتيجة عمليات الحصاد الميكانيكية على ٥٪، والتربة الثقيلة

والتربة التي تكثر بها نسبة الحجارة لا تزيد نسبة تلف الدرنات فيها على ١٢٪. وذكر [٣] Bishop and Maunder أن ظروف التربة تساهم إلى درجة ما بالضرر لدرنات البطاطس. فالتربة الجافة الخفيفة تؤدي إلى حدوث زيادة واضحة للتلف بنسبة ٢٠٪ من الإنتاج مع حدوث تلف في الأنسجة بنسبة ٣٠٪، 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 في مستويات الضرر، فالحجارة التي لها زوايا حادة تكون أكثر أذى لدرنات البطاطس. كما أشار الباحثان إلى أن التخلص من المجموع الخضري قبل عملية الحصاد يسهل من عملية قلع درنات البطاطس من التربة.

وأوصى Glaves and French [٤] 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 جزءاً 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 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.

قام Hyde *et al.* [٥، ص ١٩-٢٢] 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 مهماً 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 [٦] Abdel-Galil 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 الأمثل٢٠ سم. ووجد أن زيادة زاوية اختراق السلاح من ١٥ - ٢١° 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°، 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.

وطور [٧، ص ٦٤٣-٦٥٦] Abdel-Aal et al. 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.

وقام [٨، ص ٦٩٩-٧١٨] Abdel-Maksoud et al. 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 و٢ 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 ١٤° وضبط غربال الفصل بميل ثمانية درجات وتشغيل الغربال على السرعة ١,٢م/ث.

وقام Emam [٩] 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 - ٢٤ ° وخفض السرعة الأمامية للآلة من ٣ إلى ٢كم/ساعة أدى إلى زيادة نسبة الدرنات المرفوعة فوق سطح الأرض من ٨٤,٧ إلى ٩٣,٨٪ وزيادة نسبة الدرنات السليمة من ٨٢,٤ إلى ٩١,٧٪، وانخفضت نسبة الدرنات المدفونة من ١٥,٣ إلى ٥,٢٪ وانخفضت نسبة الدرنات التالفة من ٩,١ إلى ٤,٦٪ وانخفضت نسبة الدرنات المكسورة من ٨,٥ إلى ٣,٧٪.

وأجرى Hamad *et al* . [١٠، ص٧٤-٨٣] تعديلا على حصادة بطاطس لتناسب العمل في المزارع المصرية، حيث تم دراسة بعض العوامل الهندسية على أداء الآلة وهي زاوية ميل السلاح (٨ و١٢ و١٦ و٢٠ °)، والسرعة الأمامية للآلة (١,٠٣ و٢,١ و٣,٠٥ كم/س). وقد أوضحت نتائج الدراسة أن زيادة زاوية ميل السلاح تؤدي إلى زيادة الدرنات الظاهرة على سطح الأرض وتقل نسبة الدرنات التالفة. كذلك زيادة السرعة الأمامية للآلة تؤدي إلى زيادة الدرنات السليمة وتقل نسبة الدرنات التالفة. حيث نتج عن السرعة الأمامية للآلة ١,٠٣ كم/س درنات سليمة بنسبة ٨٦,٩٪ (نسبة التلف ١٣,١٪)، وبنسبة ٨٩,٤٪ عند السرعة ٢,١ كم/س (نسبة التلف ١٠,٦٪)، وبنسبة ٩٥,٣٪ عند السرعة ٣,٠٥ كم/س (نسبة التلف ٤,٧٪).

وقام Sayed *et al.* [١١، ص ٢٤٥-٢٦١] 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 ٥,٩٪ في التربة الرملية و٩,١٪ في التربة الطينية، والنسبة الأعلى للدرنات السليمة ٨٩,٧٪ في التربة الرملية و٨٥,٣٪ 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.* [١٢، ص٥١-٥٦] 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 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 ٦٠,٠ و ٩١,٧٪ لذبذبة الغربال ٢ هرتز، و ٨٢,٥٪ إلى ٩٩,٢٪ 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 في تلف درنات البطاطس ورفع كفاءة تشغيلها. ويهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير عمق التقليع لآلة حصاد البطاطس ذات السلسلة في تلف درنات البطاطس عند سعتين ذبذبة (اهتزاز) للسلسلة الأولية في وحدة الغربلة للآلة.

المـواد وطريقة البحث

المواد المستخدمة

استخدمت آلة حصاد البطاطس ذات السلسلة، الشكل رقم (١)، إيطالية الصنع من إنتاج شركة Carlotti G @ C طراز SP160، وذات حمولة قصوى ٧٠٠كجم. وهي آلة معلقة خلف الجرار الزراعي، وتأخذ حركتها من عمود مأخذ القدرة للجرار الزراعي، وتستخدم الآلة لحصاد خطين بعرض تقليع ١,٦٠ م، وتتكون من أسلحة تقليع ووحدة غربلة (السلسلة الأولية والسلسلة الثانوية) وذراع التحكم في اهتزاز السلسلة الأولية.

الشكل رقم (١). آلة حصاد البطاطس ذات السلسلة.

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 السلسلة الأولية لوحدة 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 ثلاثة سنتيمترات بين القضبان. ويبلغ طول (محيط) السلسلة الأولية ٣,٩٥ م وطول (محيط) السلسلة الثانوية متران حيث 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 متوسط (سعة ذبذبة ١٧ مم) واهتزاز عالي (سعة ذبذبة 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 التوجية الموجودة خلف الآلة يتم التقليل من تشتت الدرنات على سطح التربة خلف الآلة حيث تتجمع في خط واحد.

واستخدم في جميع التجارب جرار زراعي من نوع فيات ذي دفع أمامي مساعد طراز Fiat 100-90 DT وقدرة محركه ٧٥ كيلووات عند سرعة المحرك ٢٥٠٠ لفة/د. مقاس الإطارات الأمامية للجرار الزراعي 12.4-28PR، ومقاس الإطارات الخلفية 11.2R48، والمسافة بين الإطارات الأمامية ١٤٠سم، والمسافة بين الإطارات الخلفية ١٥٠سم. ويمتاز هذا الجرار بأن الإطارات ذات عرض صغير تسمح بسهولة الحركة بين خطوط زراعة البطاطس دون حدوث هرس للدرنات.

وتم حصاد محصول البطاطس صنف هيرمز Hermes الذي قامت بزراعته الشركة الوطنية للتنمية الزراعية (نادك) بحرض للموسم الربيعي ٢٠٠٤م بآلة الزراعة ذات الأكواب على عمق زراعة ١٢ سم و٩٠ سم مسافة بين خطوط الزراعة، حيث تمت عمليات الوقاية وخدمة المحصول حسب برنامج معد في قسم الإنتاج النباتي في مشروع الشركة بحرض. وهذا الصنف تصنيعي بالدرجة الأولى تستهدفه الشركة لصناعة شرائح البطاطس حيث يمتاز بأنه ذا مواصفات جيدة من ناحية المادة الجافة ونسبة السكر والإنتاجية. وتم تحديد شكل الدرنة بناءً على دليل شكل الدرنة حسب كتاب الهيئة الدولية للمواصفات [١٣]، حيث وجد أن دليل شكل الدرنة يساوي ٢١١,٨٠، ويدل ذلك أن الدرنات بيضاوية الشكل.

الأدوات وأجهزة القياس

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

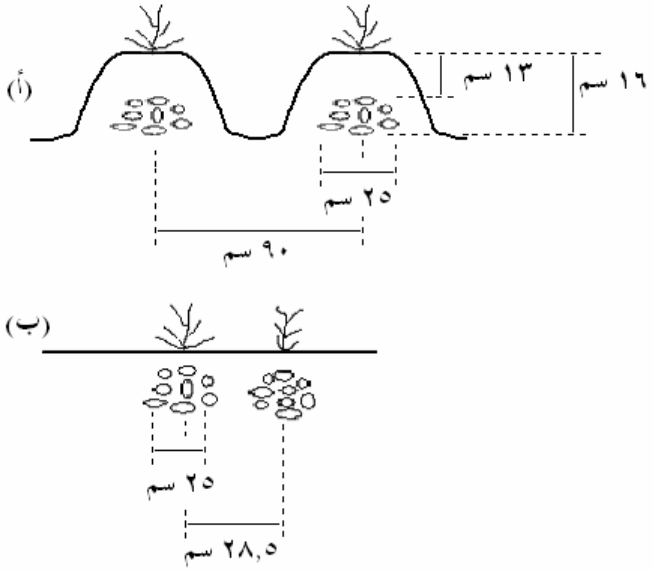
واستخدم ميزان ذا سعة ٦٠ كجم لوزن درنات البطاطس. وتم استخدام القدمة ذات الورنية لقياس أبعاد درنات البطاطس، وشريط متري لقياس المسافات أثناء إنجاز التجارب المختلفة، وساعة توقيت لتسجيل الزمن المستغرق لحركة الجرار عشرة أمتار طولية أثناء التجارب، وميزان مائي لضبط أفقية الآلة، وعدد من الصناديق والأكياس لتجميع الدرنات بها.

طريقة العمل والقياس

تمت معايرة آلة حصاد البطاطس معملياً لمعرفة نسبة تخفيض السرعة بين عمود مأخذ القدرة للجرار الزراعي وعمود صندوق التروس لآلة حصاد البطاطس؛ وذلك لتحديد سرعات سلاسل الغربلة. وقد قدرت نسبة التخفيض بالقيمة ١.٥٠ : ١. وتم تحديد السرعة الأمامية لآلة الحصاد عن طريق استخدام الترس الأقل في صندوق تروس الجرار لكل التجارب، ويمكن زيادة السرعة عن طريق زيادة السرعة الدورانية لمحرك الجرار. وقد تم اختيار سرعة محرك الجرار عند القيمة ١٤٠٠ لفة/دقيقة، حيث كانت سرعة عمود مأخذ القدرة للجرار الزراعي ٣٨٤ لفة/د والسرعة الأمامية ٢ كم/س وسرعة السلسلة الأولية لوحدة الغربة في الآلة ٤ كم/س وسرعة السلسلة الثانوية ٢.٥ كم/س.

ولتحديد عمق التقليع تمت دراسة اختبار الانتشار الدرني في الخط عشوائياً على ١٠ نباتات مختلفة في حقل التجربة، حيث تم قياس الانتشار الطولي للدرنات على طول الخط، والانتشار العرضي للدرنات على عرض الخط، والمسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة تكون بها الدرنات، كذلك تم قياس المسافة بين قمة الخط والدرنة الأم، ويوضح الشكل رقم (٢) شكل الخط وانتشار الدرنات به. ويلاحظ من الشكل أن متوسط المسافة بين قمة الخط والدرنة الأم ١٣ سم، ومتوسط المسافة بين قمة الخط وأدنى نقطة للدرنات تساوي ١٦

سم، حيث تراوحت بين ١٣ و ٢٠ سم. وعلى هذا الأساس تم ضبط عمق التقليع للآلة على الأعماق ١٢سم و١٧سم و٢٢سم من قمة الخط بإنزال مقدمة أسلحة التقليع للآلة من قمة الخط بمقدار العمق المحدد للتجربة مع ضبط أفقية الآلة بالميزان المائي.



الشكل رقم (٢). الانتشار الدرني وشكل الخط، (أ) الانتشار العرضي للـدرنات، (ب) الانتـشار الطـولي للدرنات.

أجريت التجارب في حقل ذي تربة رملية طميية يحتوي على كمية من الرمل (٧٥,٧٩٪) والسلت (٨,٦٧٪) والطين (١٥,٥٤٪). وكانت نسبة الحصى ٢٤,٥٥ ٪. وكانت رطوبة التربة عند الحصاد ٩,١٢٪ على أساس جاف و١٠٪ على أساس رطب. وتراوحت درجة حرارة الجو بين ٢٥ و ٣٠ °م أثناء الحصاد. ولم يتم قطع المجموع الخضري للبطاطس قبل الحصاد، ولكن تم الاعتماد على ظاهرة ذبول المجموع الخضري ووصوله إلى مرحلة الجفاف لمعرفة أن درنات البطاطس قد وصلت إلى مرحلة النضج. وقد بدأ الحصاد في

٢٥ مايو ٢٠٠٤م، أي بعد ١١٨ يوم من وقت الزراعة وفق دراسة قام بها Al-Moshileh [١٤، ص ١٣٣-١٤٠] تتعلق بمواعيد الزراعة والحصاد في المنطقة الوسطى للمملكة العربية السعودية، ودون أن تتم إزالة القش من حقل التجربة.

شملت التجارب الحقلية ثلاثة أعماق تقليع ١٢ و ١٧ و ٢٢ سم وسعتي ذبذبة لاهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة ١٧ و ٢٥ مم ، حيث كان عدد المعاملات يساوي ٦ ، وتم تكرار كل معاملة في ثلاث وحدات تجريبية بطول عشرة أمتار لكل وحدة تجريبية وبعرض يساوي عرض الآلة. واستخدمت طريقة التصميم تام التعشية في تصميم التجربة الإحصائية. كما استخدمت طريقة أقل فرق معنوي (LSD) لمقارنة متوسطات المعاملات.

أثناء عملية الحصاد تم إيجاد كثافة النباتات (نبات/متر طولي)، وذلك بأخذ عدد النباتات النامية في مسافة متراً واحداً على طول الخط. وقد كان متوسط كثافة النباتات في الخط يتراوح بين ٤ و ٥ نباتات/متر. تم أخذ البيانات المتعلقة بإنتاجية المحصول من وزن الدرنات الناتجة من خمس نباتات متتالية، وذلك بحصادها يدوياً. وكررت هذه العملية في خمسة مواقع مختلفة من حقل التجربة، وكان متوسط وزن الدرنات لخمس نباتات متتالية ٥,٠٩ كجم ومتوسط المسافة بين النباتات ٢٨,٥ سم ومتوسط وزن الدرنات للنبتة الواحدة ١,٠٢ كجم. وبمعرفة وزن الدرنات الناتجة من النبتة الواحدة ومساحة النبتة الواحدة (المسافة بين خطوط الزراعة والمسافة بين النباتات في الخط الواحد) تم تقدير الإنتاجية الكلية للمحصول في حقل التجارب وكانت ٤٠,٢ طن/هكتار.

المعايير المستخدمة

استخدمت نسبة التقليع و نسبة التلف الكلية ومعامل تلف الدرنات كمعايير لدراسة تأثير عمق التقليع لآلة حصاد البطاطس في تلف الدرنات. تعرف نسبة التقليع على أنها

النسبة المئوية للدرنات المرفوعة على سطح الأرض، وتقدر نسبة التقليع (L) بالمعادلة التالية [١٥]:

$$L = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \times 100 \quad \text{.....(١)}$$

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 [٦]:

$$D = \frac{W_4}{W_3 + W_4} \times 100 \quad \text{.....(٢)}$$

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 سطحياً (قشرة الدرنات هي المتأثرة فقط ولا يوجد ضرر للأنسجة)، ودرنات مشروخة (الأنسجة متضررة ويمكن أن تأخذ شكل جروح أو فلق)، ودرنات مكسورة كسر عميق (الأنسجة الداخلية متضررة أو مقطوعة). 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 التلف لدرنات البطاطس ($d.i$) بالمعادلة التالية [١٥ و ١٦ ، ص ٥٢٩-٢٤٥]:

$$d.i = x_1 + 3x_2 + 7x_3 \quad \text{.....} \quad (٣)$$

وبناءً على معامل التلف يمكن وصف نسبة التلف، حيث تشير قيم معامل التلف أقل من ١٠٠ إلى نسبة تلف مرغوبة أو مستهدفة (مسموح بها) [١٥ ، ١٦ ،ص ٢٢٩-٢٤٥].

النتائج والمناقشـــة

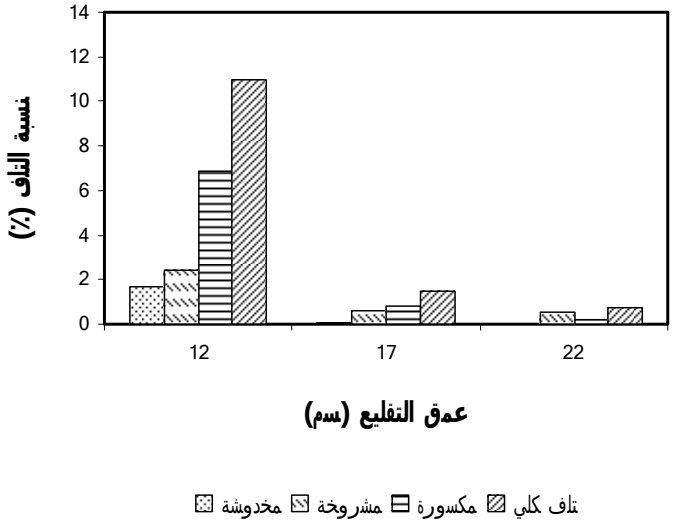
تم دراسة تأثير عمق التقليع لآلة حصاد البطاطس في تلف درنات البطاطس صنف هيرمز. وكان متوسط الوزن لوحدة المساحة لدرنات البطاطس المقتلعة بواسطة الآلة عند تشغيل الآلة بسرعة أمامية ٢ كم/س يساوي ٣٢,٨ طن/هـ. ويوضح الجدول رقم (١) متوسط نسب تقليع درنات البطاطس عند أعماق التقليع وسعات الذبذبة المختلفة. وكانت متوسطات نسب تقليع درنات البطاطس متقاربة للأعماق ١٧ و ٢٢ سم، فقد تراوح بين ٩٦,٩٪ و ٩٨,٠٪ بغض النظر عن سعة الذبذبة للسلاسل، أما عند العمق ١٢ سم فكان متوسط نسبة التقليع منخفضا، حيث تراوح بين ٥١,٣٪ و ٧٢,٨٪ عند ضبط اهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة على سعة ذبذبة ١٧ و ٢٥ مم، على الترتيب.

الجدول رقم (١). نسبة تفليع درنات البطاطس عند أعماق التفليع المختلفة.

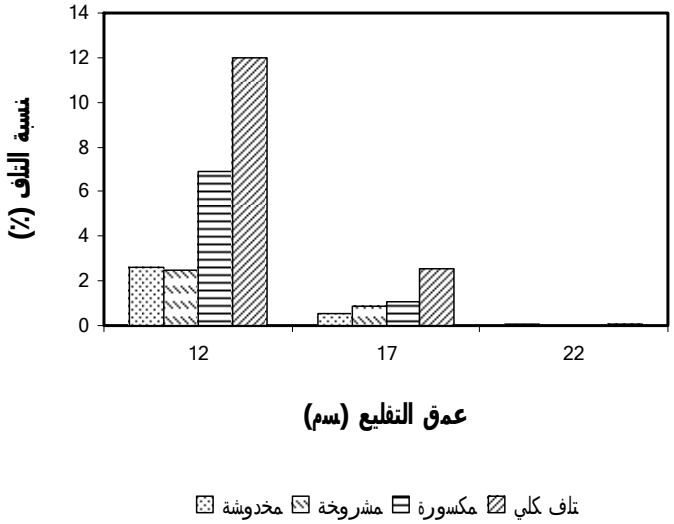
سعة الذبذبة	نسبة تفليع درنات البطاطس (٪)		
(مم)	١٢ سم	١٧ سم	٢٢ سم
١٧	٥١,٣	٩٨,٠	٩٧,٤
٢٥	٧٢,٨	٩٦,٩	٩٧,٠

يوضح الشكلان رقما (٣ و ٤) متوسط نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة والتلف الكلي عند سعة ذبذبة ١٧ و ٢٥ مم، على الترتيب. تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ١٧ مم بين ٠,٧٦٪ (صفر٪ درنات مخدوشة سطحيا، ٠,٥٥٪ درنات مشروخة، ٠,٢٠٪ درنات مكسورة) و ١٠,٩٦٪ (١,٧١٪ درنات مخدوشة سطحياً، ٢,٤٠٪ درنات مشروخة، ٦,٨٥٪ درنات مكسورة) للعمقين ٢٢ و ١٢ سم، على الترتيب. بينما تراوحت نسبة التلف الكلي عند استخدام سعة الذبذبة ٢٥ مم بين ٠,٠٤٪ (٠,٠٤٪ درنات مخدوشة سطحيا، صفر٪ درنات مشروخة، صفر٪ درنات مكسورة) و ١٢,٠١٪ (٢,٦١٪ درنات مخدوشة سطحيا، ٢,٤٩٪ درنات مشروخة، ٦,٩٠٪ درنات مكسورة) للعمقين ٢٢ و ١٢ سم، على الترتيب.

ويوضح الجدول رقم (٢) تأثير التداخل بين عمق التقليع مع سعة الذبذبة لاهتزاز السلسلة الأولية لوحدة الغربلة في الآلة في نسبة التلف الكلي للدرنات. فعند استخدام سعة الذبذبة ١٧ مم وجد أن العمق ٢٢ سم ينتج عنه أقل نسبة تلف كلية تساوي ٠,٧٦٪، أما العمق ١٢ سم فقد نتج عنه أعلى نسبة تلف كلية تساوي ١٠,٩٦٪. أما عند استخدام سعة الذبذبة ٢٥ مم فقد تراوحت نسبة التلف بين ٠,٠٤٪ و ١٢,٠١٪ للأعماق ٢٢ و ١٢سم،



الشكل رقم (٣). نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة ١٧ مم.



الشكل رقم (٤). نسبة الدرنات المخدوشة سطحيا والمشروخة والمكسورة ونسبة التلف الكلي عند سعة ذبذبة ٢٥ مم.

على الترتيب. ويلاحظ أن متوسط نسبة التلف تقل بزيادة العمق، ووجد من التحليل الإحصائي أن هناك فرق معنوي بين تأثير العمق ١٢ سم وباقي الأعماق في نسبة تلف الدرنات الكلية عند مستوى معنوية ٠.١ ، أما الأعماق ١٧ و ٢٢ سم فلم يظهرا تأثيرًا معنوياً مع أن نسبة التلف الكلي انخفضت عند استخدام عمق التقليع ٢٢ سم. ويوضح الجدول كذلك أنه لا يوجد تأثيرٌ معنويٌ عند تغيير سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم.

الجدول رقم (٢). نسبة التلف الكلية لدرنات البطاطس عند أعماق التقليع المختلفة.

سعة الذبذبة	نسبة التلف الكلية (٪)			
المتوسط	٢٢ سم	١٧ سم	١٢سم	(مم)
a ٤.٤٠	٠.٧٦	١.٤٧	١٠.٩٦	١٧
a ٤.٨٦	٠.٠٤	٢.٥٣	١٢.٠١	٢٥
	b ٠.٤٠	b ٢.٠٠	a ١١.٤٨	المتوسط

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

ويوضح الجدول رقم (٣) تأثير عمق التقليع في معامل تلف درنات البطاطس. وقد تراوح معامل التلف بين ٠.٠٤ (العمق ٢٢ سم وسعة الذبذبة ٢٥ مم) و ٥٨.٤٤ (العمق ١٢ سم وسعة الذبذبة ٢٥ مم). وتعتبر هذه القيم ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. ويلاحظ أن معامل التلف يقل بزيادة العمق، ووجد من التحليل الإحصائي أن هناك فرقاً معنوياً بين تأثير العمق ١٢ سم وباقي الأعماق على معامل التلف عند مستوى معنوية ٠.١ ، أما الأعماق ١٧ و ٢٢ سم فلم يظهرا تأثيراً معنوياً مع أن معامل التلف انخفض عند استخدام عمق التقليع ٢٢ سم. ويوضح الجدول كذلك أنه لا يوجد تأثير معنوي عند تغيير سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم.

الجدول رقم (٣). معامل تلف درنات البطاطس عند أعماق التقليع المختلفة.

سعة الذبذبة	معامل التلف			
المتوسط	٢٢ سم	١٧ سم	١٢ سم	(مم)
a ٢٢,٥٠	٣,١٣	٧,٥١	٥٦,٨٧	١٧
a ٢٣,٠٨	٠,٠٤	١٠,٧٤	٥٨,٤٤	٢٥
	b ١,٥٩	b ٩,١٣	a ٥٧,٦٦	المتوسط

❖ 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 لأعماق التقليع ١٧ و ٢٢ سم. أما عند العمق ١٢ سم فكان متوسط نسبة التقليع منخفضاً جداً. وتراوحت نسبة التلف الكلي ٠,٠٤٪ و ١٢,٠١٪. ووجد من التحليل الإحصائي أن هناك فرقاً معنوياً بين تأثير العمق ١٢ سم وباقي الأعماق على كل من نسبة تلف الدرنات الكلية ومعامل التلف عند مستوى معنوية ٠,١، أما الأعماق ١٧ و ٢٢ سم فلم يظهرا تأثيراً معنوياً مع أن متوسط نسبة التلف الكلي ومعامل التلف انخفض بزيادة عمق التقليع. وكانت قيم معامل التلف لجميع الأعماق ضمن الحدود المسموح بها لمعامل التلف. وبلغت أقل قيمة لمعامل التلف ٠,٠٤ عند عمق التقليع ٢٢ سم وسعة الذبذبة ٢٥ مم. وأوضحت النتائج كذلك أنه لا يوجد تأثيرٌ معنويٌ عند تغيير سعة الذبذبة من ١٧ إلى ٢٥ مم. ويوصي الباحثون باستخدام عمق التقليع ٢٢ سم وسعة الذبذبة ٢٥ مم عند العمل على آلة الحصاد المذكورة حيث تعطي أقل تلف للدرنات.

المراجـــع

[١] السعدون، عبدالله عبدالرحمن. *محصول البطاطس في المملكة العربية السعودية (مترجم)*. الرياض، المملكة العربية السعودية: وزارة الزراعة، البرنامج السعودي لتطوير الزراعة، ١٩٩١م.

[٢] إسماعيل، زكريا إبراهيم. *محصول البطاطس (الزراعة، الحصاد، التخزين)*. الإسكندرية: جمهورية مصر العربية: منشأة المعارف، ١٩٩١م. ص ٢١٦.

[٣] Bishop, C.F.H. and Maunder W.F. *Potato Mechanisation and Storage*. Suffolk: Farming Press Limited, 1980.

[٤] Glaves, A.H., and French G.W. *Increasing Potato Harvester Efficiency*. U.S. Dept. Agr., Agr. Research Service, Agr. Handbook 171, 1959

[٥] Hyde, G.M., Thornton R.E; and Woodruff D.W. "Potato Harvester Pperformance with Automatic Chain - load Control." *Trans. of the ASAE,* Vol. 26, No. 1, (1983).

[٦] Abdel-Galil, M.M. "Mechanization of Potato Harvesting under Egyptian Conditions." *M.Sc. thesis, Mansoura Univ.,* Agric. Mech. Dept., Fac. Of Agric., Egypt, 1992.

[٧] Abdel-Aal, S.E., EL-Shal, M.S; Abdel-Wahab, M.K.; and Abdel-Bary.A.A. "Development of a Potato Harvester Suitable for Egyptian Farm." *Misr J. Ag. Eng.*; Vol. 19, No. 3, (2002).

[٨] Abdel-Maksoud, S.E., Morad, M.M.; and Morghany H.A.. "Development of a Combination unit for Harvesting and Gathering Potato Crop." *Zagazig J. Agric. Res,* Vol. 31, No. 2, (2004).

[٩] Emam, A.H. "Designed and Developed Suitable Sweet Potato Harvester for Egyptian Farms." *Ph.D. Th., Agric. Eng. Dept.*, Fac. of Agric. Zagazig Univ. Egypt, (1999).

[١٠] Hamad, S.A.; Ibahim M. M., and Amin E.A.. "Modified Potato Harvester Suitable for Egyptian Farms." *Misr J. Agric. Eng.* Vol. 8, No. 1, (1991).

[١١] Sayed, M.S.; Mahmoud A.M., Abdel-Maksoud M.A. and Fahd M. F. "An Engineering Study on a Prototype Digger for Potato Harvesting." *Misr J. Agric. Eng.* Vol. 13, No. 1, (1996).

[١٢] Vatsa, D.K.; T.C.. Thakur; and B., Singh. "Effect of Speed and Shape of Shares on Performance of Oscillatory Sieve potato Digger." *A.M.A.* Vol. 24, No. 4, (1993).

[١٣] International Organization for Standards Handbook - Agricultural Machinery. "*Equipment for Planting - Potato Planters - Method of testing.*" 5691-1981 (E), 1983.

[١٤] AL-Moshileh, A.M. "Potato Yield as Affected by Planting and Harvesting Dates under Central Saudi Arabia conditions." *Fac. Agric., Cairo Univ.* Bull.52 (1), (2001).

[١٥] أبو حباجة، مصطفى م.، وسليمان ع. اليحيى. *التطبيقات العملية في الآلات الزراعية*. جمهورية مصر العربية: المنصورة، مطبعة جامعة المنصورة، ١٤٢٠هـ.

[١٦] McGechan, M.B. "An Investigation Into the Relative Effectiveness of Various Riddling Motions for Removal of Soil from Potatoes." *J. Agric. Engng Res.* Vol. 22, No. 3, (1977).

Effect of Digging Depth and Amplitudes of the Riddle Chain of Potato Harvester on Tubers Damage

S. A. Al-Hamed, M.F. Wahby, N.M. Aldosari and I.S. Tabash
Agricultural Engineering Dept., College of Food and Agricultural Sciences, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia

(Received 22/11/1426H.; accepted for puplication 23/5/1427H.)

Abstract. The effect of the digging depth 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 seed tubers). The forward speed was set to 2 km/h, and the amplitudes of the riddle chain of the implement were 17 and 25 mm.

The study showed that average values of tubers lifting percentage were in close agreement for digging depths 17 and 22 cm. They were between 96.9% and 98.0%. But, the tubers lifting percentage was low for the depth of 12 cm (51.3% and 72.8% at the amplitudes of the riddle chain of 17 and 25 mm, respectively). At the amplitudes of 17 mm, total damaged tubers percentages ranged between 0.76% and 10.96% for the depths 22 and 12 cm, respectively, and ranged between 0.04% and 12.01% at the amplitude of 25 mm. It was found that there was a significant difference between the digging depth of 12 cm and the other depths for the effect on both damaged tubers percentage and damage index. However, the digging depths 17 and 22 cm did not show significant difference for both damaged tubers percentage and damage index, although damaged tubers percentage and damage index decreased as digging depth increased. The values of potato damage index for all depths were within acceptable limits of damage index. Minimum value of damage index was 0.04 at the digging depth of 22 cm and amplitude of 25 mm. The results also showed that there was no significant difference when the amplitude was changed from 17 to 25 mm.