

تصنيع واختبار جهاز لقياس متانة الحبيبات العلفية تحت تأثير ضغط الهواء

باسم عبود عباس الشمري

أستاذ مساعد/ قسم الانتاج الحيواني/ كلية الزراعة /جامعة ديالى

الخلاصة

صنع جهاز لقياس متانة الحبيبات العلفية تحت تأثير ضغط الهواء ومن ثم اختباره بالمقارنة مع جهاز قياس متانة الحبيبات ذو علبة الاسقاط حيث تعد المتانة اهم مؤشر في تحديد نوعية تلك الحبيبات، شمل تصنيع الجهاز بلور هواء ربطت فتحة تصريفه مع انبوبة وضعت بوضع منحني من الاعلى الى الاسفل جانبها السفلي ربط مع فتحة تصريف البلور اما العلوي فقد ربط مع قمع مخروطي وقد زود جانب القمع السفلي بمشبك سلكي، وقد وضع القمع المخروطي على جسم مطاطي لإسناده بعد ثقب غطاءه العلوي كما ثقب الجسم المطاطي من الجانب السفلي لتثبيت انبوبة الهواء واسنادها وايصالها الى فتحة البلور، غطي القمع من الاعلى بغطاء شبه مخروطي مزود بمنخل من الاعلى كما وضع منخل اخر فوّهه لزيادة الوزن على المنخل المخروطي الاول وعدم ازالته بفعل قوة دفع الهواء.

اختبر الجهاز بواسطة تصنيع حبيبات علفية تم التحكم بمتغيرين لظروف انتاجها وهما قطر ثقب التشكيل وحرارة ماء العليقة ومقارنة تأثيرهما في متانة الحبيبات العلفية ونسبة تفتت الحبيبات المقاسة بالجهازين. نظمت معاملات الاختبار بتجربة عاملية وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) وبثلاث مكررات. اظهرت النتائج ان زيادة قطر ثقب التشكيل من 2.5 الى 4.5 ملم ادى الى انخفاض معنوي في متانة الحبيبات و زيادة معنوية في نسبة تفتتها ولكلا الجهازين . ومع زيادة حرارة ماء العليقة من 17 الى 34 ثم الى 51 م زادت معنويا متانة الحبيبات وانخفضت معنويا نسبة التفتت ولكلا الجهازين. كذلك وجدت علاقة ارتباط عالية المعنوية بين قراءات الجهازين وكانت قيمة معامل الارتباط 0.969 .

الكلمات المفتاحية:

الحبيبات العلفية، متانة الحبيبات،

نوعية الحبيبات، النوعية الفيزيائية.

للمراسلة:

باسم عبود عباس الشمري

البريد الإلكتروني:

bsmmuhandis@yahoo.com

الاستلام: 2017 / 3 / 12

القبول: 2017 / 12 / 4

Manufacture and Testing of a Device for Measuring the Pellet Feed Durability Under the Effect of Air Pressure

Basim Aboud Abbas AL-Shemary

Assist. Professor/ Dept. of Animal Production/ College of Agriculture / Diyala University

ABSTRACT

Key Words:

pellet, pellet durability, pellet quality, physical quality.

Corresponding Author:

Basim A. A. AL-Shemary

E-mail:

bsmmuhandis@yahoo.com

Received: 12/3/2017

Accepted: 4/12/2017

Making device to measure the durability feed pellet under the effect of air pressure and then tested and compared with the measurement device the durability of the feed pellet with tumbling can where durability is the most important indicator in determining the quality of those pellet, Included air blower device manufacturing connected with the discharge tube hole status curved from top to bottom part, the lower link with the discharge of blower hole either the upper link with funnel has been provided by the conical funnel bottom clip wired suppression cone on a rubber body for awarding me has put a hole after the upper lid and body rubber hole from the bottom side to install the air tube and attribution and delivery to hole crystal, Cover Suppression of the Supreme semi-conical sieve provider of top cover as a sieve last put it to increase the weight on the first conical sieve and not removed by the air force payment. Tested the device by feed pellet was manufactured with two variables to control the circumstances of its production and two holes forming and heat the feed water and compared their impact on the pellet durability and pellet percentage of Abrasion pellet measured the devices Arranged the test global experience of factors in accordance with the complete random design (CRD) and three replicates.

Experiment carried out at the College of Agriculture / Diyala University in 2015. The results showed that increasing the diameter of the holes forming from 2.5 to 4.5 mm led to a significant decrease in the pellet durability and a significant increase in the percentage of Abrasion, respectively. With the increase in feed

water temperature from 17 to 34 and then to 51 m increased significantly durability of the pellet and decreased the percentage of Abrasion, respectively. Also found highly significant correlation between the two readings and the value of the correlation coefficient was 0.969.

المقدمة:

اثبتت الدراسات ان انتاج الاعلاف بشكل حبيبات فيه فوائد كثيرة سواء كانت للطيور نفسها او للمربي اذ يتيح للطائر فرصة الحصول على جميع العناصر الغذائية في حبيبة واحدة مضغوطة يستبعد فيها الانتقاء والتميز كما ان الحرارة والضغط المطلوبين في صناعة العلف الحبيبي يؤديان الى تحسين القيمة الغذائية للعلف (الياسين وعبد العباس، 2010). ذكر بن عامر والحاج (1997) ان الحيوانات تفضل عموماً شكل الحبيبات العلفية، قياساً مع المواد العلفية المطحونة، وغالباً ما يكون تحويل الاجزاء المطحونة طحناً ناعماً من العليقة على شكل حبيبات علفية امراً مستساغاً للحيوانات، ومن ثم تقليل التبديد وزيادة استهلاك العلف وكفاءة تحويله. اوضح Winowski (1995) ان نوعية الحبيبات العلفية تشكل قيمة اقتصادية بالنظر لارتفاع كلفة الانتاج اذ يجب ان لا يترك معها مجال للاختيار حيث تتولد الدقائق الناعمة مع عملية التصنيع او بعدها نتيجة الحركة الميكانيكية للحبيبات خلال عمليات النقل حيث تتعرض الحبيبات الى قوى يمكن ان تصنف الى تصادم وانضغاط و قص، واستنتج في خلاصة بحثه ان قياس متانة الحبيبات يجب ان يكون الخطوة الاولى التي يصحح على اساسها الظروف المرافقة لعملية الإنتاج لتحسين النوعية. بين Bringas وآخرون (2007) ان تداول الحبيبات العلفية بواسطة النواقل الهوائية يعتقد انها تسبب حدوث التفتت للحبيبات اضافة الى تعرضها الى مسببات اجهاد مختلفة بعد الانتاج واثاء التداول لذا فان معايير النوعية الفيزيائية مهمة للمساعدة في تحسين نوعية الاعلاف في الاسواق ولجعلها قوانين منظمة للسيطرة عليها مستقبلاً. ذكر Dozier (2001) ان نوعية الحبيبات العلفية يشار اليها عن طريق متانتها وعرف المتانة Durability بأنها التماسك الفيزيائي للعلائق المصنعة بشكل حبيبات علفية مع أقل دقائق ناعمة أو اجزاء متفتتة من تلك الحبيبات اثناء المعاملة او النقل والتي يتم تقديرها اعتماداً على النسبة المئوية للحبيبات الكاملة او الدقائق الناعمة المتولدة منها. بين Gilpin وآخرون (2002) ان نوعية الحبيبات العلفية تقاس عن طريق تحديد متانتها. واكد Payne (1997) ان متانة الحبيبات هي الإجراء الأكثر اهمية للكشف عن نوعية هذه الحبيبات. استنتج Moritz وآخرون (2001) من خلاصة بحثهم ان مميزات عملية التغذية بأستعمال الحبيبات العلفية تقترن مع زيادة متانة هذه الحبيبات. أوضح Rolfe وآخرون (2000) ان عمليات تصنيع الحبيبات العلفية يمكن ان تستغل لعمل حبيبات تحوي جميع الصفات النوعية المرغوبة عن طريق تنظيم ظروف ومحددات التصنيع لما لها من تأثير في متانة هذه الحبيبات وثباتيتها في الماء وغيرها من الصفات الفيزيائية للحبيبات العلفية. ذكر Behnke (2001) ان قطر فتحات التشكيل عامل ذات تأثير مهم في نوعية الحبيبات المنتجة. بين Skoch وآخرون (1981) ان تعرض العليقة للحرارة والرطوبة اثناء التشكيل تعطيها خاصية الالتصاق خاصة سطحها الخارجي ما يحسن نوعيتها لتصبح حبيبات صلبة مع تقليل المواد الناعمة المتفتتة منها اثناء المعاملة والنقل. اكد محمد علي ودميان (1988) ان تعريض خليط المواد المجروشة الرطب الى ضغط مرتفع يؤدي الى ارتفاع حرارة هذا الخليط. اثبت Thomas و Van der Poel (1996) في نتائج توصل اليها الى ان زيادة حرارة العليقة رافقها زيادة في متانة الحبيبات العلفية. يهدف البحث إلى تصنيع واختبار جهاز لقياس متانة الحبيبات العلفية ونسبة تفتت الحبيبات بتأثير ضغط الهواء ومقارنة النتائج المستحصلة مع جهاز اخر ليتسنى معرفة مدى دقة النتائج.

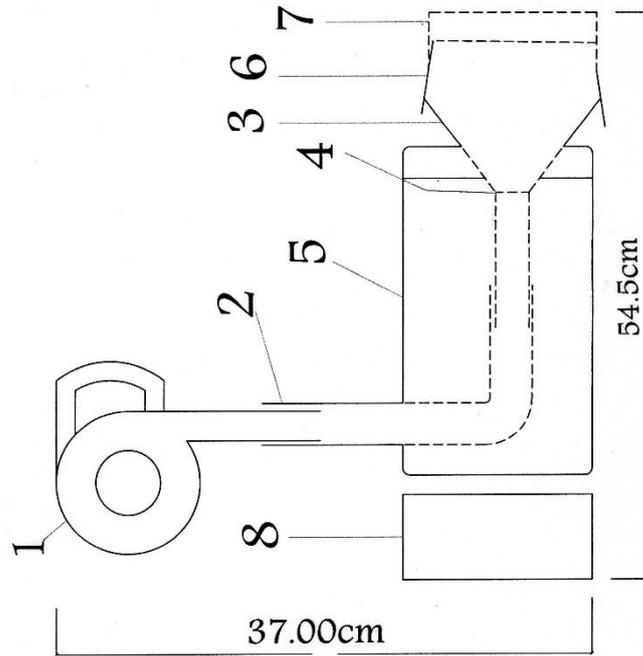
المواد وطرائق البحث:

تصنيع الجهاز:

تم تصنيع جهاز قياس متانة الحبيبات العلفية بضغط الهواء استناداً الى Lowe (2007) وهو يتكون كما في الشكل (1) من بلور هواء 1 ربطت فتحة تصريف هواء البلور مع انبوبة بلاستيكية مرنة 2 بقطر مقداره 3.5 سم وطول الانبوبة مقداره 44 سم وقد وضعت الانبوبة بوضع منحني من الاعلى الى الاسفل، جانبها السفلي ربط مع فتحة تصريف البلور اما الجانب العلوي

القائم فقد ربط مع قمع مخروطي 6 قطر فتحته العلوية بمقدار 22 سم اما جانب القمع السفلي المرتبط مع الانبوبة زودت بمشبك سلكي 4 ذو قطر فتحات صغيرة، وضع القمع المخروطي على جسم مطاطي 5 لاسناده بعد ثقب غطاءه العلوي كما ثقب الجسم المطاطي من الجانب السفلي لتثبيت انبوبة الهواء واسنادها وايصالها الى فتحة البلور ، كما غطي القمع من الاعلى بغطاء شبه مخروطي 6 مزود بمصفي من الاعلى للسماح بخروج هواء البلور اثناء وقت الاختبار كما وضع مصفي اخر 7 فوق المنخل الاول لزيادة الوزن على المنخل الاول وعدم ازالته بفعل قوة دفع الهواء، اما ابعاد الجهاز فكانت الطول 54.5 سم اما العرض فكان 37 سم.

اما مواصفات بلور الهواء المستعمل فكانت فولتية 220 فولت وتردد 50 هرتز القدرة المدخلة 650 واط وضغط الهواء 8000 باسكال وحجم الهواء 2.3 م³/دقيقة .



1- بلور هواء 2- انبوبة 3- قمع مخروطي 4- مشبك سلكي 5- جسم اسناد

6- منخل مخروطي 7- منخل اعتيادي 8- قاعدة

شكل (1) مخطط الجهاز



شكل (2) مسقط امامي للجهاز

أختبار الجهاز:

استعملت في الاختبار حبيبات علفية مصنعة من عليقة خاصة بتغذية الدجاج مكونة من عدد من المواد العلفية وفق نسب محددة وهي ذرة صفراء (30%) وحنطة (23%) وشعير (8%) و كسبة فول الصويا (30%) ومركز بروتين حيواني (8%) وملح (0.5) وفيتامينات ومعادن (0.5) وقد استعملت آلة برميكية من نوع (Gosonic) موديل GMG-826 ابعادها طول x عرض x ارتفاع (257 x 251 x 308) صينية الصنع لإنتاج الحبيبات العلفية ضمن تجربة عاملية ضمت المعاملات الآتية:

1- جهازي اختبار وبجهازين بضغط الهواء (الجهاز المصنع) وعلبة الاسقاط (جهاز المقارنة)

2- قطر ثقب التشكيل وبقطرين 2.5 و 4.5 ملم

3- حرارة ماء العليقة وبثلاث درجات للحرارة 17 و 34 و 51 م°

و دراسة تأثيرها في متانة الحبيبات ونسبة تفتت الحبيبات لأختبار عمل الجهاز المصنع ومقارنته مع جهاز علبة الاسقاط . تم توزيع معاملات الاختبار وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) واختبرت الفروق بين المعاملات وفق اختبار اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمالية (0.05) وأستعمل البرنامج SPSS لأجراء التحليل الاحصائي وفقاً الى بشير (2003) مع عشوائية توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية وبثلاث مكررات، استعمل لتحديد نعومة الجرش غربال بقطر 1.5 ملم وحدد مستوى نعومة جرش العليقة 0.643 ملم باستعمال مجموعة مناخل بأقطار مختلفة وحسب طريقة Istvan (1980)، فيما تم احتساب رطوبة العليقة باستعمال التجفيف بالفرن الكهربائي وعلى اساس الوزن الرطب وفق ما ذكره Pfoست (1976) وكانت رطوبة العليقة 39.2%. نفذت التجربة في مختبرات قسم الانتاج الحيواني/ كلية الزراعة / جامعة ديالى 2015 . تم حساب النتائج كالآتي :

1- متانة الحبيبات العلفية (pellet durability %)

تم حسابها بعد وزن عينة من الحبيبات مقدارها 100 غم باستعمال ميزان الكتروني حساس ووضعها في داخل القمع المخروطي وتشغيل البلور الكهربائي لمدة 30 ثانية ثم أخذت العينة وتم غربلتها في غربال قطر فتحاته تتناسب مع قطر الحبيبات الموضوعه فيه وعلى وفق ما جاء في ASAE (2007) بعد ان تم عزل ما تبقى من حبيبات كاملة اعلى الغربال عن المتفتت منها لتوزن مرة وتحسب المتانة عن طريقها وفق المعادلة الآتية :-

$$\text{متانة الحبيبات العلفية (\%)} = 100 \times \frac{\text{وزن العينة المتبقي فوق الغربال}}{\text{وزن العينة الاولي}}$$

2- نسبة التفتت (Abrasion %)

وهي ما يتفتت او يتكسر الى قطع صغيرة من الحبيبات اسفل الغربال بعد عملية اختبارها بالجهاز واجراء عملية الغربلة لها و تم احتسابها باتباع طريقة Lowe (2007) وفق المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التفتت (\%)} = 100 \times \frac{\text{وزن العينة الاولي - المتبقي فوق الغربال}}{\text{وزن العينة الاولي}}$$

النتائج والمناقشة:

1- متانة الحبيبات العلفية (pellet durability %)

يبين جدول (1) وجود تأثير معنوي في المتانة بين اختبار جهاز ضغط الهواء وجهاز علبة الاسقاط 89.18 و 84.38 % وهذا بديهي لان تعامل علبة الاسقاط ميكانيكيا مع النماذج اقصى من التعامل بضغط الهواء . ويتضح من جدول (1) ان زيادة قطر ثقوب التشكيل من 2.5 الى 4.5 ملم رافقها انخفاض متانة الحبيبات من 92.61 الى 80.95 % ويعزى ذلك الى تعرض العليقة للضغط لمدة اقل من قبل بريمة الآلة داخل غلافها مع زيادة قطر الثقوب الذي يؤدي الى تسريع خروجها ما ينتج عنه قلة احكام تماسك مكوناتها ليؤدي بالنتيجة الى انخفاض متانة الحبيبات المصنعة، وهذا يتفق مع محمد علي ودميان (1988) و Behnk (2001). ادت زيادة حرارة ماء العليقة من 17 الى 34 ثم الى 51 م الى زيادة معنوية في متانة الحبيبات العلفية من 80.06 الى 88.17 ثم الى 10.92%. ويعزى سبب ذلك الى زيادة خاصية الالتصاق والتماسك بين مكونات العليقة وبالاخص سطحها الخارجي نتيجة احداث جلنتة جزئية لحبيبات النشا للمكونات ما يساعد على التماسك والقوة وهذه النتيجة تتفق مع Skoch واخرون (1981) و Thomas و Van der Poel (1996).

كما بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي للتداخل بين نوع الجهاز وقطر الثقوب اذ كانت اعلى متانة 94.07 % مع جهاز الهواء والثقوب 2.5 ملم اما اقل متانة 77.62 % مع جهاز علبة الاسقاط والثقوب 4.5 ملم. كما بين التداخل بين نوع الجهاز وحرارة الماء وجود تأثير معنوي اعطى اعلى متانة 93.62 % مع جهاز الهواء والحرارة 51 م اما اقل متانة 75.98 % مع علبة الاسقاط والحرارة 17 م.

واظهر التداخل بين ثقبو التشكيل وحرارة الماء تأثيرا معنويا اذ كانت اعلى متانة 96.12 % مع الثقبو 2.5 والحرارة 51 م، اما اقل متانة فكانت 72.99 % مع الثقبو 4.5 والحرارة 17 م. كما اظهر التداخل بين جهاز الاختبار والثقبو وحرارة الماء تأثير معنوي تمثل في اعلى متانة 96.25 % مع جهاز ضغط الهواء والثقبو 2.5 ملم وحرارة الماء 51 م اما اقل متانة 68.96 % مع جهاز علبة الاسقاط و الثقبو 4.5 ملم وحرارة الماء 17 م

جدول (1) تأثير نوع الجهاز وثقبو التشكيل وحرارة ماء العليقة في متانة الحبيبات العلفية(%)

تأثير الجهاز × الثقبو	حرارة ماء العليقة (م)			ثقبو التشكيل (ملم)	نوع الجهاز
	51	34	17		
b 91.14	a 96.00	a 94.43	b 83.01	2.5	علبة الاسقاط
d 77.62	b 85.17	c 78.72	d 68.96	4.5	
a 94.07	a 96.25	a 94.71	a 91.27	2.5	ضغط الهواء
c 84.28	a 91.00	b 84.82	c 77.03	4.5	
	a 92.10	b 88.17	c 80.06		تأثير الحرارة
تأثير الجهاز × الحرارة					
b 84.38	تأثير	b 90.59	c 86.57	d 75.98	علبة الاسقاط
a 89.18	الجهاز	a 93.62	b 89.76	d 84.15	ضغط الهواء
تأثير الثقبو × الحرارة					
a 92.61	تأثير	a 96.12	a 94.57	b 87.14	2.5
b 80.95	الثقبو	b 88.09	c 81.77	d 72.99	4.5
قيم LSD على مستوى 0.05					
الجهاز × الثقبو × الحرارة: 3.38		الجهاز × الثقبو: 1.95		الجهاز: 1.38	
		الجهاز × الحرارة: 2.39		الثقبو: 1.38	
		الثقبو × الحرارة: 2.39		الحرارة: 1.69	

يشير اختلاف الرموز a,b,c,d الى وجود فرق معنوي بين المتوسطات اما تشابه الرموز ضمن التأثير الواحد مثلا a,a يشير الى عدم وجود فرق معنوي.

أكد تحليل الارتباط وجود علاقة ارتباط عالية المعنوية تم حسابها بموجب معادلة التوقع حيث بلغ معامل الارتباط (0.969) بين الجهازين ذو علبة الاسقاط والجهاز المصنع بضغط الهواء ما يدل على دقة القراءات المختبرية للجهاز المصنع وامكانية اعتماد هذه القراءة مباشرة. ولغرض جعل جهاز ذو علبة الاسقاط يصحح قراءة الجهاز المصنع محليا تم عمل معادلة الانحدار للقراءة في الجهاز المصنع محليا (Y) على القراءة في جهاز علبة الاسقاط (X) بلغت 0.686 ± 0.087 وكانت قيمة الانحدار عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) مع وضع معادلة التوقع للقيم في الجهاز المصنع وفق المعادلة الاتية :

$$Y = 31.272 + 0.686 x$$

حيث تمثل Y القيمة المتوقعة في الجهاز المصنع X القراءة في جهاز علبة الاسقاط

2- نسبة تفتت الحبيبات (Abrasion %)

يتضح من جدول (2) وجود تأثير معنوي في تفتت الحبيبات بين اختبار جهاز ضغط الهواء وجهاز علبة الاسقاط 10.81 و 15.63 % على التوالي، ويعزى السبب الى ان تعامل علبة الاسقاط مكانيكيا مع النماذج اقصى من التعامل بضغط الهواء . ويتبين من جدول (2) ان زيادة قطر ثقب التشكيل من 2.5 الى 4.5 ملم رافقها زيادة معنوية في تفتت الحبيبات من 7.38 الى 19.06 % ويعزى ذلك الى انخفاض متانة الحبيبات مع زيادة قطر الثقب ما ينتج عنه قلة احكام تماسك مكونات الحبيبات ليؤدي بالنتيجة الى زيادة نسبة تفتت الحبيبات المصنعة وهذا يتفق مع ما ذكره محمد علي وديميان (1988) و Behnk (2001) .

جدول (2) تأثير نوع الجهاز وثقوب التشكيل وحرارة ماء العليقة في نسبة التفتت (%)

تأثير الجهاز × الثقوب	حرارة ماء العليقة (م)			ثقوب التشكيل (ملم)	نوع الجهاز
	51	34	17		
c 8.85	d 3.99	d 5.57	c 16.99	2.5	علبة الاسقاط
a 22.41	c 14.91	b 21.27	a 31.04	4.5	
d 5.92	d 3.75	d 5.29	d 8.73	2.5	ضغط الهواء
b 15.71	a 8.99	b 15.18	b 22.97	4.5	
	c 7.91	b 11.82	a 19.93		تأثير الحرارة
تأثير الجهاز × الحرارة					
a 15.63	تأثير	d 9.45	c 13.42	a 24.01	علبة الاسقاط
b 10.81	الجهاز	e 6.37	d 10.23	b 15.85	ضغط الهواء
تأثير الثقوب × الحرارة					
b 7.38	تأثير	d 3.87	d 5.43	c 12.86	2.5
a 19.06	الثقوب	c 11.95	b 18.22	a 27.00	4.5
قيم LSD على مستوى 0.05					
الجهاز × الثقوب × الحرارة: 3.36		الجهاز × الثقوب: 1.94		الجهاز: 1.37	
		الجهاز × الحرارة: 2.37		الثقوب: 1.37	
		الثقوب × الحرارة: 2.37		الحرارة: 1.68	

يشير اختلاف الرموز a,b,c,d الى وجود فرق معنوي بين المتوسطات اما تشابه الرموز ضمن التأثير الواحد مثلا a,a يشير الى عدم وجود فرق معنوي.

ادت زيادة حرارة ماء العليقة من 17 الى 34 ثم الى 51 م الى انخفاض معنوي في تفتت الحبيبات من 19.93 الى 11.82 ثم الى 7.91%. ويعزى سبب ذلك الى زيادة خاصية الالتصاق والتماسك بين مكونات العليقة نتيجة احداث جلتة جزئية لحبيبات النشا للمكونات وبالتالي نقل نسبة المنفتت منها وهذه النتيجة تتفق مع Winowski (1995) و Van der Poel (1996). كما بين التحليل الاحصائي وجود تأثير معنوي للتداخل بين نوع الجهاز وقطر الثقوب اذ كانت اعلى نسبة تفتت 22.41 % مع جهاز علبة الاسقاط والثقوب 4.5 ملم اما اقل تفتت 5.92 % مع جهاز الهواء والثقوب 2.5 ملم. كما بين

التداخل بين نوع الجهاز وحرارة الماء وجود تأثير معنوي اعطى اعلى تفتت 24.01 % مع جهاز علبة الاسقاط والحرارة 17 م° اما اقل نسبة تفتت 6.37 % مع جهاز الهواء والحرارة 51 م°.

وبين التداخل بين تقوب التشكيل وحرارة الماء تأثيرا معنويا اذ كان اعلى تفتت 27.00 % مع التقوب 4.5 والحرارة 17 م°، اما اقل تفتت فكان 3.87 % مع التقوب 2.5 والحرارة 51 م°.

كما اظهر التداخل بين نوع الجهاز والتقوب وحرارة الماء تأثير معنوي تمثل في اعلى تفتت 31.04 % مع جهاز علبة الاسقاط والتقوب 4.5 ملم وحرارة الماء 17 م° اما اقل تفتت 3.75 % مع جهاز ضغط الهواء والتقوب 2.5 ملم وحرارة الماء 51 م°

المصادر:

بشير، سعد زغلول. 2003. دليلك الى البرنامج الإحصائي SPSS. الإصدار العاشر. المعهد العربي للتدريب والبحوث الإحصائية. بن عامر، محمد السنوسي وحسن محمد احمد الحاج. 1997. اساسيات تغذية واعلاف الحيوان. (مترجم)، المجلد الثالث، منشورات جامعة عمر المختار - البيضاء. كلية الطب البيطري. الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى .
الياسين، علي عبد الخالق ومحمد حسن عبد العباس. 2010. تغذية الطيور الداجنة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد، ص 252.

محمد علي ، لطفي حسين و توفيق فهمي دميان. 1988. معدات مكننة الإنتاج الحيواني. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. ASAE, 2007. Cubes , pellets , crumbles –definition and methods for determining density, durability and moisture content. 624-626, ASAE standard S269.4, Agricultural Engineers Yearbook of Standards. American society of agricultural and biological engineers.

Behnke, K.C. 2001. Factors Influencing Pellet Quality. Department of Grain Science and Industry, Kansas University, Manhattan, Kansas USA, Feed Tech. 5 (4).

Bringas; C; Salas. L; Plassen, O.I; Lekang, R and Schuller B. 2007. Measuring physical quality of pelleted feed by texture profile analysis, a new pellet tester and comparisons to other common Measurement devices.

Dozier, W.A. 2001. Cost – effective pellet quality for meat birds Feed management, February, 52 (2).

Gilpin, A.S; Herrman T.G; Behnke .K.C. and Fairchild. F.J . 2002. Feed moisture retention time. And steam as quality and energy utilization determinants in the pelleting process .applied engineering in agriculture.

Istvan, B. 1980. Particle size distribution of barley ground by hammer mills. Trans of the ASAE. 23(6):145-149.

Low, R. 2007. Pellet stability quality .institute of feed technology of IFF braunschweig – thune, germany. (9)2.

Moritz, J .S; Beyer, R.S; Wilson, K .J, Carmer, K. R, Mckinney L. J and Firchld F .J .2001. Effect of Moisture Addition at The Mixer to A corn – soybean – based diet on broiler performance. Poultry Science Association , Inc Journal of Applied Poultry Research 10: 347-353.

Payne, J, D. 1997. Troubleshooting the pelting process. American soybean association.

Pfost, H, B. 1976. Feed manufacturing technology American feed manufactures association, INC.

Rolfe, L, A; Huff, H .E and Hsieh F. 2000 .the effect of processing condition on the quality of extruded catfish feed. American society of agricultural engineers, ASAE. 43(6): 1737- 1743.

Skoch, E.R; Behnke, K.C; Deyoe, C.W. and Binder, S.F. 1981. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process, Anim.Feed Sci. Technol., 6: 83-90.

Thomas, M and Van Der Poel, A.F.B., 1996 Physical Quality of Pelleted Animal Feed. 1. Criteria for pellet quality. Anim. Feed Sci. Technol. 61 89-112.

Winowiski, T. S. 1995. Pellet quality in animal feeds. American soybean association, lingo tech.