**Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)**
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي (AAJSR)
E-ISSN: 2959-6505
Volume 2, Issue 4, October - December 2024
Page No: 135-140
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
**SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2024: 0.580 معامل التأثير العربي (AIF) 2024: 0.74**

# تأثير السرعة الأمامية لآلة قلع البطاطس على سلامة الدرنات

فرج علي جبيل [1]، وليد بلقاسم حوالي [2*]، عصام فتحي الصويعي [3]
[1]قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا
[2]كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة الجفارة، طرابلس، ليبيا
[3]كلية العلوم الزراعية والبيطرية الريانية، جامعة الزنتان، الريانية، ليبيا

# Effect of Forward Speed of the Potato Harvester Machine on the Integrity of Tubers

Farj Ali Jbail[1], Walid Belgasem Hawali[2*], Essam Fathi Al-Suwaii[3]
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya
[2] College of Agriculture and Veterinary Medicine, University of Al Jafara, Tripoli, Libya
[3] College of Agricultural and Veterinary Sciences, Al-Rayina, University of Zintan, Ryayna, Libya

*Corresponding author: alwila222@gmail.com *المؤلف المراسل
**تاريخ الاستلام:** 2024-08-06 **تاريخ القبول:** 2024-10-15 **تاريخ النشر:** 2024-10-08

**الملخص**
دخول الميكنة في مراحل الانتاج الحقلي أدى إلى زيادة معدلات الحصاد وهذا بدوره يؤثر على الانتاجية وجودة الانتاج التي سيكون لها أثر على تسويق المنتج ومعدل الاستهلاك المباشر والغير المباشر الذي يتمثل في الجانب الصناعي للمنتج الزراعي وتسويقه فيما بعد، تعتبر البطاطس من المنتجات الزراعية الهامة والتي تأتي في المرتبة الرابعة من ناحية الاهمية الاقتصادية عالمياً ودخل أساسي للعديد من المزارعين وتسهم بشكل كبير في توفير جزء من الاحتياج الغذائي، ويقدر الانتاج المحلي بحوالي 328.89 ألف طن لسنة 2021، تهدف هذه الدراسة لمعرفة تأثير السرعة الامامية لآلة قلع البطاطس على سلامة وجودة الدرنات باستخدام ثلاث سرعات امامية للآلة (1.34-2.1-2.8) كم .ساعة-1 وعند عمق قلع 23 سم لجميع السرعات، وفي تربة رملية وعند محتوى رطوبي 15%، خلصت النتائج إلى أن نسبة الدرنات السليمة (96.3- 95.97- 94.97)% على التوالي، حيث كانت السرعة 1.34 كم.ساعة-1 هي التي أعطت أفضل النتائج.

**الكلمات المفتاحية:** الدرنات، الميكنة، البطاطس، سلامة الدرنات، آلة قلع البطاطس.

**Abstract**
The introduction of mechanization in the stages of field production has led to an increase in harvest rates, which in turn affects productivity and production quality, which will have an impact on the marketing of the product and the rate of direct and indirect consumption, which is represented in the industrial aspect of the agricultural

product and its subsequent marketing. Potatoes are considered one of the important agricultural products that rank fourth in terms of economic importance globally and are a basic income for many farmers and contribute significantly to providing part of the food need. Local production is estimated at about 328.89 thousand tons for the year 2021. This study aims to determine the effect of the forward speed of the potato harvester machine on the safety and quality of tubers using three forward speeds of the machine (1.34-2.1- 2.8) km. h -1 and at an uprooting depth of 23 cm for all speeds, and in sandy soil and at a moisture content of 15%. The results concluded that the percentage of healthy tubers (96.3- 95.97- 94.97) % respectively, as the speed of 1.34 km. h -1 was the one that gave the best results.

**Keywords:** Tubers; Mechanization; Potatoes; Tuber Safety; Potato Harvester Machine.

**مقدمة**

أن استخدام الميكنة الألية أصبح مكونا أساسيا للتحول الزراعي في مختلف دول العالم وذلك لغرض تحسين الكفاءة الإنتاجية، وتساعد في تعزيز إنتاجية مدخلات الإنتاج (البذور – الأسمدة – والمياه) وتقلل المشقة علي الأنسان وزيادة دقة العمليات الزراعية، والآلات تحسن ظروف العمل وتوفر بيئة أكثر أمانا للعمال، وتختلف درجة الميكنة بين دول العالم فالبلدان المرتفعة الدخل أكثر استخدام لميكنة العمليات الزراعية بينما المنخفضة الدخل لاتزال درجة الميكنة ضعيفة، كما أن توفر الآلات الزراعية قد لا يؤدي إلى النتائج المطلوبة خاصة أذا لم تستعمل بالطريقة المناسبة من حيث التشغيل وملاءمة الآلة للظروف المحلية الحقلية من حيث (التربة والمحصول) وكذلك معايرة الآلة من حيث السرعة المناسبة وعمق الحراثة أو القلع في المحاصيل الدرنية والتي من بينها درنات البطاطس.

ليبيا من الدول المنتجة للبطاطس وتنتج كمية تفوق الاستهلاك المحلي أحيانا، وصل الإنتاج الي 357.59 - 359.46 - 366.64- 328.89 ألف طن لسنوات 2018 - 2019 – 2020- 2021 علي التوالي حسب أخر إحصائيات المنظمة العربية للتنمية الزراعية التي توضح زيادة في الإنتاج المحلي، وتسعى المشاريع العامة والشركات الخاصة وصغار المنتجين الزراعيين علي ميكنة العمليات الزراعية، حيث أن ميكنة عمليات قلع البطاطس لازالت متواضعة ولكن ما يعيقها بشكل مباشر قزمية المساحات المزروعة لدي صغار المنتجين الزراعيين الذين يسعون إلى الميكنة المستدامة وتقف التمويلات المالية وقلة الخبرة دون ذلك.

الأضرار الميكانيكية أثناء الحصاد مشكلة كبيرة حيث أن هذه الأضرار تعرض المحصول إلى الإصابات بالإمراض وزيادة فقد الماء وزيادة معدل التنفس وإنتاج الاثيلين مما يؤدى إلى سرعة تدهور المحصول، وبصفة عامة فان الحصاد الميكانيكي يؤدى إلى أضرار أكثر من الحصاد اليدوي إلا أن بعض المحاصيل الجذرية قد تتعرض إلى أضرار ميكانيكية شديدة نتيجة الإهمال في الحصاد اليدوي ( Kitinoja and Adel؛ 2002)، كما أن الأضرار الميكانيكية أثناء عملية حصاد (قلع) البطاطس تساهم بحوالي 70٪ من إجمالي الضرر في نظام إنتاج البطاطس بشكل عام، مما ينتج عنه خسائر اقتصادية كبيرة للمزارعين، حيث اضحى التقليل من أضرار البطاطس أثناء الحصاد الميكانيكي ضرورة ملحة (Liang وآخرون؛ 2023).

كما يتسبب الحصاد الميكانيكي على وجه الخصوص في تلف الدرنات بسبب التأثر بالمكونات الميكانيكية للآلة، حيث أجريت تجربة لزراعة البطاطس في وادي بو (إيطاليا) على مرحلتين المرحلة الأولى من التجارب الميدانية باستخدام كرة آلية تحاكي شكل البطاطس أثناء الحصاد في أنواع مختلفة من التربة وظروف المعمل، وباستخدام بارامترات مختلفة، مثل السرعة الأمامية لحصادة البطاطس والمحتوى الرطوبي في التربة، للتحقق مما إذا كانت هناك ارتباطات بين هذه العوامل والتأثيرات المسجلة، أما المرحلة الثانية كانت الاختبارات المعملية على المنتج البيولوجي، لتحديد تلف الدرنات والتحقق من أي ارتباطات بين القياسات المأخوذة مع الكرة الآلية والضرر المقاس، وكان هناك تأثير للسرعة الأمامية لحصادة البطاطس ومحتوى رطوبة التربة على شدة الارتطام والأضرار التي لحقت بالدرنات.

ففي ظروف التربة الرطبة زاد تدفق التربة في الألة الناتجة من السرعة الأمامية العالية، وانخفاض شدة التأثير ومدى الضرر، أما الحصاد في التربة الجافة زاد من شدة التأثير وتلف الدرنات، مما يستدعي القيام بالري للتربة الجافة قبل الحصاد لزيادة محتوى رطوبة التربة وتقليل تلف الدرنات (Martelli وآخرون؛ 2006)، ووجد أن تأثير السرعة الأمامية لآلة قلع البطاطس على تلف الدرنات عند سعتين من ذبذبة اهتزاز وحدة الغربلة للآلة 17 و 25 ملم وعمق تقليع 22 سم، وسرعات أمامية (1.5 -1.7- 2) كم.ساعة$^{-1}$ زادت نسبة القلع من 96-99% ولم يكن لسرعات تأثير معنوي على نسبة تلف الدرنات عند مستوى معنوية 0.01 ولكن هناك انخفاض في المعنوية لنسبة التلف عند زيادة معامل الذبذبة من 17-25 ملم، وبلغت أقل قيمة لمعامل التلف 0.04 عند السرعة الأمامية 2 كم.ساعة$^{-1}$ وسعة ذبذبة 25 مم (الحامد؛ 2006).

كما أن لنوع الآلة تأثير على نسبة الفاقد من الدرنات فعند استعمال ثلاثة أنواع من آلات قلع البطاطس ( آلة القلع بهزاز – آلة القلع بحصيرة – محراث حفار للقلع التقليدي) وعند اربع سرعات أمامية مختلفة ( 1.3-1.8- 2.5 – 3 ) كم.ساعة$^{-1}$ وأعماق مختلفة ( 22- 27 – 32 ) سم ونسب رطوبة للتربة ( 9-11-13-16) % كانت أفضل كفاءة للقلع وأقل فقد وتلف في الدرنات لآلة قلع البطاطس الهزازة تليها آلة قلع البطاطس ذات الحصيرة عند سرعة تشغيل أمامية 2.5 كم.ساعة$^{-1}$ وعمق قلع 32 سم ونسبة رطوبة للتربة 13% (Morad وآخرون؛ 2015)، وتؤثر السرعة الامامية أثناء الحصاد على استهلاك الوقود وكفاءة الحفر والخسارة النوعية والفقد الكمي حيث استخدمت ثلاثة سرعات أمامية (2.47 – 4.06 – 5.21) كم.ساعة$^{-1}$ وكانت السرعة 2.47 كم.ساعة$^{-1}$ تفوقت على بقية السرعات وذلك عند رطوبة تربة بين 12-14% (Ghali؛ 2019)، وتؤثر السرعة الأمامية أيضاً على إجمالي الدرنات التالفة فعند زيادة السرعة الأمامية من 1.5 إلى 2.5 كم.ساعة$^{-1}$ زادت نسبة الدرنات التالفة من 2.88% إلى 4.63% ومع ذلك لم تؤثر السرعة الامامية على مؤشر الضرر حيث كان ضمن الحدود المقبولة، وذلك بآلة قلع بطاطس ذات سلسلة بسعة خطي زراعة في تربة رملية طمية، وبذلك كانت السرعة الأمامية للآلة 2.5 كم.ساعة$^{-1}$ وعمق حفر 22 سم وسعة سلسلة الغربلة 25 ملم التي حققت أكبر نسبة رفع للدرنات وأقل نسبة لتلف درنات البطاطس (Arafa؛ 2019)، معظم الأبحاث حول آلات حصاد البطاطس تتركز حول التصميم الهيكلي والتجارب الميدانية التي تكون مرتبطة بمواسم الحصاد الأمر الذي يأخذ وقت طويل، ويكمن الحل البديل في إنشاء نماذج محاكاه لحصاد وفصل التربة عن البطاطس، حيث تم اقتراح نموذج محكاه جديد حول اختلافات القوة الداخلية داخل البطاطس أثناء الاصطدامات مع اجزاء الآلة، لصنفين من البطاطس، Dutch15 وGansu. وذلك لتحسين هياكل الآلات ذات الصلة وتقليل احتمالية حدوث ضرر (Liang وآخرون؛ 2023).

كما تزرع البطاطس على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، ومازال حجم الزراعة آخذ في الازدياد، مما يجعل صناعة البطاطس تتطور بسرعة، ويتزايد الطلب على ميكنة إنتاج البطاطس تدريجيا من ناحية، حيث يقلل الحصاد الميكانيكي للبطاطس من كثافة اليد العاملة للمزارعين ويحسن الفوائد الاقتصادية، ومن ناحية أخرى له تأثير على جودة البطاطس، ومن أجل تقليل معدل تلف البطاطس تم دراسة المحاكاة الذكية لتحسين تصميم آلات قلع البطاطس في الترب الثقيلة واللزجة، تم قياس أداء الآلة وتحليل العوامل التي تؤثر بشكل رئيسي على تأثير نقل وفصل التربة عن البطاطس، كالسرعة الأمامية للآلة وسرعة سلسلة الفصل ( Li and Fang؛ 2023)، وفي إطار محاكاة فصل البطاطس عن التربة بآلة الاهتزاز الدوار، أظهرت النتائج أن كفاءة فصل البطاطس عن التربة ومعدل تلف البطاطس لجهاز آلة الفصل الدوار هي 97.8٪ و 1.16٪ على التوالي، وكانت نتائج التجربة الحقلية متوافقة بشكل كبير مع نتائج المحاكاة، مما يثبت صحة نموذج المحاكاة الذي يمكن أن يوفر مرجعاً نظرياً لمحاكاة عملية فصل البطاطس والتربة بجهاز الاهتزاز الدوار المبتكر حديثاً (Shuqi وآخرون؛ 2024)، ويؤثر عمق زراعة الدرنات على انتاجية النبات حيث كان وجود فروقات معنوية بين الأعماق الثلاثة (7- 10- 15) سم، وبتفوق عمق الزراعة 10 سم معنوياً عند مستوى 0.05 %.

وذلك لمتوسط وزن الدرنات للنبات الواحد وعدد الدرنات لكل نبات والإنتاجية، بينما لم تكن فروقات معنوية بين الأعماق المدروسة من ناحية متوسط قطر الدرنات ( جبيل ووليد؛ 2021)، ومع إمكانية

استعمال آلة قلع البطاطس في قلع محصول البصل الجاف نجد في دراسة (جبيل ووليد؛ 2022) أن نسبة ميكنة تهيئة التربة (الحراثة الأولية والثانوية) إلى 100% وتفاوتت درجة ميكنة العمليات الأخرى ( البذار – التسميد – مقاومة الآفات وغيرها من العمليات الزراعية) من متوسطة إلى منخفضة وأما بالنسبة لعمليات القلع فكانت يدوية 100% الامر الذي يستدعي ادخال الميكنة في عمليات القلع للبطاطس لتلبية الطلب على هذا المنتج محليا وغيره من المحاصيل الجذرية فالعمليات الزراعية مرتبطة بأوقات محددة تستدعي سرعة الانجاز الذي لا يتحقق إلا بإدخال الميكنة لهذه العمليات وزيادة المساحات المزروعة وتقليل تكاليف الانتاج لتحقيق اكبر عائد.

تكمن أهمية هذه الدراسة من أهمية منتج البطاطس في حد ذاته حيث أنه يمثل المنتج الرابع عالمياً من حيث الأهمية الزراعية والاقتصادية، وليبيا من الدول المنتجة للبطاطس ويعد محصول أساسي في التركيبة المحصولية لمنتجي الخضروات وخاصة صغار المنتجين الزراعيين، وعملية قلع البطاطس ميكانيكياً من أهم العمليات الإنتاجية الزراعية للحصول على درنات سليمة قابلة للتسويق وتقليل الضرر الناتج عن عملية القلع بشكل عام، وتحديد الأداء الأمثل للسرعة الأمامية للآلة عند قلع الدرنات لتقليل الفاقد للحد الأدنى منه. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير السرعة الأمامية لآلة قلع البطاطس تحت الظروف المحلية علي سلامة درنات البطاطس والتي يمكن استخدامها لتحقيق أقل نسبة ضرر للدرنات وأعلى نسبة من الدرنات السليمة.

**المواد وطرائق البحث**

أجريت الدراسة في منطقة سيدى السائح وهي أحد ضواحي مدينة طرابلس، تبعد عن وسط مدينة طرابلس 47 كيلومتر، ذات تربة رملية، وتشتهر بزراعة الخضروات بشكل عام والبطاطس بشكل خاص، تم زراعة تقاوي البطاطس صنف سبونتا (SPUNTA) حجم الدرنات من 55 – 65 ملم، زرعت في صف بطول 90 متر، على مساحة التجربة 90 م$^2$ بمعدل 3500 كجم. للهكتار$^{-1}$، 30 سم بين النباتات في الصف الواحد، وكان متوسط المحتوي الرطوبي للتربة قبل عملية القلع 15% باستخدام ألة قلع البطاطس الاهتزازية من نوع URSA Z655 بعرض قطع 560 ملم وزن الآلة 245 كجم، بصف واحد للقلع واقصي عمق 27 سم، حيث تمت عملية الضبط بإنزال مقدمة اسلحة التقليع للآلة من قمه الخط 23 سم مع ضبط افقية الآلة في كل مره.

صممت التجربة تحت نظام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) ووزعت المعاملات داخل القطاعات لمعرفة دلالة المتغيرات المدروسة معنويا عند مستوى معنوية 5٪ وذلك بثلاثة مكررات، المكرر الاول السرعة الاولي 1.34 كم. ساعة$^{-1}$ عند العمق 23 سم وبطول 10م ويتم القلع على نفس العمق بطول 10م بالسرعة الثانية 2.1 كم. ساعة$^{-1}$ ويتم القلع ايضا على نفس العمق وبطول 10م للسرعة الثالثة 2.8 كم. ساعة$^{-1}$ وهكذا لبقية المكررات الثاني والثالث، وذلك بطول 90 متر يتخللها الفواصل.

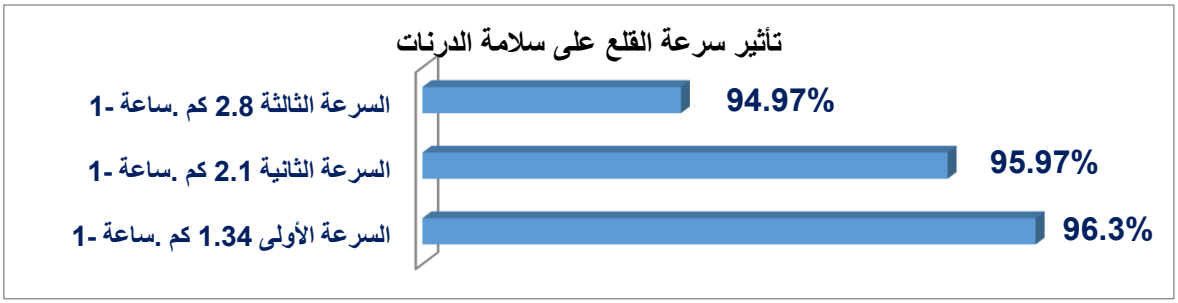
**النتائج والمناقشة**

يبين الجدول (1) تأثير السرعة الامامية لآلة قلع البطاطس على سلامة وجودة الدرنات حيث استخدمت ثلاث سرعات امامية للآلة (1.34-2.1- 2.8) كم. ساعة$^{-1}$ وعند عمق قلع 23 سم لجميع السرعات، وعند محتوى رطوبي للتربة 15%، وكانت النتائج للنسبة المئوية للدرنات السليمة (96.3- 95.97- 94.97) % على التوالي.

**جدول (1):** السرعات الأمامية لآلة قلع البطاطس والنسب المئوية للدرنات السليمة.

| السرعة الأمامية للقلع (كم. ساعة$^{-1}$) | الدرنات السليمة% |
|---|---|
| 1.34 | 96.3 |
| 2.1 | 95.97 |
| 2.8 | 94.97 |

يبين الشكل (1) السرعات الأمامية الثلاث المستخدمة في التجربة وأن أقل قيمة للدرنات السليمة كانت 94.97٪ عند السرعة الأمامية 2.8 كم. ساعة$^{-1}$ لآلة التقليع وأعلى قيمة لنسبة الدرنات السليمة كانت 96.3٪ وذلك عن السرعة الأمامية 1.34 كم. ساعة$^{-1}$.




**شكل (1):** تأثير سرعة القلع على سلامة الدرنات.

وبذلك تكون نسبة الدرنات السليمة تزداد تدريجياً مع انخفاض السرعة الأمامية لألة قلع البطاطس المستخدمة، كما أن للسرعة الأمامية تأثير معنوي على نسبة الدرنات السليمة عند مستوى معنوية 0.05، ويفسر ذلك بأن زيادة السرعة الأمامية تزيد من سرعة نقل الحركة وسرعة الدرنات المرفوعة وبالتالي زيادة التصادم بين الدرنات نفسها وبين مكونات الآلة مما ينتج عنه كدمات تجعل الدرنات غير قابلة للتسويق وزيادة نسبة تلفها بعد التخزين وبالتالي زيادة الفاقد عند وبعد الحصاد (القلع)، والذي يجب أن يكون أقل ما يمكن وذلك بتقليل السرعة الامامية لتقدم الآلة، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Arafa؛ 2019) الذي ذكر أن السرعة الأمامية لها تأثير كبير على إجمالي الدرنات التالفة فعند زيادة السرعة الأمامية من 1.5 إلى 2.5 كم.ساعة$^{-1}$ زادت نسبة الدرنات التالفة من 2.88% إلى 4.63%، وكذلك ما توصل إليه (Ghali؛ 2019) الذي استخدم ثلاثة سرعات أمامية (2.47 – 4.06 – 5.21) كم.ساعة$^{-1}$ وتوصل إلى أن السرعة الأقل 2.47 كم.ساعة$^{-1}$ تفوقت على بقية السرعات في جميع ظروف الدراسة، ويتوافق مع ما ذكره (Martelli وآخرون؛ 2006) حول وجود تلف في الدرنات عند الحصاد الميكانيكي على وجه الخصوص بسبب التأثر بالمكونات الميكانيكية للآلة، وأن هذه الأضرار الميكانيكية أثناء القلع مشكلة كبيرة حيث أنها تعرض المحصول إلى الإصابات بالإمراض وزيادة فقد الماء وزيادة معدل التنفس وإنتاج الاثيلين مما يؤدى إلى سرعة تدهور المحصول، وبصفة عامة فان الحصاد (القلع) الميكانيكي يؤدى إلى أضرار أكثر من الحصاد (القلع) اليدوي إلا أن بعض المحاصيل الجذرية قد تتعرض إلى أضرار ميكانيكية شديدة نتيجة الإهمال في الحصاد اليدوي حسب ما ذكر (Kitinoja and Adel؛ 2002).

**الاستنتاج**

نستنتج من هذا الدراسة أن نسبة الدرنات السليمة كانت (96.3- 95.97- 94.97) % لسرعات (1.34- 2.1- 2.8) كم. ساعة$^{-1}$ على التوالي، في تربة رملية وعند محتوى رطوبي للتربة 15%، حيث تزداد نسبة الدرنات السليمة بتناقص السرعة الأمامية للآلة، وكانت السرعة الأولى 1.34 كم. ساعة$^{-1}$ هي التي أعطت أفضل النتائج.

**التوصيات**

- البطاطس محصول زراعي اقتصادي يجب الاهتمام بتطوير كافة العمليات الزراعية والتي من بينها طرق الزراعة والقلع (الحصاد).
- الاستخدام الأمثل للآلات الزراعية أمر مهم في عدم تبذير الوقت وتسهم في تحسين الإنتاج وزيادته ويتطلب ذلك توفير تمويل لاستخدام الميكنة.
- نوصي باستخدام السرعة 1.34 كم. ساعة$^{-1}$ والتي تعطي أقل تلف للدرنات.
- المزيد من التدريب والتأهل للعاملين في مجال ميكنة العمليات الإنتاجية الزراعية.
- نوصي باستمرار البحث والتطوير لآلات قلع البطاطس لتناسب الظروف المحلية.

## المراجع


الكتاب السنوي للإحصائيات الزراعية العربية. 2022. المجلد 42، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية.

الحامد، سعد بن عبد الرحمن. 2006. تأثير السرعة الأمامية لآلة حصاد البطاطس على تلف الدرنات، مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية، جامعة عين شمس، القاهرة، (14) 2: 533-550.

جبيل، على فرج، ووليد بلقاسم حوالي.2022. درجة استخدام الميكنة لإنتاج محصول البصل الجاف في المناطق الزراعية حول مدينة طرابلس، مجلة جامعة الجفارة للعلوم الإنسانية والتطبيقية، (2): 102-111.

جبيل، على فرج، ووليد بلقاسم حوالي.2021. تأثير عمق الزراعة على انتاجيه البطاطس في منطقه تاجوراء- ليبيا، مجلة جامعة غريان، (22): 132- 139.

ARAFA, G. K. 2019. *Some Factors Affecting the Damage of Potato Tubers During Harvest*. Misr Journal of Agricultural Engineering, v 36 (3): 753–772.

Kitinoja, Lisa.,. Adel. A. Kader.2002. Small-Scale Postharvest Handling Practices:A Manual for Horticultural Crops (4th Edition). University of California, Davis. Postharvest Technology Research and Information Center.

Opara, L.U. ONIONS: Post-Harvest Operation. FAO.pp7.

Li Hongchang, and, Fang Gao .2023. *Improvement design of separation and conveying machinery and equipment of potato excavator in heavy soil*, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, v(130).

Liang Zhenwei, Yin Huang, Depeng Li,and, Million Eyasu Wada. 2023. *Parameter determination of a viscoelastic–plastic contact model for potatoes during transient collisions*, Biosystems Engineering, v(9234): 156-171.

Shuqi Shang, Xiaoning He, Dongwei Wang, Weijiang Zhu, Yuliang Shi, Zilong Han, Xinting Zhai, Pengxiang Hu, Xiaotong Liu,and, Mingdong Chen .2024. *Study on rotor vibration potato-soil separation device for potato harvester using DEM-MBD coupling simulation*, Computers and Electronics in Agriculture, v(218).

Martelli R, C. Caprara ,and, M. Bentini .2006.*Harvesting Damage to Potato Tubers by Analysis of Impacts recorded with an Instrumented Sphere*, Biosystems Engineering, v(94):1, 75-85.

Morad, M.M, M.M.A. Ali, Hanan M. El-Shal, and, S.L.A. El- Gendy. 2015.Compartive *Study Between Some Different Potato Harvesting Machine in Small Holdings,* Misr J. Ag. Eng, (32)2: 479 – 502.

Ghali, A. A. 2019. *Effecting digger machine (John Deere type), soil moisture content and tractor speeds on some qualitative characteristics of potato*, Euphrates Journal of Agriculture Science, v (11) 2: 22–31.

1. 4:6, 1286-1296, DOI: 10.1080/10942911003650296