

تصميم وتصنيع آلة لتقشير الأرز الهوائي واختبارها

محمد غانم*

جلال عبود**

محمود اسعد***

(تاريخ الإيداع 11 / 12 / 2018 . قبل للنشر 8 / 4 / 2019)

ملخص

جرى في هذه الدراسة تصميم آلة لتقشير الأرز الهوائي وتصنيعها، وتم اختبار أداء الآلة في عملية التقشير على صنفين من الأرز الهوائي المنتج في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - مركز بحوث طرطوس، وهما Nerica11، و Luxor، ولتقييم الأداء تم دراسة مؤشرات تأثير سرعة دوران الأسطوانات، والخلوص بين الأسطوانات، ورطوبة الحبوب، ومعدل التدفق في أداء الآلة، وبينت النتائج الآتي:

بلغت أعظم القيم لمعدلات التقشير (HR) 95.2% للسنف Nerica11 عند سرعة دوران للمحرك 3250rpm و 96.1% عند سرعة 3070rpm للسنف Luxor، وانخفضت قيم كل من نسبة التقشير ومعدلات الكسر بزيادة قيم الخلوص بين الأسطوانتين المطاطيتين، حيث بلغت أفضل قيم لنسبة التقشير عند الخلوصات المنخفضة (0.2-0.3)mm، كما انخفضت معدلات التقشير بزيادة قيم الرطوبة لحبوب الأرز انخفاضاً كبيراً جداً، بحيث بلغت نسب التقشير 69% عند رطوبة 15% لسنف Luxor، مترافقة مع زيادة كبيرة في معدلات الكسر؛ إذ بلغت 13.45%، وكانت أعظم قيمة لمعدلات التقشير لسنف Nerica11 عند معدلات تدفق 2.5kg/min، حيث بلغت 95.2%، و 92.3% عند معدل تدفق 3.5 kg/min للسنف Luxor، ارتفعت نسبة الكسر بعد زيادة قيم معدلات التدفق عن 2.5 kg/min، في حين لم يلاحظ أي تغيير يذكر قبل هذه القيمة.

الكلمات المفتاحية: الأرز الهوائي - تقشير الأرز - نسبة تقشير الأرز - أسطوانات مطاطية - قوى الاحتكاك.

*استاذ - قسم هندسة المكننة الزراعية- كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - طرطوس - سورية.

** باحث - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - مركز بحوث طرطوس - طرطوس - سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) -قسم هندسة المكننة الزراعية- كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس- طرطوس- سورية.

Design and produce a machine for rice husking and its test

*Mohammad Ghanem

**Jalal Aboud

***Mahmoud IsmaelAsa'ad

(Received 11 /12 / 2018 . Accepted 8 / 4 / 2019)

Abstract

in this study, an new rice de-husking machinery has been designed and manufactured, then the machinery performance was tested for two types of rice that are produced by the general commission of scientific agricultural research – Tartus center, which are Luxor and Nerica11, several parameters were studied for evaluation: rollers rotary speed, gap between the rollers, Paddy moisture and the feeding rate .The results showed following: The highest husking ratio (HR) was 95.2% appeared on 3250rpm for Nerica11 and 96.1% for Luxor on 3070rpm.HR and broken brown rice (BBR) decreased with increasing the gaps were the highest HR was on (0.2-0.3)% for gaps. HR strongly decreased with increasing the moisture to 69% in moisture 15% for Luxor in parallel with increasing in BBR to 13.45%. the highest numbers of HR were 95.2% for Nerica11 on feed rate 2.5 kg/min, where was neglected before this point.

Key words: rice– rice husking – husking ratio – rubber rollers – friction forces

*Professor, Department of agricultural mechanization Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartus University, Tartus – Syria.

**Researcher – The general commission of scientific agricultural research – Tartus center - Tartus - Syria.

***Postgraduate Student(PhD), Department of agricultural mechanization Engineering, Faculty of Technical Engineering, Tartus University, Tartus – Syria.

مقدمة:

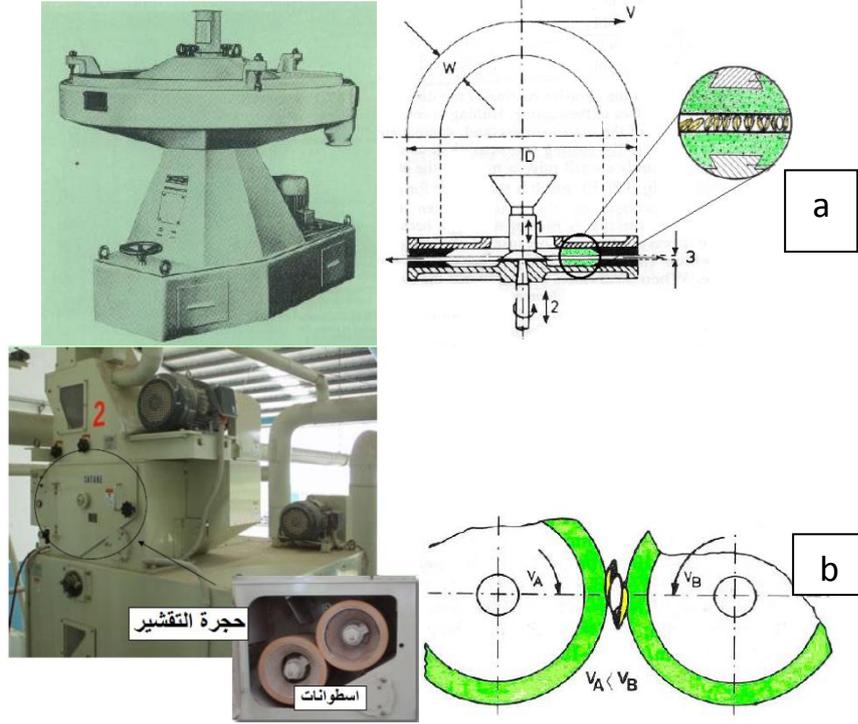
يُعدُّ الأرز المحصول الرائد عالمياً من ناحية الحبوب المجنية، ويقع ثانياً بعد القمح من حيث الاستهلاك السنوي، ويتم في قارة آسيا إنتاج 95% من الإنتاج العالمي للأرز، ويُعدُّ المحصول الأهم في بعض البلدان كإيران؛ إذ يبلغ إنتاج الأرز 3 مليون طن في مساحة مزروعة تبلغ 615000 هكتار [1] و[2].

وفي سورية تُعدُّ زراعة الأرز حديثة جداً بعد أن تم إجراء مجموعة من التجارب البحثية على عدة أصناف من الأرز الهوائي في مراكز البحوث الزراعية في طرطوس ومنطقة الغاب، ونظراً لعدم توفر الآلات الخاصة بالعمليات التكنولوجية اللاحقة، ومع توفر آلات الدراسات الخاصة بفصل الحبوب عن السنابل، إلا أن عدم توفر آلة لتقشير الحبوب الناتجة عن عملية الدراسات يُعدُّ مشكلة حقيقية، وذلك لأن في عملية إنتاج الأرز يجب أن يتم تقشير الحبوب ليصبح منتجاً تجارياً.

تشمل عملية تقشير الأرز مجموعة من العمليات المنفصلة منها: التقشير، والتبييض، والتلميع؛ وكفاءة أداء كل من هذه العمليات تؤثر في جودة المنتج، وبالتالي في القيمة التسويقية للمنتج النهائي، ولتحقيق جودة الأداء المناسبة لهذه العمليات يجب أن نقلل من التأثير الميكانيكي للأجزاء الفعالة للآلات التي تنفذ هذه العمليات للحصول على المنتج النهائي، وأن نقلل أيضاً من تأثير هذه الآلات في أثناء تنفيذ هذه العمليات، وعليه تم إجراء العديد من الأبحاث لزيادة كفاءة أداء الآلات؛ من خلال تقليل الضرر الحاصل على الحبوب وزيادة عمر الأجزاء الفعالة.

يستخدم في عملية تقشير الأرز نمطان مختلفان هما: النمط المتدفق (underrun) (الشكل 1-a)، ونمط الأسطوانتين المطاطية (rubberroll) (الشكل 1-b) [3]. حيث تتحرك الحبوب ذات القشور في نمط التقشير المتدفق بشكل قطري على صفيحتين دائريتين (رحى) علوية وسفلية، تدوران حول محور عمودي من الداخل إلى الخارج، بحيث يوجد خلوص بين الصفيحتين يتناسب مع حجم الأرز وصنفة. في حين يتم في النمط الثاني تدفق الحبوب بشكل عمودي بين أسطوانتين مطاطيتين تتوضعان فوق بعضهما بزاوية معينة، ويدور كل منهما باتجاه الداخل بسرعات دورانية مختلفة، بحيث تدور إحدهما بسرعة أكبر من الأخرى (تقريباً بنسبة 1:1.35)، وكلا النمطين يعتمدان على مبدأ الاحتكاك بين حبوب الأرز والأجزاء الفعالة للآلات.

تدعى حبوب الأرز الناتجة عن عملية التقشير بالأرز البني brown rice، وذلك لوجود طبقة أخرى من القشر، وهي رقيقة جداً وبلون ذهبي بني، وتحتاج لعملية التبييض والتلميع حتى تكتسب لونها الأبيض الناصع لتصبح صالحة للتسويق.



الشكل (1): أنماط التقشير: a: النمط المتدفق، b: نمط الأسطوانات المطاطية.

أجري العديد من الأبحاث لتحسين كفاءة التقشير، وخاصة العلاقة بين الأسطوانات المطاطية وحبوب الأرز، والعمل على أتمتة هذه الآلية، وتحسين خصائص الاهتراء للأجزاء العاملة، وتحسين الإنتاجية وغيرها [4]، كان من الصعب جداً دراسة تأثير معدلات التدفق بدقة، وذلك كون الكمية المتدفقة يمكن لها أن تسلك سلوك المادة الصلبة أو المائعة تحت الظروف المختلفة، ومع ذلك تم البحث في هذه الآلية وفي آلية الاحتكاك بين الحبوب وسطح التقشير، وبينت الدراسات أن التدفق والاحتكاك يتعلقان بكثير من العوامل منها: شكل الحبوب، حجمها [5]، السرعة [6]، الكتلة [7]، والاحتكاك الصلب [8]، فعندما تمر الكمية المتدفقة بين الأسطوانات يشكل السيل المتدفق طبقة واحدة فقط، ويؤمن ذلك احتكاك الحبوب بالأسطح الفعالة مع دورانها في أثناء التدفق، وهذا يحقق عملية التقشير [9].

أهمية البحث، وأهدافه:

انطلاقاً من حاجة الجمهورية العربية السورية للأرز بقدر كبير، وتشجيعاً للإنتاج المحلي، سعت الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية إلى إدخال زراعة الأرز إلى سوريا، وبدأت بالفعل بزراعة الأرز وإنتاجه في السنوات الأخيرة في منطقتي طرطوس وسهل الغاب. وقد كان غياب الآلات والتجهيزات المناسبة لإنتاج الأرز بشكله النهائي الدافع لتصميم آلات مختلفة لتنفيذ العملية التكنولوجية المطلوبة، ومنها عملية التقشير.

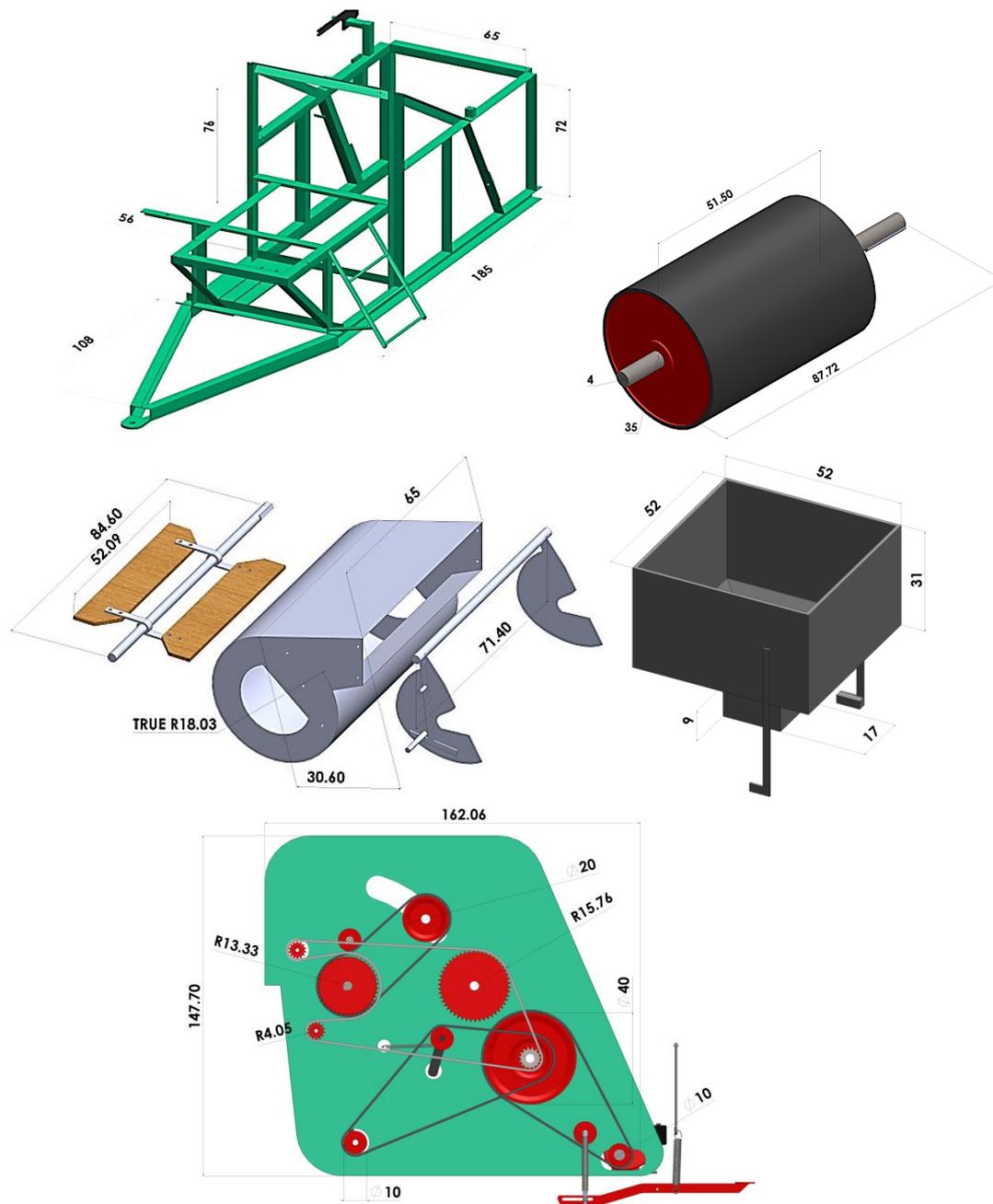
هدف البحث إلى تصميم آلة لتقشير الأرز وتصنيعها، واختبار أدائها بالنسبة إلى نسبة التقشير من خلال:

- 1-دراسة تأثير سرعة دوران الأسطوانات في أداء الآلة.
- 2-دراسة تأثير الخلوص بين الأسطوانات في أداء الآلة.
- 3-دراسة تأثير رطوبة الحبوب في أداء الآلة.
- 4-دراسة تأثير معدل التدفق في أداء الآلة.

طرائق البحث، ومواده:

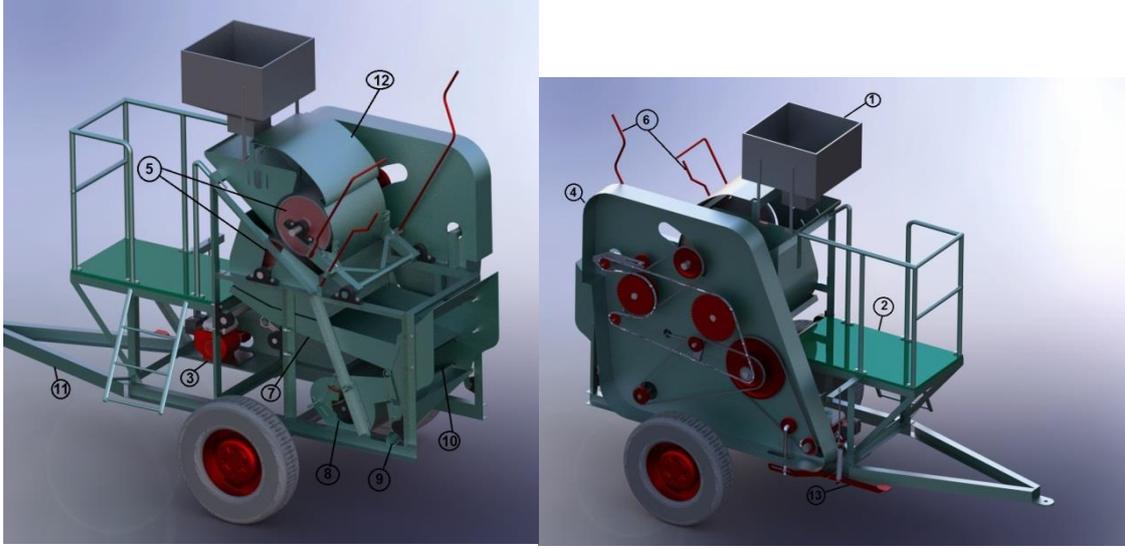
1-تصميم آلة تقشير الأرز:

تم تصميم الآلة باستخدام (برنامج التصميم الحاسوبي) Solidworks آخذين بالاعتبار مرور تدفق الحبوب بسلاسة عبر أجزاء الآلة حتى خروجها منها، وذلك بناءً على نتائج الدراسات السابقة في تقشير الأرز، وقد أمّن التصميم إمكانية قابلية الأجزاء الفعالة للمعايرة، ويوضح الشكل(2) الأبعاد التصميمية الرئيسة في آلة تقشير الأرز.



الشكل(2): الأبعاد التصميمية لآلة تقشير الأرز (الأبعاد مأخوذة بالـ mm).

ويوضح الشكل (3) الآلة المصممة من وجهتين.



الشكل (3) أجزاء آلة تقشير الأرز: 1- خزان التغذية بالحبوب، 2- منصة معدنية، 3- محرك بنزين، 4- مجموعة التحريك، 5- أسطوانات مطاوية، 6- ذراع معايرة، 7- هزاز، 8- حجرة التذرية، 9- فتحة خروج الأرز، 10- فتحة خروج القشور، 11- الهيكل، 12- وافي الأسطوانات، 13- قابض فصل الحركة ووصلها.

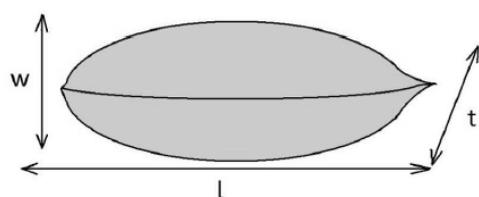
يتم ملء خزان تغذية بالحبوب (1) من قبل العامل الزراعي الواقف على المنصة المعدنية (2)، يقوم محرك احتراق داخلي يعمل على البنزين باستطاعة 7 حصان (3) بنقل عزم الدوران إلى مجموعة من البكرات والمسننات (4) التي تقوم بدورها بتحريك الأجزاء الفعالة في الآلة، بعد معايرة فتحة حجرة التغذية على معدل التدفق المطلوب للحبوب، تتساقط حبوب الأرز عبر مجرى معدني إلى خلوص بين أسطوانتين مطاويتين (5) والذي تمت معايرته مسبقاً بما يتناسب مع حجم حبوب الأرز بواسطة ذراع المعايرة (6)، تدور الأسطوانتان باتجاهين متعاكسين نحو الداخل وبسرعتي دوران مختلفتين بنسبة (3:2)؛ فيتم تقشير حبوب الأرز بواسطة الاحتكاك بين الأسطوانات لتتساقط الحبوب المقشورة مع القشور إلى هزاز (7) والذي ينقل الحبوب والقشور إلى حجرة التذرية (8)؛ ليتم فصل الحبوب عن القشور بواسطة مروحة خشبية، فتسقط بعد ذلك الحبوب المقشورة نتيجة لكبر وزنها النوعي مقارنة بالقشور الخفيفة إلى فتحة خاصة لخروج الأرز المقشور (9). ويبلغ وزن الآلة 389.56 kg، وسرعة دوران عظمى للمحرك 4000 rpm، والحجم الذي تشغله الآلة $0.31m^3$ ، ومساحة مشغولة تبلغ $6m^2$.

2-مكان الاختبار وزمنه:

أجريت الاختبارات الحقلية في مركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس-محطة زاهد الخاصة بأبحاث المياه والري المتمثلة بالإحداثيات ($34^{\circ}41'39.9''N, 35^{\circ}59'16.6''E$)، وقد جرت في المدة الزمنية في شهري تشرين الأول و تشرين الثاني لعام 2018.

3-الأصناف المستخدمة في البحث:

تم إجراء العديد من الدراسات لتحديد الخصائص الفيزيائية لحبوب الأرز [10]، [11]، [12]. وبشكل عام فإن حبة الأرز الواحدة لديها ثلاثة أبعاد رئيسية (الشكل 4)، الطول (L)، والعرض (t)، والسماكة (w).



الشكل(4): أبعاد حبة الأرز

وقد استُخدم نوعان من الأرز في هذه الدراسة: Luxor، و Nerica11 منتجاً في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية -مركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس ضمن محطة زاهد لأبحاث الري في العام 2018. حيث يوضح الجدول (1) أبعاد الحبوب المدروسة.

الجدول(1): أبعاد حبوب الأرز المدروسة بـ[mm].

الوزن	السمائة	العرض	الطول	الصف
0.0247	2.07	2.94	7.83	Luxor
0.0388	2.21	3.23	9.14	Nerica11

4- حساب المؤشرات:

أ- نسبة التقشير (Husked Ratio):

تعبر نسبة التقشير عن كمية الحبوب التي تم تقشيرها وتعطى بالعلاقة (1) ، [13]:

$$HR=1-\frac{W_f}{W_i} \quad (1)$$

حيث: HR: نسبة التقشير %، W_f : وزن الحبوب غير المقشورة (g)، W_i : وزن الحبوب الكلية قبل التقشير (g).

ب- نسبة الحبوب المكسورة والمقشرة (Broken Milled Rice):

وهي عامل مهم في تحديد جودة التقشير كونها تعكس كمية الحبوب المتكسرة جراء عملية التقشير، وذلك لأن المنتج النهائي العالي الجودة يرتبط بمحافظة الحبوب على 75% على الأقل من الطول الإجمالي، ويعطى بالعلاقة (2)، [14]:

$$BMR=\frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

حيث:

BMR : نسبة الحبوب غير المقشورة والمكسورة .

W_1 : وزن الحبوب قبل التقشير (g).

W_2 : وزن الحبوب المكسورة و المقشورة (g) (التي فقدت 25% من حجمها).

ت- رطوبة الحبوب:

تُعد رطوبة الحبوب من العوامل المؤثرة في عملية التقشير كونها مرتبطة بقساوة الحبوب ومقاومتها للتحطم ومعامل الاحتكاك، وقد دُرِس تأثير نسب مختلفة من الرطوبة في عملية التقشير (9-11-12-13-14-15%)، حيث جُفِّت الحبوب على درجة 35-40 مئوية حتى بلوغ الرطوبة المطلوبة [15]، و[16].

ث- سرعة دوران الأسطوانات:

تؤثر سرعة دوران الأسطوانات في معدل التقشير، كونها تؤثر في زمن الاحتكاك بين الحبوب و سطح التقشير للأسطوانة المطاطية، والسرعات المختبرة للمحرك (1540-2100-2500-3070-3250-3670) rpm، حيث تنتقل هذه السرعات إلى الأسطوانات عبر مجموعة من البكرات والسيور، وتحسب السرعات من العلاقة (3)، [3].

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3)$$

حيث:

N_1, D_1 : سرعة دوران وقطر البكرة القائدة، على التوالي.

N_2, D_2 : سرعة دوران وقطر البكرة المقادة، على التوالي.

وتم الاختبار على السرعات: (77/115-105/157-153/230-162/244-183/275-199/298) rpm.

ج-الخلوص بين الأسطوانتين

تتراوح الخلوصات المدروسة (0.2-0.3-0.5-0.7-1.1-1.5-2.0 mm). وتم تصنيع الأسطوانات المطاطية من المطاط التجاري المتوفر في الأسواق السورية ذي الرمز GRPTL T-4 برقم قساوة Shore تعادل 89A، ومعامل احتكاك 0.5، ومعامل احتكاك 0.5، وتم قياس خصائصها بطريقة الاختبار الرقمي للقساوة HT-6510A [17].

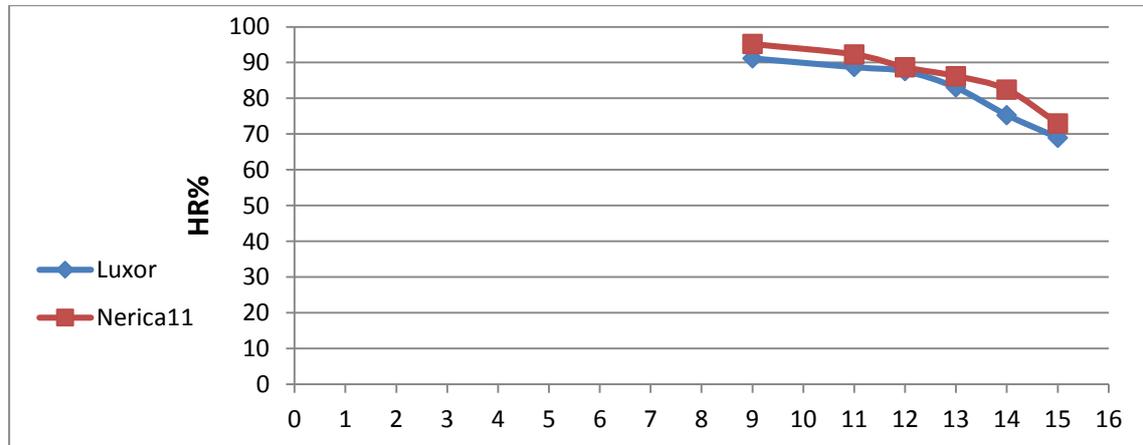
ح-معدل التغذية (التدفق) FEEDING RATE:

دُرست عدة معدلات للتغذية (0.5-1-1.3-1.6-1.8-2-2.5 kg/min).

النتائج والمناقشة:

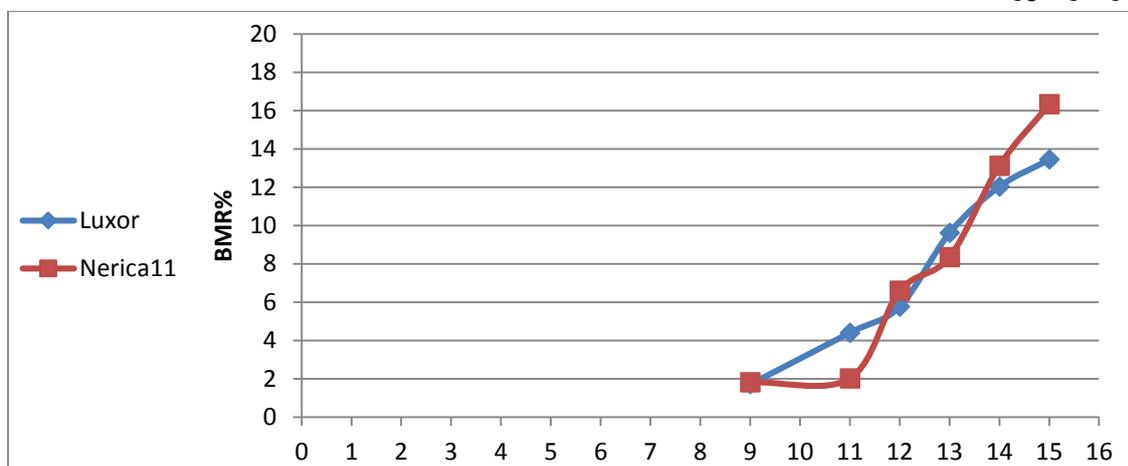
1- تأثير رطوبة الحبوب في أداء الآلة:

يبين الشكل (5) العلاقة بين رطوبة الحبوب ونسبة التقشير، إذ لم يتغير معدل التقشير تغيراً كبيراً عند الرطوبة 9 و 10% للحبوب، حيث بلغت القيم العظمى 95.2% و 91.2% لكل من Nerica11 و Luxor، على التوالي، لكنها انخفضت بنسبة 25% عند بلوغ الرطوبة 15%، ويعزى هذا الانخفاض إلى زيادة قوة التصاق قشرة الأرز بحبة الأرز بزيادة قيم الرطوبة [18].



الشكل(5): تأثير رطوبة الحبوب في نسبة التقشير.

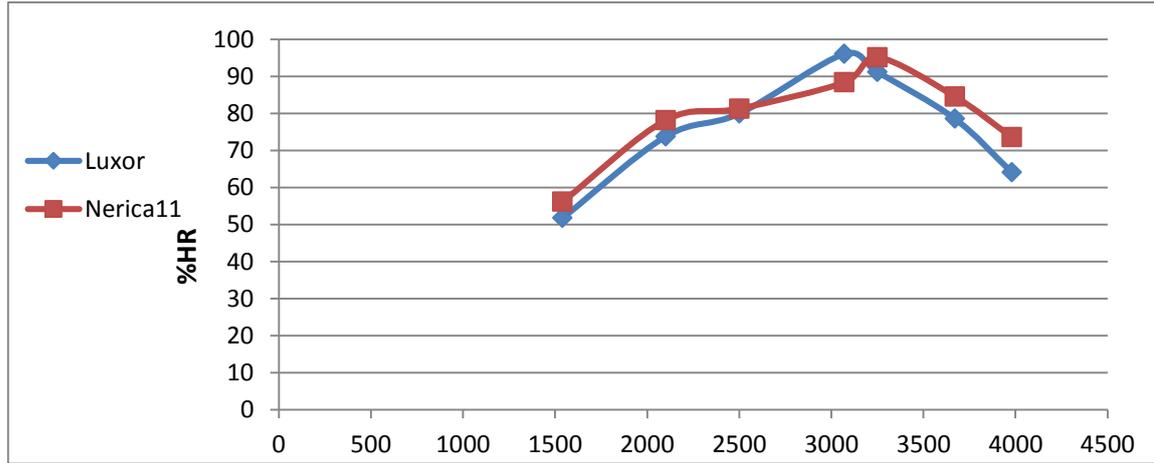
ويبين الشكل (6) العلاقة بين رطوبة الحبوب ومعدل التكسير، حيث يلاحظ التأثير الكبير للرطوبة في معدلات الكسر، إذ تصل نسبة الكسر إلى 13.45% و 16.33% لكل من Luxor و Nerica11، على التوالي. وتعزى هذه الزيادة إلى انخفاض مقاومة الحبوب للتحطم جراء الضغط المطبق بزيادة رطوبتها، وذلك لوجود علاقة طردية بين الرطوبة والطرارة [19].



الشكل(6): تأثير رطوبة الحبوب في نسبة الكسر.

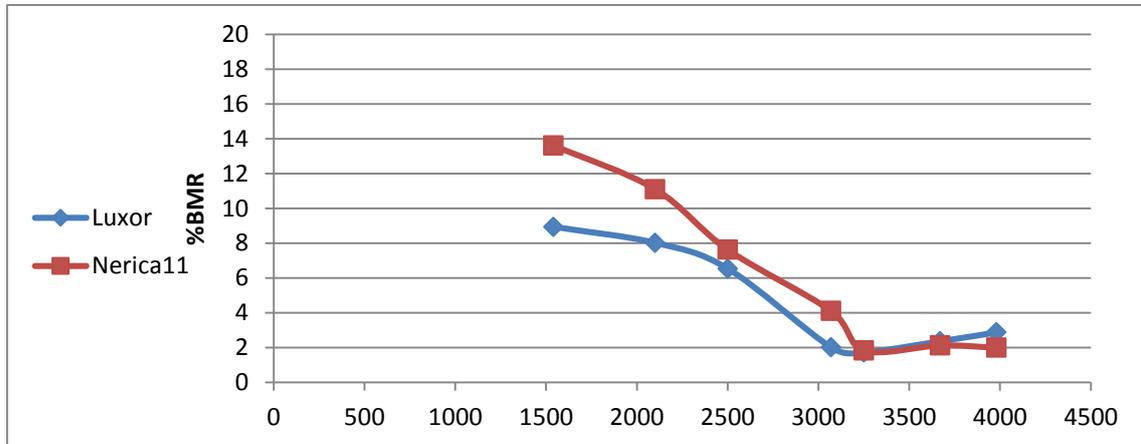
2- تأثير سرعة دوران الأسطوانات في أداء الآلة:

يوضح الشكل (7) نتائج التغير في معدل التقشير في سرعة دوران المحرك وبالتالي سرعة دوران الأسطوانات المطاطية، حيث كانت سرعات دوران الأسطوانتين المطاطيتين (244/162-230/153-157/105-115/77) rpm، وبالتالي يكون فرق السرعات المحيطية على التوالي، (1.5-1.4-0.95-0.69) m/s. ويظهر تأثير سرعة الدوران بشكل كبير في معدل التقشير، فيزداد معدل التقشير مع زيادة السرعة، حيث بلغت القيمة العظمى 96.1% لاصنف Luxor عند سرعة دوران 3070rpm، و95.2% لاصنف nurica2 عند سرعة دوران 3250rpm، وكان هناك انخفاض في معدل التقشير ومعدل تدهور كبير نسبياً بعد هاتين السرعتين، وتعزى الزيادة في معدل التقشير مع سرعة الدوران بأنه عند السرعات المنخفضة تكون الفروقات في سرعة دوران الأسطوانتين المطاطيتين قليلة نسبياً، وتزداد مع زيادة فرق السرعة بين سطحي الأسطوانتين [3]، إلا أنه ومع زيادة سرعة الدوران ترتفع درجة الحرارة الناتجة عن الاحتكاك، الأمر الذي يزيد مرونة الأسطوانات المطاطية وتؤثر على الخصائص الفيزيائية للمطاط وبالتالي على قوى الاحتكاك المؤثرة على سطح الاحتكاك الأمر الذي يخفض بدوره قيم معاملات الاحتكاك [20] حيث ترتبط قوة الاحتكاك (F) مع كل من معامل الاحتكاك الديناميكي (μ_k) والقوى العمودية (N) المؤثرة بالعلاقة (F = $\mu_k \cdot N$) [21]، لوحظت هذه الظاهرة في أثناء اختبار الآلة ميدانياً على سرعات الدوران الكبيرة؛ ففي بداية الاختبار كانت معدلات التقشير عالية نسبياً عندما تكون الأسطوانات باردة، ولكن مع زيادة زمن الاختبار وتسخين الأسطوانات تدريجياً انخفضت قيم معدلات التقشير، علماً أن قيم معاملات الاحتكاك لا تتعلق بسرعات الدوران وإنما تتعلق بالقوى العمودية المؤثرة فقط وبقوى الاحتكاك.



الشكل(7): تأثير سرعة الدوران في نسبة التقشير

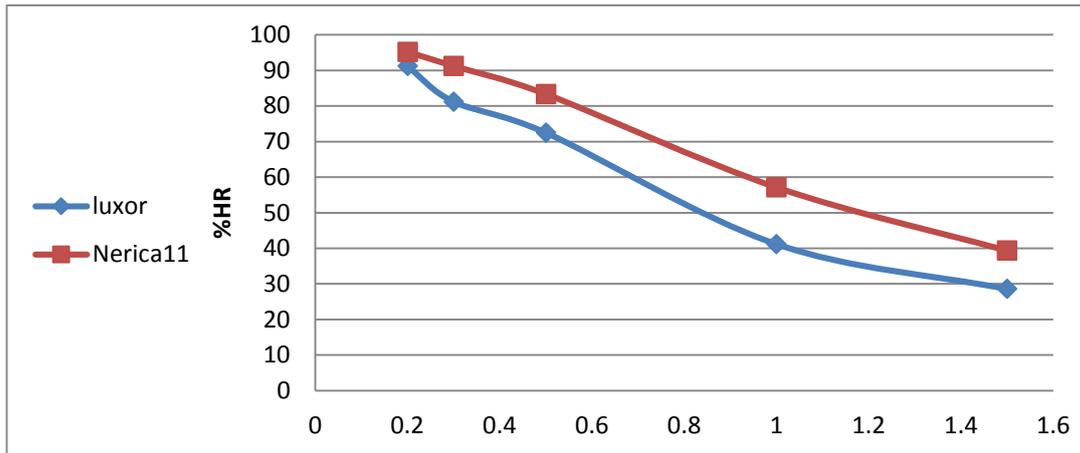
ويوضح الشكل (8) نتائج تأثير سرعة الدوران في نسبة الحبوب المكسورة، والتي فقدت أكثر من 25% من طولها الكلي، ويلاحظ أن نسبة الكسر تنخفض بزيادة سرعة الدوران لتبلغ قيم متقاربة لكلا صنفَي الأرز بين (1.72- 1.83%) لكل من Luxor و Nerica11، على التوالي، وهذا الانخفاض يعود لزيادة سرعة تدفق حبوب الأرز من حجرة التقشير، نظراً لأن التدفق السريع للمواد يقلل من الزمن اللازم لعملية التقشير، وبالتالي فإن تعرض الحبوب لضغوط التقشير هذه أقل من ما تحتاجه الحبوب حتى تتحطم، ويضاف إلى ذلك فإن زيادة فروقات سرعات الدوران الكبيرة ستعمل على زيادة ليونة الأسطوانات نتيجة ارتفاع الحرارة وتخفيض قيم القوى المؤثرة على الحبوب والأسطوانات، [3,21].



الشكل(8): تأثير سرعة الدوران في نسبة الكسر.

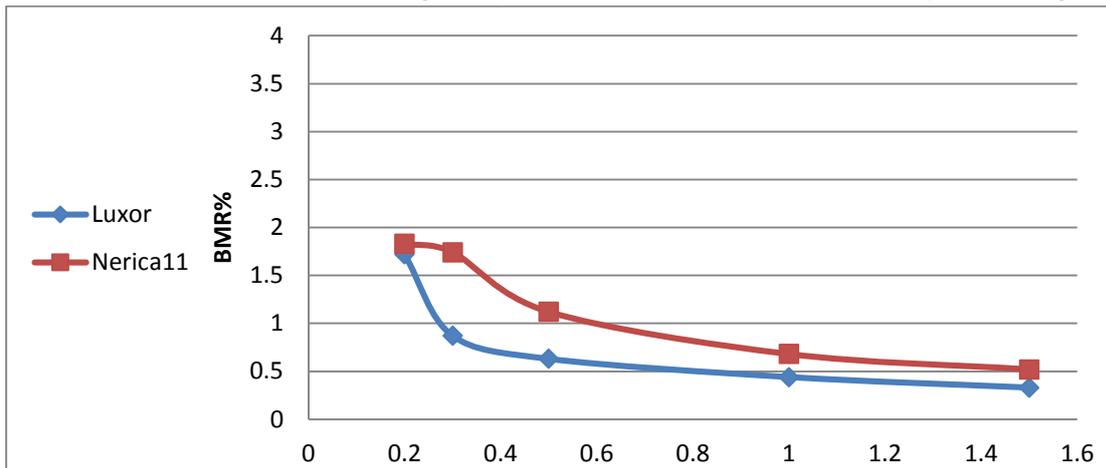
3- تأثير الخلوص بين الأسطوانتين في أداء الآلة:

يبين الشكل (9) تأثير الخلوص في معدل التقشير، حيث يلاحظ الانخفاض الكبير بمعدل التقشير بزيادة الخلوص، وكانت القيمة العظمى 91.2% للسنف Luxor و 95.2% للسنف Nerica11 عند خلوص 0.2mm، لتتخفف بشكل كبير حتى تصل إلى 28.6% و 39.36% لكل من Luxor و Nerica11، على التوالي، ويعود هذا التدهور في نسبة التقشير إلى انخفاض قوى الضغط العمودي المطبق من قبل الأسطوانتين على حبوب الأرز، مما ينعكس سلباً على قوى الاحتكاك وبالتالي معدل التقشير [18].



الشكل(9): تأثير خلوص الأسطوانات في نسبة التقشير

ويبين الشكل (10) تأثير خلوص الأسطوانات في نسبة الحبوب المكسورة، حيث يلاحظ انخفاض شديد بنسبة الكسر لكلا صنفَي الأرز، وبشكل أكبر منه في صنف Luxor، وذلك لصغر حجم حبة الأرز في هذا الصنف، وبالتالي تأثرها بزيادة الخلوص بوقت مبكر مقارنة بالصنف الآخر؛ إلا أن هذا الانخفاض في نسبة الحبوب المكسورة مترافق مع انخفاض في نسبة التقشير، وهذا الأمر يؤكد ما ذكر في المرجع [22].

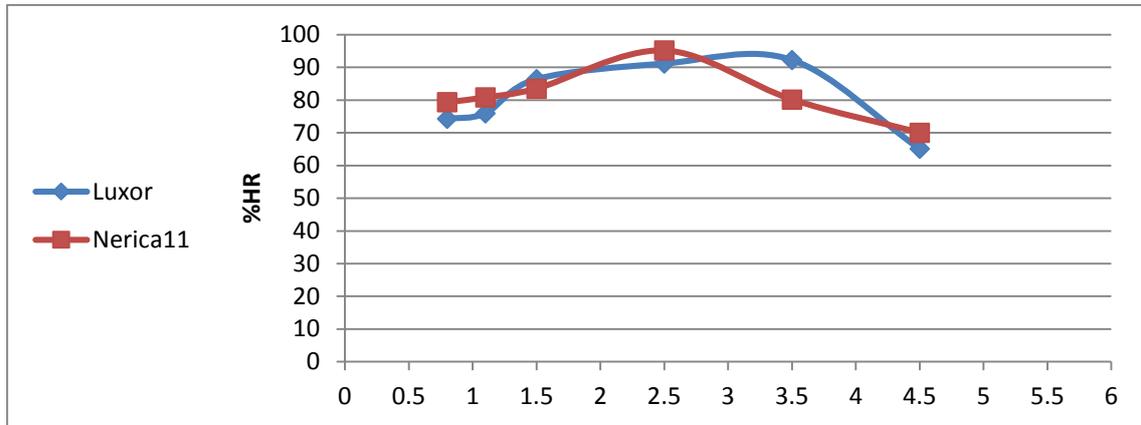


الشكل(10): تأثير خلوص الأسطوانات في نسبة الكسر.

4- تأثير معدل التغذية (التدفق) في أداء الآلة:

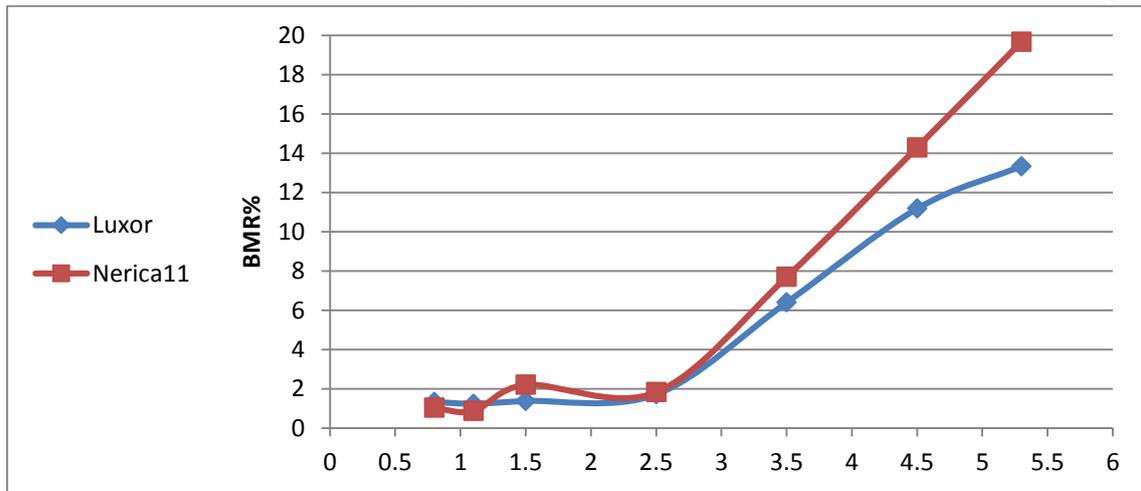
يبين الشكل (11) تأثير معدل التدفق في نسبة التقشير، ويلاحظ أن نسبة التقشير للصنف Nerica11 تزداد بزيادة معدلات التدفق من 79.35% عند معدل تدفق 0.8 kg/min لتبلغ قيمة أعظمية قدرها 95.2% عند معدل تدفق 2.5 kg/min، ثم تعود وتنخفض بعد هذا المعدل ويانحدر كبير حتى 71.17% عند معدل تدفق 5.3 kg/min. ويلاحظ أيضاً سلوكاً مشابهاً لصنف Luxor حيث بلغت 74.3% عند معدل تدفق 0.8 kg/min لتزداد بزيادة معدل التدفق حتى تبلغ 92.3% عند معدل تدفق 3.5 kg/min لتتنخفض بعد هذا المعدل إلى أخفض قيمة لها 72.27%. ويعود الارتفاع بنسبة التقشير بزيادة معدلات التدفق بأنه عند التدفقات الصغيرة تتحرك كتلة الحبوب بشكل طبقات أحادية (mono layers) بين الأسطوانتين وبزيادة معدل التدفق يمكن أن يتحول شكل السيل إلى ثنائي الطبقات، وبالتالي زيادة قوى الضغط المطبق على الحبوب ومنه إلى قوى الاحتكاك، مما يزيد معدلات التقشير، ويفسر

الانخفاض عند زيادة معدل التدفق بشكل كبير إلى أن الطبقات الوسطى، أي غير الملامسة لسطح الاحتكاك، لا تتعرض لعملية التقشير، مما يخفض من معدلات التقشير [21, 24, 23].



الشكل(11): تأثير معدل التدفق في نسبة التقشير.

ويوضح الشكل (12) تغير نسبة الحبوب المكسورة مع معدل التدفق، ويلاحظ أنه لم يحدث تغير كبير عند زيادة معدلات التدفق لكلا الصنفين حتى بلوغ 2.5 kg/min، ثم ارتفعت وبقدر كبير جداً بعد هذه القيمة لتصل إلى حدود 19.68% لـ Nerica11 و 13.34% لـ Luxor عند حدود 5.3 kg/min. ويفسر هذا السلوك بارتفاع قوى الضغط بشكل هائل بين طبقات السيل المتدفق، الأمر الذي يؤدي إلى تحطم حبوب الأرز [25].



الشكل(12): تأثير معدل التدفق في نسبة الكسر.

الاستنتاجات والمقترحات:

نستنتج مما سبق مجموعة من النقاط توضح كالاتي:

1- يزداد معدل التقشير لـ Nerica11 و Luxor بزيادة سرعة دوران الأسطوانتين المطاطية، ليبلغ قيمة أعظمية عند حدود سرعة دوران (3070-3250)rpm مترافقة بانخفاض واضح بنسبة الحبوب المكسورة، لتعود وتتخفف معدلات التقشير بعد هذه السرعات، في حين لا يحدث تغيير يذكر في معدلات الكسر.

2- تتخفف قيم كل من نسبة التقشير ومعدلات الكسر بزيادة قيم الخلوص بين الأسطوانتين المطاطيتين، وبلغت أفضل قيم لنسبة التقشير عند الخلوصات المنخفضة (0.2-0.3)mm.

3-تتخفيض معدلات التقشير بزيادة قيم الرطوبة لحبوب الأرز بنحو كبير جداً، حيث بلغت نسب التقشير 69% عند رطوبة 15% لسنف Luxor، مترافقة مع زيادة كبيرة في معدلات الكسر حيث بلغت 13.45%.

4-كانت أعظم قيمة لمعدلات التقشير لسنف Nerica11 عند معدلات تدفق 2.5kg/min، حيث بلغت 95.2%، و 92.3% عند معدل تدفق 3.5 kg/min للسنف Luxor.

5-ارتفعت نسبة الكسر بعد زيادة قيم معدلات التدفق عن 2.5 kg/min، في حين لم يلاحظ تغير يذكر قبل هذه القيمة.

وبناءً على هذه الاستنتاجات يمكن أن نقترح ما يلي:

1- اختبار مجموعة مختلفة من أنواع المطاط ومن أصناف الأرز.
2- العمل على زيادة كفاءة الآلة لإمكانية استخدامها لتقشير الحبوب ذات المحتوى الرطوبي الأعلى.

3-إجراء دراسات مخبرية على الاحتكاك الحاصل بين حبة الأرز وسطوح احتكاك مختلفة لتحديد القيم المثلى لبارامترات التقشير.

4-إجراء دراسات مستقبلية عن عملية تبييض حبوب الأرز، وهي العملية اللاحقة لعملية التقشير، بحيث يمكن إنتاج حبوب الأرز وتسويقها محلياً بشكل منتج منافس في السوق.

المراجع:

1. ALIZADEH. M; MINAEI. S; TAVAKOLI.T, KHOSHTAGHAZA M. 2006. *Effect of de-awning on physical properties of paddy*. Pak J BiolSci, 9, 1726-1731.
2. FARAHMANDFAR. R, FARAHMANDFAR. E, RAMEZANI. A.2009. *Physical properties of rough rice*. Int J F Eng, Vol.5, No.5, 1-10
3. FIROUZI S. ALIZADAH M R, MINAEI S. (2010). *Effect of Roller Differential Speed and Paddy Moisture Content on Performance of Rubber Roller Husker*. International Journal of Agricultural and Biological Science, Vol. 1, 16-20.
4. SHITANDA. D, NISHIYAMA. Y, KOIDE S. 1, MORIOKA.2001. *Husking Characteristics of Short and Long grain Rice by Rubber roll Husker. (Part 1). Dynamic Analysis of a Single Grain Motion*. Science Links Japan, Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, Vol. 63, 55-63.
5. MISRA. A, FINNIE. I.1992. *On the Size Effect in Abrasive and Erosive Wear.*, Wear. Hutchings, IM. tribology: Friction and Wear of Engineering Materials. London : Edward Arnold, Vol. 65, ISSN: 00431648. 4.
6. LINDSLEY, B, A; MARDER, A,R. 1999, *The Effect of Velocity on the Solid Particle Erosion Rate of Alloys*.Science Direct, Wear, Vols. 225-229, Part. 1. 510-516.
7. LEVY, M; LIEBHARD, A. 1991,*The Effect of rodent Particle Characteristics on the Erosion of Metals*. Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, USA, Vol. 151, 381-390.
8. DESHWAL, D;DESHWAL,M.2018. *Numerical Analysis of Solid Particle Erosion in Pipe Elbow*. Materialstoday Proceedings, Vol. 5, Issue. 2, Part. 1, 5021-5030.

- De. S. K; White. J. R, 2001, Rubber Technologist's Handbook, Rapra .9
Technology Limited. ISBN: 978-1-85957-262-7
- SHITANDA. D; NISHIYAMA. Y; KOIDE. S, 2002, *Compressive strength* .10
properties of rough rice considering variation of contact area. s.l. : Elsevier Journal of
Food Engineering, Vol. 53, 53-58.
- KAMST. G. F; BONAZZI. C; VASSEUR. J; BIMBENET. J, 2002, *Effect of* .11
Deformation Rate and Moisture Content on the Mechanical Properties of Rice Grain,
Michigan : ASABE, Transaction of the ASAE, Vol. 45, 145-151.
- CHAMPAGNE.E.T, 2004, Rice: Chemistry and Technology, American .12
Association of Cereal Chemists Inc.3rd edition.
- MINAEI. S; ALIZADEH. M. R; KHOSH TAGHAZA. M. H; TAVAKOLI. .13
T, 2007, *Effects of de-awning and moisture content on husking characteristics of
paddy in rubber-roll husker*. Am-Euras J Agric Environ Sci 2, 01-05.
- ALIZADEH. M. R, PAYMAN. M. H. 2004. *Comparative study of rice* .14
losses in two common milling systems in Guilan, Iran. J Agric Sci Tech Iran, Vol. 18,
19-26.
- KHOSHZAMIR.A, 1993. *Determination the best degree of heat for drying* .15
and milling of paddy. Final Report of Research, Iranian Rice Research Institute. Rasht,
Iran, PP. 20.
- SABORI.S. 2002. *Determination appropriate height of paddy in drying* .16
with bed type driers, Final Report of research, Iranian Rice Research Institute, 1-22.
- JOHNSON. K.L, 2008, Contact Mechanics. Cambridge : Cambridge .17
University Press UK. pp.
- OMAR. J. S; YAMASHITA. R. 1987. Rice Drying , Husking and Milling- .18
Part. II Husking. Agricultural Mechanization in Asia. Africa and Latin America, Vol.
18: 43-46.
- FIROUZI. S; ALIZADEH. M. R. 2005. Investigation on rice breakage in .19
milling with common Engleberg rice whitener in the north of Iran. Journal of
Agricultural Sciences, Islamic Azad University, Vol. 11, 117-128.
18. BAKER. J. A. 2014. *A study of tribological processes during the milling* .20
of rice. university of Sheffield UK, [PhD thesis]
19. LUAN. B; ROBBINS. M. O. 2005. *The breakdown of continuum* .21
models for mechanical contacts, Nature 435 (7044), 929–932.
- SALIH. K; ALSHARIFI. A; ARABHOSSEINI. A; MOHAMMAD. H; .22
ALI. M. 2017. *Effect Of Moisture Content, Clearance And Machine Type On Some
Qualitative Characteristics Of Rice (Tarm Hashemi) Cultivar*, Bulgarian Journal of
Agricultural Science, Vol. 23, No 2, 348–355.
- FIROUZI .S. MINACE. M. H, FOTOHI. 2004. *Effect Parameters on* .23
performance of a rice jet pearler, Iranian J. Food Sci. technology, Vol. 1, N. (3), 31-
44.
- MATERIALS ENGINEERING RESEARCH LABORATORY Ltd. 2009. .24
Rubber Selection - A Guide to Outline Properties. Materials Engineering Research
Laboratory Ltd
- GBABO. A; NDAGI. B. 2014. *Performance Evaluation of a Ricemill* .25
Developed in NCRI. International Journal of Engineering Research, Vol.3, Issue N^o.8,
482–487.