مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
مجلد 42 العدد 3(2026): 129-141

Damascus University Journal for Agricultural Sciences Vol 42-No.3 (2026): 129-141

# تحسين خصائص المجرشة المطرقية الميكانيكية المصنعة محليا

**ماهر هلال العيد[1*]، أحمد عوض قباطي[2]، رياض محمد قبيسي[3]**

1- معيد في قسم الهندسة الريفية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.
Maher.aleid@damascusuniversity.edu.sy

2- عضو هيئة تدريسية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

3-عضو هيئة تدريسية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.
Rayad.kubaisi@damascusuniversity.edu.sy

## الملخص:

أجريت التجربة في كلية الزراعة / جامعة دمشق إذ نفذت التجربة لدراسة تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر على كفاءة المجرشة المطرقية المصنعة محلياً وذلك بثلاث مستويات لقطر فتحة الغربال (3-4-5) مم وثلاث مستويات لعدد الشفرات (24-26-28) شفرة، وبمستويين للخلوص المقعر (5-10) مم وتأثيرها في كل من الإنتاجية والطاقة النوعية ومتوسط القطر الهندسي ومعامل فعالية الجرش، حيث تم تحليل النتائج باستخدام برنامج (exstate 2014)، واختبرت الفروق بين متوسطات المعاملات وفق اختبار (LSD) عند مستوى ثقة 0.05 وبثلاث مكررات.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مع زيادة قطر فتحة الغربال من 3 إلى 5 مم وتقليل مسافة الخلوص المقعر من 10 الى 5 مم خفضت مؤشر الطاقة النوعية وفعالية الجرش من جهة فيما زادت السعة الإنتاجية ومتوسط القطر الهندسي من جهة أخرى، أما بالنسبة لعدد الشفرات لم يكن لهذه التجربة أي فروق مؤثرة بالنسبة للمؤشرات التي ذكرت.

تبين أن أفضل طريقة تشغيلية لحبوب الذرة بالنسبة للمجرشة المطرقية المنفذ عليها التجربة باستخدام قطر غربال 5 مم وبمسافة خلوص مقعر 5 مم وعدد شفرات 26 شفرة حيث أعطت إنتاجية بمقدار (938.5 kg/h)، والطاقة النوعية (3.142 wh/kg)، ومتوسط القطر الهندسي (2.88 mm)، وفعالية جرش (1.214 wh/m2).

**الكلمات المفتاحية:** المجرشة المطرقية، قطر فتحة الغربال، المطارق، الخلوص المقعر، حبوب الذرة، استهلاك الطاقة، فعالية الجرش، متوسط القطر الهندسي.

تاريخ الإيداع: 2024/02/08
تاريخ القبول: 2024/04/22

حقوق النشر: جامعة دمشق - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

# Improving the characteristics of the locally manufactured mechanical hammer mill

**Maher helal Aleid [1*], Ahmad awad Qabatty [2], Rayad mohammad kubaisi [3]**
**1-** Teaching assistant in the Department of Rural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus university.
Maher.aleid@damascusuniversity.edu.sy
2-Faculty member, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus university.
3-Faculty member, College of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus university. Rayad.kubaisi@damascusuniversity.edu.sy

## Abstract:
The experiment was conducted at the College of Agriculture / University of Damascus. The experiment was carried out to study the effect of the diameter of the sieve opening, the number of blades, and the concave clearance on the efficiency of the locally manufactured hammer mill, with three levels of the diameter of the sieve opening (3-4-5) mm and three levels of the number of blades (24-26-28) Blade, with two levels of concave clearance (5-10) mm and its effect on productivity, specific energy, Mean weight diameter, and Grinding ability index, The results were analyzed using the (exstate 2014) program, and the differences between the averages of the coefficients were tested according to the (LSD) test at a probability level of 0.05, With three replications.
the results obtained showed that by increasing the diameter of the sieve opening from 3 to 5 mm and reducing the concave clearance distance from to 5 mm, the specific energy and 10the Grinding ability index were significantly reduced on the one hand, while productivity and the Mean weight diameter were significantly increased on the other hand. As for the number of Blades This treatment did not have any significant differences with respect to the indicators mentioned It was found that the best operational method was for the hammer mill on which the experiment was carried out using a sieve diameter of 5 mm, a concave clearance distance of 5 mm, and a number of blades of 26 blades, which gave a productivity of (938.5 kg/h) specific energy (3.142 wh/kg) Mean weight diameter (2.88 mm), and Grinding ability (1.214 wh/m$^2$).

**Keywords:** Hammer Mill, Screen Hole Diameter, Concave Clearance Hammers, Corn Grains, Energy Consumption, Grinding Ability, Mean Weight Diameter.

Received: 08/02/2024
Accepted:22/04/2024

**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

## المقدمة:

إن أساس تصنيع الأعلاف يعتمد على جرش وخلط مختلف مكونات العلف، حيث تؤخذ الكميات المضبوطة لكل مادة أولية إلى المجارش أولاً ثم إلى أجهزة الخلط، ولذلك يجب توجيه العناية الكافية إلى هاتين العمليتين (أساسيات تغذية الدواجن).

تستخدم آلات الجرش المطرقية على نطاق واسع في الحقول الزراعية ومصانع الأعلاف الحيوانية نظرًا لقدرتها على سحق المواد بدرجات مختلفة (الخشنة والمتوسطة والناعمة). وتستند العملية الأساسية للآلة إلى قوة الاصطدام (قوة التأثير الميكانيكية) التي تقلل من حجم المواد (Vukmirovic et al., 2015).

يعتبر الطحن من العمليات المهمة والصناعات عالية الاستهلاك للطاقة، حيث تستهلك 71٪ من إجمالي استهلاك الطاقة خلال طحن الأعلاف (Shirshaab and Jassim, 2021).

يمكن أن يتأثر الأداء بمتغيرات الآلة مثل تصميم الغربال (حجم الفتحات – موضع الغربال – منطقة الغربال الفعالة)، سرعة دوران المطرقة، نمط المطرقة، عدد المطارق، موضع المطارق (المتأرجح أو الثابت) (Naik and Ghaudhuri,2015).

أوضح الياسين وعبد العباس (2010) أن جميع الحبوب النجيلية والبقولية وبعض أنواع البذور الزيتية يتطلب تكسيرها لتسهيل عملية خلطها من جهة ولزيادة إمكانية استفادة الطيور منها عبر عمليات الجرش أو الطحن وعملية الجرش تتضمن عدد من العمليات المختلفة متمثلة بالتصادم والتقطيع والسحق والتهتك، حيث ينتج عن هذه العمليات تصغير حجم الجزيئات عن طريق الاحتكاك مع بعضها ومع أجزاء المجرشة نفسها قبل أن تمر وتخرج من خلال الغربال حيث حجم الجزيئة النهائي يتحدد أساساً عن طريق الغربال المستعمل.

بالنسبة للخلوص المقعر عبر عن ذلك (Thomas,1958)، حيث أن المسافة الأقرب بين أطراف الشفرات وسطح الغربال الداخلي ستؤدي إلى جرش أكثر دقة.

يتطلب الطحن الدقيق للشوفان قوة أكبر بخمسة أضعاف من الطحن الخشن لنفس الحبوب. يتطلب الطحن الدقيق للشعير قوة أكبر بثلاثة أضعاف من الطحن الخشن، بينما في طحن الذرة تكون العلاقة حوالي اثنين إلى واحد(Bruhn,1954).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بالنسبة لجودة المنتج في تجربة قام بها(Mi et al., 2015) أن أعلى متوسط قطر هندسي تم الحصول عليه mm(2.89) عند قطر فتحة غربال mm(8) ومحتوى رطوبة 18%، والذي انخفض إلى أدنى مستوى حيث بلغ mm(1.47) والذي تم الحصول عليه عند قطر فتحة غربال mm(4) ومحتوى رطوبة (10)%.

كما تم الحصول على أعلى كفاءة لمعامل فعالية جرش $KJ/m^2$(6) عند قطر فتحة غربال mm (4) ومحتوى رطوبة (10)%, والذي انخفض إلى أدنى قيمة $KJ/m^2$(0.81) والتي تم الحصول عليها عند قطر فتحة غربال mm (8) ومحتوى رطوبة 10%.

أدى استخدام غرابيل mm(2.5) و mm(3)، بالإضافة إلى ضبط موضع الغربال بمقدار mm(2.5) في الأعلى و mm(3) في الأسفل، إلى الحصول على أفضل إنتاجية.(Halim et al., 2020).

في دراسة أجراها (Ifeolu et al., 2022) تم تصميم مجرشة مطرقية ودراسة تأثير حجم فتحة الغربال mm (4.5–6) على أداء الآلة باستخدام سيقان الذرة وأكواز الذرة كانت كفاءة الجرش (62–80.4) % لسيقان الذرة وما بين (70.8–84.8) % لأكواز الذرة، وكان متوسط أحجام الجسيمات الهندسية mm (3.27 و5.06) لأكواز الذرة و mm (2.63 و4.75) لسيقان الذرة.

**مواد وطرائق البحث(Research Materials and Methods ):**

**1-منهج البحث وأدواته Research Methodology:**

**1-مواد البحث Research Material:**

1-1- **غرابيل المجرشة المطرقية** كما هو مبين في الشكل رقم (1): تم تفصيل ثلاثة غرابيل بطول 47 cm وعرض 30 cm وبقطر فتحة (3-4-5) mm.

2-1- **شفرات المجرشة المطرقية** كما هو مبين في الشكل رقم (2): تم تفصيل 28 شفرة بطول 10 cm وعرض 4 cm وسماكة 5mm وبوزن كل شفرة 150 غرام، حيث تم تثقيب الشفرة من الطرفين بقطر ثقب 13 mm، أحد الطرفين كان يبعد مركز الثقب عن طرف الشفرة 2cm والطرف الأخر 2.5 cm.

3-1- **جهاز DIGIT MULTIMER** كما هو مبين في الشكل رقم (3): لقياس كل من شدة التيار وجهد التغذية بالنسبة لمحرك المجرشة المطرقية.

4-1- **مناخل لتحديد درجة جرش الحبيبات** كما هو مبين في الشكل رقم (4): تم استخدام المناخل الموجودة في قسم علوم التربة بأقطار فتحة المنخل لكل منها (152-295-599-1000-2411-3411) ميكرون

5-1- **حبوب الذرة** بمحتوى رطوبة 11%.

6-1-**أسطوانة قياس الكثافة** كما هو مبين في الشكل رقم (5) لقياس كل من الكثافة الظاهرية والحقيقية.

7-1-**ميزان الكتروني.**

تم دراسة تأثير عدد الشفرات، قطر فتحة الغربال والخلوص المقعر في أداء المجرشة المطرقية شكل رقم (6) ذات المواصفات التالية:

| | | | |
|---|---|---|---|
| المنشأ<br>محلية الصنع | معامل الاستطاعة<br>0.90 | عدد دورات محركها<br>(2900)Rpm | استطاعة محركها<br>(11) KW |
| سماكة الشفرة<br>(5) mm | عرض الشفرة<br>(4) cm | طول الشفرة<br>(10)cm | عدد الصفوف<br>4 |

**الشكل رقم (1)**

**الشكل رقم(2)**

**الشكل رقم (3)**

الشكل رقم (4)

الشكل رقم (5)

الشكل رقم (6)

**1-موقع تنفيذ التجربة Site implementation of the experiment:**

تم تنفيذ التجربة على المجرشة المطرقية الموجودة في مزرعة أبي جرش والتابعة للمنشأة الإنتاجية في كلية الزراعة جامعة دمشق.

**2-خطوات تنفيذ التجربة step to carry out the experiment:**

1-تم تركيب 24 شفرة على عمود الدوران ووضع غربال بقطر فتحة (3) مم في المجرشة وتحديد خلوص مقعر (5) مم.

2- تم تشغيل المجرشة لجرش حبوب الذرة ذات محتوى الرطوبة 11% وحساب زمن ثابت مقداره دقيقة لكل وحدة تجريبية وخلال هذه الفترة تم قياس جهد التغذية وشدة التيار المستهلك للمحرك الكهربائي لحساب القدرة المستهلكة وبالتالي حساب الطاقة النوعية ووزن المنتج بعد الجرش لحساب الإنتاجية.

3-كررت الخطوات السابقة (ثلاث مرات) عدد مرات تكرار التجربة مع تغير في عدد الشفرات وقطر فتحة الغربال حسب معاملات التجربة.

4-بعد ذلك تم تعديل الخلوص المقعر من (5) mm إلى (10) mm وإعادة الخطوات السابقة من 1-3 حسب معاملات التجربة.

5-تم غربلة عينات التجربة في المخبر عبر مناخل خاصة لحساب متوسط القطر الهندسي للمنتج المجروش حسب تغير المعاملات.

6-كما تم حساب معامل قابلية الجرش اعتماداً على قياس كل من الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية.

**3-طرائق البحث Research Methods:**

اثناء إجراء البحث تم قياس وحساب كل من العناصر التالية:

**قياس محتوى الرطوبة لحبوب الذرة:**

تم تقدير رطوبة حبوب الذرة بعد أخذ عينة ووضعها في فرن التجفيف بدرجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة 24 ساعة بعد ذلك تم إخراجها من الفرن ووزن العينة بعد التجفيف ومن خلال العلاقة التالي تم حساب محتوى رطوبة حبوب الذرة:

$$\text{محتوى الرطوبة} = \frac{\text{الوزن الرطب} - \text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب}} * \mathbf{100}$$

الوزن الرطب = 36.12

الوزن الجاف = 32.12

$$\text{محتوى الرطوبة} = \frac{\mathbf{32.12 - 36.12}}{\mathbf{36.12}} * \mathbf{100} = \mathbf{11\%}$$

**الكثافة الحقيقية (True Density):**

$$\text{الكثافة الحقيقية} = \frac{\text{وزن العينة}}{\text{حجم العينة بدون فراغات}} \ (g/cm3)$$

**الكثافة الظاهرية (Bulk Density):**

$$\text{الكثافة الحقيقية} = \frac{\text{وزن العينة}}{\text{حجم العينة مع فراغات}} \ (g/cm3)$$

**السعة الإنتاجية للمجرشة Mill Productivity Capacity:**

تم قياسها باستعمال ميزان الكتروني رقمي وساعة توقيت لقياس الزمن حيث يجمع الجريش خلال زمن ثابت مقداره دقيقة واحدة لكل وحدة تجريبية لمعرفة الوزن ومن ثم حساب الإنتاجية وفق الطريقة المقترحة من قبل (Payne,1997) وبتطبيق المعادلة الاتية:

$$\boldsymbol{C = \frac{M}{T}}$$

C = الإنتاجية (kg/h).

M= الوزن الناتج (kg).

T= الزمن (h).

تعد إنتاجية المجرشـــة من أهم الاختبارات التي يمكن إجراؤها على المجرشـــة المطرقية، حيث وجد (Martin, et all,1941) أن العوامل التالية قد تؤثر على الإنتاجية:

1. القوة المتاحة.
2. نوع الحبوب.
3. درجة الجرش المطلوبة.
4. سرعة التشغيل.
5. محتوى الرطوبة في الحبوب.
6. نوع المجرشة.

**الطاقة النوعية (specific energy):**

تم قياس استهلاك الطاقة النوعية باستخدام المعادلة التالية:

$$\mathbf{SE = \frac{P}{C}}$$

حيث أن:

SE= الطاقة النوعية (wh/kg).

P= القدرة المستهلكة (w).

C= الإنتاجية (kg/h).

متوسط القطر الهندسي: (MWD) او (متوسط حجم الجسيمات) (Mean weight diameter):

هو من المؤشـرات التي تدل على مقدار نعومة دقائق الحبوب المجروشـة تم تحديد توزيع حجم حبيبات الذرة المطحونة باسـتخدام تحليل حجم الجسيمات اللوغاريتمي العادي كما هو محدد في معيار (ASABE S319.4. 2008). .

تم وضـــع عينة تزن 100 غرام من الذرة المطحونة فوق عدد من المناخل المرتبة من الفتحة الأكبر إلى الأصـــغر ومن ثم نخلها بشـكل جيد وبعد ذلك تم تحديد وزن الكتلة المحتجزة فوق كل منخل ومن ثم حسـاب متوسـط القطر الهندسـي (DGW) لأقطار الجسيمات للعينة وفقاً للمعيار السابق باستخدام المعادلة التالية:

$$\mathbf{MWD} = \mathbf{log}-\mathbf{1}\left[\frac{\sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}}(\mathbf{Wi}\,\mathbf{log}\,\mathbf{đi})}{\sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}}\mathbf{Wi}}\right]$$

$$\mathbf{đi} = (\mathbf{di} * \mathbf{di} + \mathbf{1})^{\mathbf{0.5}}$$

حيث أن:

MWD: متوسط القطر الهندسي أو الحجم المتوسط للجسيمات (مم).

Wi: وزن الحبيبات في المنخل i غرام.

đi: معدل القطر الهندسي للجسيمات في المنخل i (مم).

di: قطر فتحة الغربال للمنخل i (مم).

di+1: قطر فتحة المنخل التالي الأكبر من i فوقه بالتسلسل (مم).

i: رقم تسلسل المنخل.

معامل قابلية الجرش (Grinding ability index):

هو مؤشر مهم للعلاقة بين الطاقة المطلوبة للجرش ومستوى سحق الحبوب

تم حساب معامل قابلية الجرش (GAI) كنسبة من طاقة الجرش إلى مساحة سطح المادة المسحوقة التي وصفها Dziki and Laskowski, 2000).

$$\boldsymbol{GAI} = \frac{\boldsymbol{SE} * \mathrm{P} * \boldsymbol{MWD}}{\mathbf{6}}$$

GAI: معامل قابلية الجرش ($Wh/m^2$).

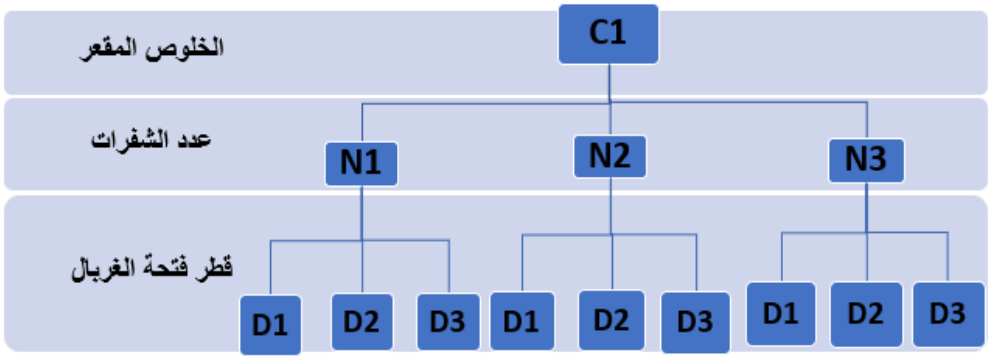
P: الكثافة الظاهرية للمواد المجروشة ($kg/m^3$).

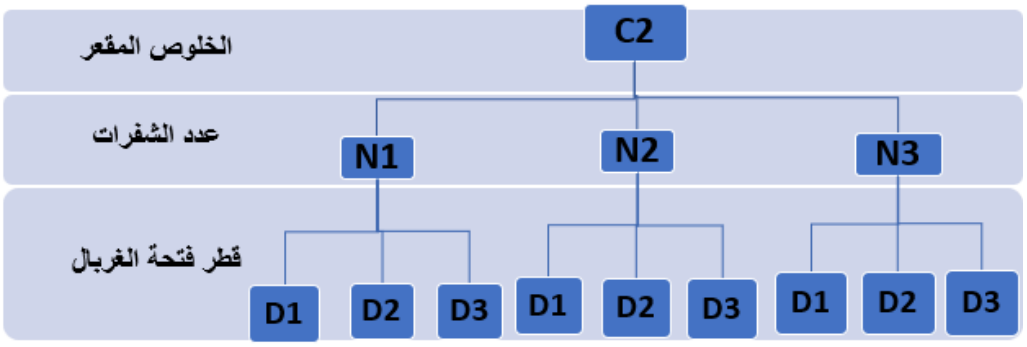
SE: الطاقة النوعية (Wh/kg)

MWD: متوسط القطر الهندسي (m)

**مخطط التجربة:**

يوضح الشكل التالي مخطط التجربة التي تم تنفيذها حيث يعبر كل رمز على المعاملة التي تم تطبيقها وهي كالتالي:






| | | | |
|---|---|---|---|
| N3=28 | N2=26 | N1=24 | C1=5mm |
| D3=5mm | D2=4mm | D1=3mm | C2=10mm |

**النتائج والمناقشة (Results and Discussion):**

**1-تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر في إنتاجية المجرشة المطرقية (kg/h):**

يبين الجدول (1) تحسن مؤشر الإنتاجية حيث وصلت نسبة الزيادة (24.72%، 52.13%) مع زيادة قطر فتحة الغربال للمعاملات (D5،D4) على الترتيب مقارنة بقطر فتحة غربال (D3) (549.282 kg/h).

من خلال نتائج التحليل الإحصائي يلاحظ وجود فروق معنوية بالنسبة للخلوص المقعر، وقطر فتحة الغربال والتفاعل بالنسبة لمؤشر الإنتاجية. فسجلت معاملة الخلوص المقعر (C5) (795.335 kg/h) تفوقاً معنوياً على الخلوص المقعر (C10) (593.784 kg/h) بنسبة زيادة (33.94%) بين المعاملتين، أما بالنسبة لعدد الشفرات يلاحظ تحسن المؤشر المدروس مع زيادة عدد الشفرات ولكن بدون وجود تأثيرات ملموسة بين المعاملات.

لوحظت أعلى قيمة معنوية عند المعاملة D5*N28*C5فوصـــلت (958.500 kg/h) فيما يخص التفاعل، وأدنى قيمة معنوية لوحظت عند المعاملة D3*N24*C10 فسجلت (455.500 kg/h).

**الجدول رقم (1) يبين إنتاجية المجرشة المطرقية بدلالة قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر (kg/h)**

| الخلوص المقعر | عدد الشفرات | قطر فتحة الغربال | | | متوسط الخلوص المقعر | متوسط عدد الشفرات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D3 | D4 | D5 | | |
| C5 | N24 | $612^{L}$ | $764.16^{F}$ | $920.7^{C}$ | $795.335^{a}$ | $672.798^{a}$ |
| | N26 | $634.4^{K}$ | $789.14^{E}$ | $938.5^{B}$ | | |
| | N28 | $653^{J}$ | $826.5^{D}$ | $958.5^{A}$ | | $691.090^{a}$ |
| C10 | N24 | $455.5^{R}$ | $554.3^{O}$ | $709.86^{I}$ | $593.784^{b}$ | |
| | N26 | $471.2^{Q}$ | $579.5^{N}$ | $733.8^{H}$ | | $712.983^{a}$ |
| | N28 | $490.5^{P}$ | $596.9^{M}$ | $752.5^{G}$ | | |
| متوسط قطر فتحة الغربال | | $549.282^{c}$ | $685.083^{b}$ | $835.643^{a}$ | | |
| $LSD_{5\%}$ | | الخلوص المقعر= 65.3 | | عدد الشفرات=106.9 | | |
| | | قطر فتحة الغربال= 70.2 | | التفاعل= 2.8 | | |

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة الى وجود فروق معنوية بالنسبة للمعاملات، اما اختلاف الأحرف الكبيرة فيشير الى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل على مستوى ثقة 95%.

**2- تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر للطاقة النوعية (Wh/kg):**

يبين الجدول (2) تغير الطاقة النوعية للمجرشة المطرقية بتغير قطر فتحة الغربال والتفاعل. حيث يلاحظ وجود فروق معنوية بالنسبة لقطر فتحة الغربال حيث سجل القطر (D3) اعلى قيمة (7.445wh/kg) وأدنى قيمة عند القطر (D5) حيث سجلت (3.927wh/kg) أي أن كل قطر يتفوق معنوياً على القطر الذي يليه (D3) ثم (D4) ثم (D5).

بالنسبة لعدد الشفرات والخلوص المقعر لم يكن هناك أي فروق معنوية بين هذه المعاملات.

أما بالنسبة لتفاعل المعاملات سجلت أعلى قيمة معنوية عند المعاملة (D3*N24*C10) فوصلت (8.171wh/kg) وأدنى قيمة معنوية لوحظت عند المعاملة (D5*N26*C5) فسجلت (3.142wh/kg).

**الجدول رقم (2) يبين تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر في الطاقة النوعية (Wh/kg)**

| الخلوص المقعر | عدد الشفرات | قطر فتحة الغربال | | | متوسط الخلوص المقعر | متوسط عدد الشفرات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D3 | D4 | D5 | | |
| C5 | N24 | $6.845^{ABCD}$ | $5.346^{DEF}$ | $4.276^{FG}$ | $5.328^{a}$ | $5.536^{a}$ |
| | N26 | $6.895^{ABCD}$ | $5.471^{DEF}$ | $3.142^{G}$ | | |
| | N28 | $6.821^{ABCD}$ | $5.260^{DEF}$ | $4.406^{FG}$ | | $5.715^{a}$ |
| C10 | N24 | $8.171^{A}$ | $6.536^{ABCDE}$ | $3.491^{G}$ | $6.079^{a}$ | |
| | N26 | $7.994^{AB}$ | $6.295^{BCDE}$ | $3.418^{G}$ | | $5.882^{a}$ |
| | N28 | $7.741^{ABC}$ | $6.236^{CDE}$ | $4.828^{EFG}$ | | |
| متوسط قطر فتحة الغربال | | $7.445^{a}$ | $5.857^{b}$ | $3.927^{c}$ | | |
| $LSD_{5\%}$ | | الخلوص المقعر=0.96 | | عدد الشفرات=1.2 | | |
| | | قطر فتحة الغربال=0.7 | | التفاعل=1.7 | | |

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة الى وجود فروق معنوية بالنسبة للمعاملات، اما اختلاف الأحرف الكبيرة فيشير الى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل على مستوى ثقة 95%.

3- تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر لمتوسط القطر الهندسي للذرة المجروشة (mm):

تظهر نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) بالنسبة لمؤشر متوسط القطر الهندسي تفوق معاملة قطر فتحة الغربال (D4,D5) على قطر فتحة الغربال (D3) دونما يسجلا بينهما أية فروق معنوية، كما تفوقت المعاملة (C5) (2.83 mm) على المعاملة (C10) (2.75 mm) فيما يخص متغير الخلوص المقعر، كما لوحظ عدم وجود أي فروق معنوية بالنسبة لمتغير عدد الشفرات.

سجلت أعلى قيمة معنوية للتفاعل عند المعاملتين (D5*N26*C5) و (D5*N24*C5) بقيمة (2.88) وأدنى قيمة معنوية لوحظت عند المعاملة (D3*N24*C10) بقيمة (2.54).

**الجدول رقم (3) تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر لمتوسط القطر الهندسي للذرة المجروشة (mm)**

| الخلوص المقعر | عدد الشفرات | قطر فتحة الغربال | | | متوسط الخلوص المقعر | متوسط عدد الشفرات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D3 | D4 | D5 | | |
| C5 | N24 | $2.82^{BC}$ | $2.83^{B}$ | $2.88^{A}$ | $2.83^{a}$ | $2.764^{a}$ |
| | N26 | $2.8^{D}$ | $2.81^{CD}$ | $2.88^{A}$ | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $2.83^{B}$ | $2.82^{BC}$ | $2.8^{D}$ | N28 | |
| $2.798^{a}$ | | $2.77^{E}$ | $2.76^{E}$ | $2.54^{G}$ | N24 | |
| | $2.75^{b}$ | $2.82^{BC}$ | $2.8^{D}$ | $2.68^{F}$ | N26 | C10 |
| $2.804^{a}$ | | $2.83^{B}$ | $2.777^{E}$ | $2.77^{E}$ | N28 | |
| | | $2.835^{a}$ | $2.799^{a}$ | $2.730^{b}$ | متوسط قطر فتحة الغربال | |
| عدد الشفرات=0.05 | | الخلوص المقعر=0.03 | | $LSD_{5\%}$ | | |
| التفاعل=0.01 | | قطر فتحة الغربال=0.04 | | | | |

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة الى وجود فروق معنوية بالنسبة للمعاملات، اما اختلاف الأحرف الكبيرة فيشير الى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل على مستوى ثقة 95%.

**4-تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر لفعالية الجرش ($Wh/m^2$):**

يبين الجدول (4) زيادة قيمة مؤشر فعالية الجرش مع تقليل فتحة الغربال حيث سجلت اعلى قيمة معنوية عند قطر فتحة غربال (D3) بقيمة ($1.799\ wh/m^2$) وأدنى قيمة معنوية عند قطر فتحة (D5) بقيمة ($1.283\ wh/m^2$).

من خلال نتائج التحليل الإحصائي يلاحظ وجود فروق معنوية بالنسبة للخلوص المقعر، والتفاعل. فسجلت معاملة الخلوص المقعر (C5) تفوقاً معنوياً ($1.659\ wh/m^2$) على الخلوص المقعر (C10) ($1.415\ wh/m^2$)، أما بالنسبة لعدد الشفرات لم تسجل المعاملات أية فروق معنوية.

لوحظت أعلى قيمة معنوية عند المعاملة D3*N24*C10 فسجلت ($1.94\ wh/m^2$) فيما يخص التفاعل، وأدنى قيمة معنوية لوحظت عند المعاملة D5*N24*C5 فسجلت ($1.128\ wh/m^2$).

**الجدول رقم (4) يبين تأثير قطر فتحة الغربال وعدد الشفرات والخلوص المقعر في فعالية الجرش ($Wh/m^2$)**

| متوسط عدد الشفرات | متوسط الخلوص المقعر | قطر فتحة الغربال | | | عدد الشفرات | الخلوص المقعر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D5 | D4 | D3 | | |
| $1.506^{a}$ | $1.659^{a}$ | $1.128^{N}$ | $1.311^{K}$ | $1.629^{F}$ | N24 | C5 |
| | | $1.214^{M}$ | $1.408^{I}$ | $1.583^{G}$ | N26 | |
| $1.519^{a}$ | | $1.299^{L}$ | $1.520^{H}$ | $1.712^{C}$ | N28 | |
| | $1.415^{b}$ | $1.343^{J}$ | $1.725^{B}$ | $1.940^{A}$ | N24 | C10 |
| $1.591^{a}$ | | $1.317^{K}$ | $1.658^{E}$ | $1.939^{A}$ | N26 | |
| | | $1.4^{I}$ | $1.676^{D}$ | $1.936^{A}$ | N28 | |
| | | $1.283^{c}$ | $1.550^{b}$ | $1.799^{a}$ | متوسط قطر فتحة الغربال | |
| عدد الشفرات=0.17 | | الخلوص المقعر=0.12 | | $LSD_{5\%}$ | | |
| التفاعل=0.01 | | قطر فتحة الغربال=0.09 | | | | |

يشير اختلاف الأحرف الصغيرة الى وجود فروق معنوية بالنسبة للمعاملات، اما اختلاف الأحرف الكبيرة فيشير الى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل على مستوى ثقة 95%.

**الاستنتاجات Conclusions:**

من خلال ما تقدم نستنتج ما يلي:

1. بزيادة قطر فتحة الغربال وتقليل مسافة الخلوص المقعر للمجرشة المطرقية تزداد الإنتاجية والكثافة الظاهرية للذرة المجروشة ومتوسط القطر الهندسي للجسيمات مع انخفاض في قيمة القدرة المستهلكة.

2. بانخفاض قطر فتحة الغربال والخلوص المقعر تزداد الكثافة الحقيقية للذرة المجروشة وتزداد نسبة الذرة المجروشة الناعمة أي أن النسبة المئوية للجرش الناعم تتناسب عكساً مع قطر فتحة الغربال.
3. بالنسبة لمعاملة عدد الشفرات لم يبدي أية فروق معنوية لكل المؤشرات المدروسة.
4. يتطلب الجرش الناعم طاقة أكبر بكثير من الجرش الخشن لنفس الحبوب
5. ينخفض معامل قابلية الجرش مع زيادة قطر فتحة الغربال وزيادة مسافة الخلوص المقعر.

**التوصيات Recommendations:**

1. نوصي بإجراء دراسات أخرى تتضمن معدلات تغذية او مستويات رطوبة للحبوب او سرعة دوران مختلفة ومقارنة نتائج هذه المعاملات بالنسبة للمجرشة المطرقية.
2. عند تقديم العلف للحيوانات بشكل دريس يفضل زيادة قطر فتحة الغربال وزيادة عدد الشفرات وتقليل الخلوص المقعر وعندما يراد كبسلة العلف يفضل تقليل قطر فتحة الغربال للحصول على أعلى نسبة انضغاط للجسيمات.
3. نوصي عند تصميم المجرشة المطرقية بتقليل مسافة الخلوص المقعر بين طرف الشفرات والسطح الداخلي لغربال المجرشة المطرقية قدر الإمكان.
4. توجيه المنشأة الإنتاجية في كلية الزراعة باستخدام غربال بقطر فتحة 5 mm وبخلوص مقعر 5 mm وعدد شفرات 26 شفرة كون هذا التفاعل بين المعاملات نموذجي من ناحية الإنتاجية والطاقة النوعية ويقدم اعلى جودة للذرة المجروشة (متوسط القطر الهندسي).

**التمويل:**

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل:(501100020595).

## المراجع:

### المراجع العربية:

1. ابراهيم، اسماعيل خليل وعبد الإله حميد صالح. 2011. اساسيات تغذية الدواجن. عمان. دار مجدلاوي للنشر والتوزيع.
2. الياسين علي عبد الخالق ومحمد حسن عبد العباس. 2010. تغذية الطيور الداجنة. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

### المراجع الأجنبية:

1. ASABE S319.4. 2008. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. St. Joseph, Mich.: ASABE.
2. Bruhn, H. D. Importance of Feed Processing Work. Flour and Feed. October 1954, 55:12-13.
3. Dziki, D. and J. Laskowski. 2000. Badanie właściwości przemiałowych wybranych odmian pszenicy. InŜynieria Rolnicza., 8 (19), 63-69.
4. Goodband, R. D., Tokach, M. D., & Nelssen, J. L. (2002). The Effects of Diet Particle Size on Animal Performance. Kansas State University, 1–6.
5. Halim, D. A., Ibrahim, M., Sidiq, M. S., & Rizki, K. (2020). Optimasi Setting Posisi Screen dan Blower terhadap Kapasitas serta Granulasi pada Proses Grinding di PT . Malindofeedmill , Tbk Grobogan. 1(2), 13–18. https://doi.org/10.35970/accurate.v1i2.327
6. Ifeolu, J., Olatayo, S., Ogundare, A. A., Adefuye, O. A., & Bamido, E. (2022). Effect of screen size on particle size distribution and performance of a small-scale design for a combined chopping and milling machine. Cleaner Engineering and Technology, 7(January), 100426. https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100426
7. Martin, J. W., and June Roberts. Feed Grinding with Small Electric Motors. Kansas Extension Service Bulletin 87. September 1941.
8. Mi, D., Bahnasawy, A., & Ali, S. (2015). Grinding Parameters and their Effects on the Quality of Corn for Feed Processing. 6(9). https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000482
9. Naik, S., and B. Chaudhuri. 2015. Quantifying dry milling pharmaceutical processing: a review on experimental and modeling approaches. Journal of Pharmaceutical Sciences, 104(8): 2401–2413.
10. Payne, J.D. 1997. Trouble Shooting The Pelleting Process. Borregaard Ligno Tech. American Soybean Association. FT 40 – 1997.
11. Shirshaab, A. J., and Jassim, J. M. (2021). effect of adding different levels of Portulaca oleracea L. seeds and leaves powder to the diet on productive and physiological performance of broiler chickens (Ross308). Basrah Journal of Agricultural Sciences, 34, 38–48.
12. Thomas, George F., G. A. Carlson, and Harold J. Alsted. Basic Facts in Focus on Grinding, Mixing, Conveying with Air. The Feed Bag. April 1958, 34:88-93.
13. Vukmirovic, D., Fistes, A., & Colovic, R. (2015). Influence of grinding method and grinding intensity of corn on mill energy consumption and pellet quality. October. https://doi.org/10.2298/HEMIND141114012V