مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

دراسة تأثير الخواص الهندسية والفيزيائية لبذور بعض المحاصيل على المواصفات الهندسية لأجهزة تلقيم البذار

الدكتور ربيع حبيب*

الدكتور محمد نور الدين التنبي**

(تاريخ الإيداع 19 / 7 / 2018. قُبِل للنشر في 2/ 10 / 2018)

□ ملخّص □

يعتبر التوافق بين الآلات الزراعية والمواد التي تتعامل معها من المتطلبات الأساسية التي تحقق أفضل أداء للآلة، ولتحقيق هذا الهدف يجب توفر بيانات وتحليلات دقيقة عن الخواص الهندسية لتلك المواد، والتي تشكل قاعدة بيانات ضرورية في تصميم وتطوير وتركيب الآلات والمعدات الزراعية وفي التحكم في هذه الآلات، وفي تحليل وتقدير كفاءة عملها.

وقد أجري هذا البحث لدراسة بعض تلك الخواص الفيزيائية لبذور بعض المحاصيل الزراعية السورية الشائعة، ومن ثم استخدام بعضاً من هذه الخواص في تحديد واختيار أجهزة التلقيم في آلات البذار والتسطير، والتي تتوافق مع بذور تلك المحاصيل المحلية.

وقد تم دراسة هذه الخواص لتحديد أشكال وأبعاد خلايا أجهزة التلقيم في آلات البذار المناسبة لزراعة كل من: الذرة الصفراء، البازلاء، الحمص، الفاصولياء، الفول، وأخيراً القطن، وكذلك تحديد أبعاد تموجات جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة في آلات التسطير لزراعة كل من: القمح والعدس، بالإضافة إلى ذلك تم وضع مجموعة من المعادلات يمكن من خلالها معرفة الخواص الهندسية للبذور المدروسة من خلال معرفة أحد أبعادها الثلاثية فقط.

الكلمات المفتاحية: الخواص الهندسية للبذور، الخواص الفيزيائية للبذور، أبعاد البذور، جهاز التلقيم، خلايا التلقيم، جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة، آلة البذار، آلة التسطير.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة الميكاترونيك كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** أستاذ مساعد في قسم الهندسة الريفية كلية الهندسة الزراعية – جامعة حلب – حلب – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

Studying the engineering and physical properties of seeds for some crops and their effect on the properties of feeders in seeders.

Dr. Rabie Ahmad Habib*
Dr. Muhammad Nour Al-dean Al-Tenbi**

(Received 19 / 7 / 2018. Accepted 2 / 10 / 2018)

□ ABSTRACT □

A proper matching of agricultural machinery with properties of materials forms the essential requirements which lead to best performance of machine.
To achieve that goal, availability of data and precision analysis on engineering and physical properties of these materials is required. This forms important and necessary data base for the design, development and structure of agricultural machinery and equipments, control and analysis of machines and determination of efficiency of machines.
This research was carried out to study some engineering and physical properties of seeds of common Syrian crops to be used in the design and development of some agricultural machinery and equipments.
Results provided the shapes and dimensions of cells of feeding devices for planting seeds of some crops namely, wheat, maize, lentil, pea, chick-pea, kidney bean, broad bean and cotton.
In addition a set of empirical equations were established to be used to predict, with reasonable accuracy, the physical properties of crops seeds based on measurement of any of three dimensions (length, width and thickness).

Key words: Engineering Physical properties of seeds, Physical properties of seeds, Dimensions of seeds, Feeding device, Cells of feeding, Fluted forced feed, Planter, Grain drill.

* **Associated Professor, Department of Micronics, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Associated Professor, department of Rural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Aleppo University, Aleppo, Syria.**

مقدمة

أدت الزراعة الحديثة إلى تداول ومعالجة المواد النباتية بطرق ووسائل متعددة تعتمد على أجهزة ميكانيكية وحرارية وكهربائية وبصرية، وعلى الرغم من تزايد هذه الطرق إلا أن المعلومات لا تزال قليلة حول الخواص الأساسية للمواد الزراعية، كالخواص الهندسية والفيزيائية والميكانيكية والحرارية ... الخ.

إن معرفة هذه الخواص تشكل قاعدة بيانات مهمة وضرورية في تصميم وتطوير وتركيب الآلات والمعدات الزراعية وفي التحكم في هذه الآلات، وفي تحليل وتقدير كفاءة عمل هذه الآلات. (Bagvand, Lorestani 2013)

أهمية البحث وأهدافه

يهدف هذا البحث إلى دراسة بعض الخواص الهندسية والفيزيائية لبذور بعض المحاصيل الزراعية السورية الاقتصادية الشائعة الزراعة، وذلك للتوصية باستخدام هذه الخواص في تصميم وتطوير أو اختيار بعض الآليات والمعدات الزراعية، كتحديد طول وعرض وسمك خلايا أجهزة التلقيم في آلات البذار، بحيث يتم التقاط بذرة واحدة فقط واستقرارها بالشكل الصحيح داخل الخلية مما يحافظ على سلامتها ويوصلها إلى أنبوب البذور بيسر وسهولة، وتحديد أبعاد تموجات جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة في آلات تسطير الحبوب.

الدراسات المرجعية

من أهم متطلبات الزراعة الدقيقة لمحاصيل الخطوط أن تكون البذور أو وحدات البذر منتظمة في الحجم والشكل والطبيعة بحيث يمكن أن تتفرق عن بعضها بسهولة ويتم تداولها بأجهزة التلقيم ذات الخلايا، وللحصول على أفضل النتائج فإن هذا يتطلب تدريج وتصنيف البذور ضمن درجات حجمية مقبولة، بالإضافة إلى اختيار جهاز تلقيم البذور القرصي المناسب، فالبذور الكبيرة نوعاً ما بالنسبة لخلايا قرص التلقيم سوف تبقى في صندوق البذور أو سوف تدخل الخلية ولكن سيظهر من الخلية جزء منها ناتئ، وبالتالي سوف تتكسر وتتلف عندما يدور قرص التلقيم. وفي معظم الحالات تكون وحدات البذر الفردية قابلة للتعديل عملياً لتلائم ظروف الحجم والشكل والسطح، ولتكون مناسبة أكثر للبذور للحصول على الزراعة الدقيقة (Bainer et al. 1982)، (التنبي وآخرون 2009).

إن الشكل، والحجم، والمساحة السطحية، والكثافة، والمسامية، واللون وبعض الخصائص الهندسية والفيزيائية مهم في العديد من المشاكل المرتبطة بتصميم آلة معينة أَو تحليل سلوك المنتج في عمليات تداول المواد، فالشكل والحجم خاصتان متلازمتان في الأجسام الفيزيائية، وكلاهما ضروريان بشكل عام للتعبير عن الجسم المدروس بطريقة مرضية، ولمعرفة الشكل يجب قياس بعض الخواص البعدية للجسم المدروس (Joshi et al. 1993), (Nikoobin et al. 2009), (Shittu et al. 2009), (Sobukola and Onwuka 2010).

أما كثافة المنتجات الزراعية فهي تلعب دوراً مهماً في العديد من التطبيقات الأساسية كعمليات فصل المواد غير المرغوبة، وتدريج المواد، وتحديد مستوى النضج، وتصميم الصوامع والمخازن (El-Sayed 1997).

وقد استخدم في تقدير شكل البذور بقياس طولها وعرضها وارتفاعها (سمكها)، ولقياس الأبعاد بدقة تم استخدام جهاز تكبير للصور الضوئية (الفوتوغرافية) للبذور. وقد تأثر تدفق البذور بطول المحور الأكبر للبذور، وأخذ في الحسبان عوامل أخرى في تقدير مقاس البذور مثل: وزن البذور، الحجم، الوزن النوعي، المحتوى الرطوبي، وعدد البذور بالغرام الواحد (Sitkei 1986), (Guru et al. 2014).

كما يمكن وصف المنتجات الزراعية في صورة تعبيرات هندسية مختصرة بحيث يستطيع أي مهندس متخصص أن يستفيد منها بصورة فعالة عند تصميم وتشغيل آلة معينة أو عند تحليل سلوك منتج أثناء تداوله (Suliman et al. 1996).

ومعرفة الخواص الهندسية والفيزيائية للبذور كالحجم والشكل والكثافة الظاهرية، ضرورية في تصميم صناديق آلات الزراعة (البذر) وتسطير البذور. ويتم تقدير تدفق البذور من صناديق البذور بمعرفة زاوية تكويم البذور، معامل الاحتكاك بين البذور وجدران صندوق البذور، شكل صندوق البذور، حجم فتحة التلقيم، والمحتوى الرطوبي للبذور،... الخ (El-Sayed 1997).

وقد تم تطوير جهاز تلقيم آلة زراعة على خطوط لتناسب زراعة بذور القطن المصري غير مزالة الزغب وذلك بمعرفة الخواص الفيزيائية لبذور القطن المصري، ومن أهمها الأبعاد الثلاثية للبذور (Al-Tenbi 2002).

ومعرفة الخواص الفيزيائية للبذور مهمة في تصميم وتطوير وتحسين أداء الآلات وتسهيل عمليات التداول والمعالجة والتخزين والحصاد، كما أن الشكل والحجم هامين في تصميم آلات الفصل والتدريج، وتؤثر الكثافة والمسامية على الأحمال الواقعة على التركيبات الآلية وعلى مقاومة تدفق الهواء في الكتل المخزنة وهي معايير مهمة في تصميم نظم التجفيف والتخزين (Taser et al. 2005).

طرائق البحث ومواده:

1- المواد (Materials):

1- 1- معدات القياس (Measuring instruments):

1- ميزان إلكتروني حساس بدقة 1.0 غرام لوزن عينات البذور.

2- أنبوب اختبار مدرج سعة 200 سم^3 ودقة 10 سم^3، لتحديد الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية للبذور،

3- ميكرومتر حتى 2.5 سم بدقة 0.01 مم، لقياس الأبعاد الثلاثية للبذور.

2- الطرق (Methods):

2- 1- الخواص الهندسية والفيزيائية للبذور:

(Engineering and physical and properties of seeds)

تم قياس وتحديد الخواص الهندسية والفيزيائية لبذور بعض المحاصيل المهمة، وذلك للأصناف الشائعة الزراعة في سورية، وهي: القمح (قاسي شام 1)، الذرة الصفراء (ذرة البوشار إفرتا)، العدس (الكردي)، البازلاء (العادية)، الحمص (مراكشي – كابولي)، الفاصولياء (العادية الفرنسية)، الفول (العادي القبرصي)، وأخيراً

القطن (أمريكي، حلب 90)، ومن ثم تحليل ودراسة هذه الخواص للوصول للاستنتاجات والتوصيات المناسبة لآلات الزراعة وغيرها من الآلات. ومن خلال بعض هذه الاستنتاجات تم الاقتراح باختيار أجهزة التلقيم المناسبة لآلات الزراعة، وذلك لتحسين كفاءة أدائها وبالتالي التوصية باستخدامها. بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من باقي الخواص المدروسة في بحوث وعمليات تطوير لاحقة.

وقد تم الحصول على هذه النتائج من عينة عشوائية من كل نوع من المحاصيل المذكورة وتتكون هذه العينة من (100) بذرة فقط.

والخواص الهندسية التي درست هي التالية: (Jain and Bal 1997), (Al-Tenbi 2002).

1- الأبعاد الثلاثية: الطول Length (L)، العرض Width (W)، والسمك Thickness (T).

2- الحجم (V) Volume، من المعادلة:

$$V = \frac{\pi}{6} L.W.T \text{ , mm}^3.$$

3- القطر الهندسي (d_g) Geometric diameter، من المعادلة:

$$d_g = (L.W.T)^{1/3} \text{, mm.}$$

4- القطر الحسابي (d_a) Arithmetic diameter، من المعادلة:

$$d_a = \frac{L+W+T}{3} \text{, mm.}$$

5- المساحة السطحية (A_f) Area of flat surface، من المعادلة:

$$A_f = \frac{\pi}{4} L.W \text{ , mm}^2.$$

6- مساحة المقطع الطولي (A_c) Area of cross section، من المعادلة:

$$A_c = \frac{\pi}{4}\left(\frac{L+W+T}{3}\right)^2 = \frac{\pi}{4}(d_a)^2 \text{, mm}^2.$$

7- مساحة المقطع العرضي (A_t) Area of transverse surface، من المعادلة:

$$A_t = \frac{\pi}{4} W.T \text{ , mm}^2.$$

8- نسبة الكروية (S) Percent of sphericity، من المعادلة:

$$S = \frac{(L.W.T)^{1/3}}{L} \times 100 = \frac{d_g}{L} \times 100 \text{ , \%.}$$

والخواص الفيزيائية تبعاً لـ (Singh and Goswami 1996), (Gupta and Das 1997):

9- وزن الألف بذرة (We) Weight of 1000 seeds.

10- الكثافة الحقيقية (D_r) Real density، من المعادلة:

$$D_r = \frac{We}{V_1} \text{, g/cm}^3.$$

حيث: W_e – وزن عينة البذور، غرام؛ V_1 – الحجم الحقيقي لعينة البذور، سم^3.

11- الكثافة الظاهرية Bulk density (D_b)، من المعادلة:

$$D_b = \frac{We}{V_2}, \text{ g/cm}^3.$$

حيث: W_e – وزن عينة البذور، غرام؛ V_2 – الحجم الظاهري لعينة البذور، سم^3.

(الحجم الظاهري = الحجم الحقيقي + حجم الفراغات الهوائية بين البذور).

12- المسامية Porosity (P)، من المعادلة:

$$P = \frac{D_r - D_b}{D_r} \times 100 = 1 - \frac{D_b}{D_r} \times 100, \%.$$

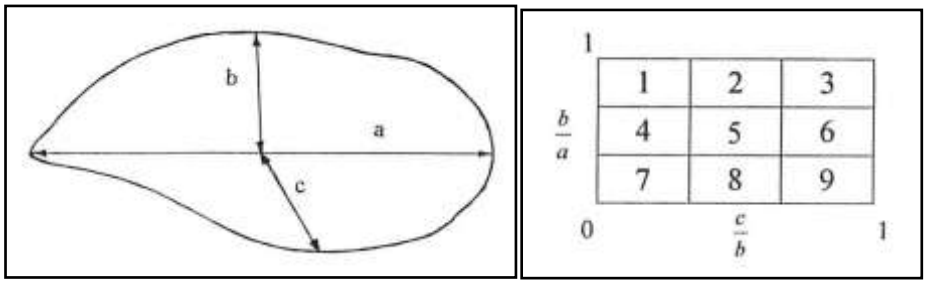
13- الشكل Shape (Sh)، بطريقة (Payer) نقلاً عن (عبد الحي 2000).

وبتحليل الأبعاد الثلاثية للبذرة، وبـ $\frac{c}{b}$ ، $\frac{b}{a}$ ، كما هو مبين في الشكل (1).

حيث: a – الإحداثي الطويل = طول البذرة (L)، b – الإحداثي المتوسط = نصف العرض ($0.5\ W$)، c – الإحداثي القصير = نصف السمك ($0.5\ T$).

ثم إسقاط $\frac{c}{b}$ ، $\frac{b}{a}$ على المخطط، حيث:

1- قرصي، 2- كروي مبطط، 3- كروي، 4- قرصي نصلي، 5- قرصي مقعر، 6- بيضاوي مستطيل، 7- نصلي، 8- أسطواني مبطط، 9- أسطواني.



الشكل (1): شكل بذرة القطن وإحداثياتها

النتائج والمناقشة:

1- الارتباط بين طول وعرض وسمك البذور:

(Correlation between length, width and thickness of the seeds)

تم الحصول على المتوسط من عدد كبير من القياسات (100 بذرة) من بذور المحاصيل المدروسة، والمبينة في الجدول (1). أما الجدول (2) فيبين القيم الدنيا والعظمى للطول (L)، العرض (W)، والسمك (T)، لبذور المحاصيل المدروسة.

باستخدام القيم المتوسطة المبينة في الجدول (1)، تم استنتاج المعادلات العامة المبينة في الجدول (3) والتي توضح العلاقة بين الطول (L)، العرض (W)، السمك (T)، وبين القطر الهندسي (d_g)، القطر الحسابي (d_a)، المساحة السطحية (A_f)، مساحة المقطع الطولي (A_c)، مساحة المقطع العرضي (A_t).

أما معامل الارتباط لنسب متوسط (الطول/ العرض، والطول/ السمك، والعرض/ السمك)، فهو موضح في الجدول (4)، حيث الارتباط غير معنوي بين (العرض/ السمك) في الفول، ومعنوي بين (الطول/ العرض) وبين (الطول/ السمك) في القطن، وعالي المعنوية في باقي العلاقات المدروسة.

تم إجراء التحليل الإحصائي للأبعاد المُقاسة والمحسوبة في الجدول (1)، ووضعت نتائج هذا التحليل في الجدول (5) الذي يبين قيمة الانحراف المعياري عن المتوسط الحسابي (S.D.)، وتبين أن الانحرافات عن المتوسط أعلى في القمح من الأصناف الأخرى لكل من: الحجم (V)، القطر الهندسي (dg)، والمساحة السطحية (Af). وفي الذرة لكل من: الطول (L)، والكروية (S). وفي العدس لكل من العرض (W)، السمك (T)، مساحة المقطع العرضي (At). وفي الحمص لكل من: القطر الحسابي (da)، ومساحة المقطع الطولي (Ac).

الجدول (1): قيم المتوسط الحسابي المُقاسة والمحسوبة للخواص الهندسية والفيزيائية لبذور المحاصيل المدروسة.

الخاصية	المحصول							
	القمح	الذرة	العدس	البازلاء	الحمص	الفاصولياء	الفول	القطن
الطول L، مم	7.21	8.81	6.65	7.49	10.20	15.54	22.80	11.00
العرض W، مم	2.97	6.38	6.32	6.53	8.07	7.42	15.43	6.18
السمك T، مم	2.67	4.06	2.74	6.50	7.68	6.41	5.39	5.24
الحجم V، مم^3	30.65	119.61	60.65	166.39	337.05	388.21	992.98	186.68
القطر الهندسي d_g، مم	3.85	6.09	4.85	6.81	8.58	9.03	12.36	7.07
القطر الحسابي d_a، مم	4.29	6.42	5.24	6.84	8.65	9.79	14.54	7.47
المساحة السطحية A_f، مم^2	16.94	44.21	33.12	38.42	65.01	90.58	276.26	53.36
مساحة المقطع الطولي A_c، مم^2	14.55	32.47	21.65	36.79	59.14	75.37	166.19	43.94
مساحة المقطع العرضي A_t، مم^2	6.32	20.37	13.61	33.30	48.93	37.39	65.35	25.45
نسبة الكروية S، %	53.50	69.60	72.96	90.97	84.26	58.23	54.30	64.54
وزن الألف بذرة We، غرام	41.95	169.58	75.03	249.82	441.07	550.45	1404.00	106.83
الكثافة الحقيقية D_r، غرام/ سم^3	1.37	1.42	1.24	1.50	1.31	1.42	1.41	0.57
الكثافة الظاهرية D_b، غرام/ سم^3	0.70	0.79	0.68	0.72	0.69	0.74	0.62	0.22
المسامية P، %	48.91	44.37	45.16	52.00	47.33	47.89	56.03	61.40
الشكل Sh	اسطواني	قرصي مقعر	قرصي	كروي	كروي	اسطواني	اسطواني مبطط	اسطواني

2- التوزيع التكراري وتحديد أبعاد خلايا أجهزة التلقيم:

(Frequency Distribution and Determine of Cells of Feeders)

الأشكال (2، 3، و4). تبين التوزيع التكراري للأبعاد الثلاثية (طول، عرض، وسمك) لبذور المحاصيل المختبرة.

الجدول (2): القيم العظمى والدنيا لكل من الطول (L) والعرض (W) والسمك (T) لعينات من 100 بذرة لبذور المحاصيل المدروسة.

البعد، مم		المحصول							
		قمح	ذرة	عدس	بازلاء	حمص	فاصولياء	فول	قطن
L	القيمة الدنيا	5.24	5.98	5.65	6.81	7.52	12.06	19.96	9.55
	القيمة الوسطى	7.21	8.81	6.65	7.49	10.20	15.54	22.80	11.00
	القيمة العظمى	8.89	10.74	7.80	8.21	12.27	17.82	25.30	13.67
W	القيمة الدنيا	2.01	4.92	2.45	2.24	5.35	6.60	13.61	5.10
	القيمة الوسطى	2.97	6.38	6.32	6.53	8.07	7.42	15.43	6.18
	القيمة العظمى	3.94	7.81	7.36	7.84	9.23	8.66	17.75	8.06
T	القيمة الدنيا	1.76	3.06	2.04	3.39	5.75	5.08	4.10	4.34
	القيمة الوسطى	2.67	4.06	2.74	6.50	7.68	6.41	5.39	5.24
	القيمة العظمى	3.54	5.87	3.53	7.40	9.05	7.72	7.28	6.28

الجدول (3): المعادلات العامة المستنتجة لتوضيح العلاقة بين الطول (L)، العرض (W)، السمك (T)، وبين باقي الخواص الهندسية والفيزيائية.

المحصول	المعادلات المستنتجة	رقم المعادلة
القمح	$L = 2.43\ W = 2.70\ T$; $d_g = 0.90\ d_a$; $A_f = 1.16\ A_c = 2.68\ A_t$	1
الذرة	$L = 1.47\ W = 2.17\ T$; $d_g = 0.95\ d_a$; $A_f = 1.36\ A_c = 2.17\ A_t$	2
العدس	$L = 1.05\ W = 2.43\ T$; $d_g = 0.93\ d_a$; $A_f = 1.53\ A_c = 2.43\ A_t$	3
البازلاء	$L = 1.15\ W = 1.15\ T$; $d_g = 1.00\ d_a$; $A_f = 1.04\ A_c = 1.15\ A_t$	4
الحمص	$L = 1.26\ W = 1.33\ T$; $d_g = 0.99\ d_a$; $A_f = 1.10\ A_c = 1.33\ A_t$	5
الفاصولياء	$L = 2.09\ W = 2.42\ T$; $d_g = 0.92\ d_a$; $A_f = 1.20\ A_c = 2.42\ A_t$	6
الفول	$L = 1.48\ W = 4.23\ T$; $d_g = 0.85\ d_a$; $A_f = 1.66\ A_c = 4.23\ A_t$	7
القطن	$L = 1.78\ W = 2.10\ T$; $d_g = 0.95\ d_a$; $A_f = 1.21\ A_c = 2.10\ A_t$	8

وقد بينت منحنيات التوزيع التكراري للأبعاد الثلاثية للبذور الاتجاه نحو التوزيع الطبيعي. وكانت منحنيات الطول ذات قاعدة أكبر بكثير من منحنيات العرض أو السمك، في بعض بذور المحاصيل (قمح، الفاصولياء، الفول والقطن) وهذا يشير إلى أن التغير في الطول أكبر بكثير من التغير في العرض أو السمك. وذروة (قمة) جميع المنحنيات بذور هذه المحاصيل تتطابق تقريباً مع قيم متوسطاتها الحسابية.

وفي بعض الأصناف كانت منحنيات الطول والعرض متقاربة وذات قاعدة أكبر من منحنيات السمك (الذرة والعدس) وهذا يشير إلى أن التغير في الطول والعرض أكبر بكثير من التغير في السمك. وذروة (قمة) جميع المنحنيات بذور هذه المحاصيل تتطابق تقريباً مع قيم متوسطاتها الحسابية.

أما باقي الأنواع (البازلاء، والحمص) فكانت منحنيات الطول والعرض والسمك متقاربة نظراً لارتفاع نسبة كرويتها واقتراب طول محاورها من بعضها البعض. وذروة (قمة) جميع المنحنيات بذور هذه المحاصيل تتطابق تقريباً مع قيم متوسطاتها الحسابية.

كما بينت هذه المنحنيات الخواص النوعية العامة لكل محصول. وقد لوحظ أن الكمية الأساسية (التكرار) لبذور الأصناف تقع في مدى صغير والمفضل في الواقع، والذي يكون مرغوباً لعملية تلقيم البذور. في هذه الطريقة ومن منحنيات التوزيع التكراري يمكن الحصول على أفضل تلقيم للبذور وذلك باختيار الأبعاد المناسبة لجهاز التلقيم لكل محصول على حدة في آلات البذار.

الجدول (4): معامل الارتباط لنسب متوسط (الطول/ العرض، والطول/ السمك، والعرض/ السمك).

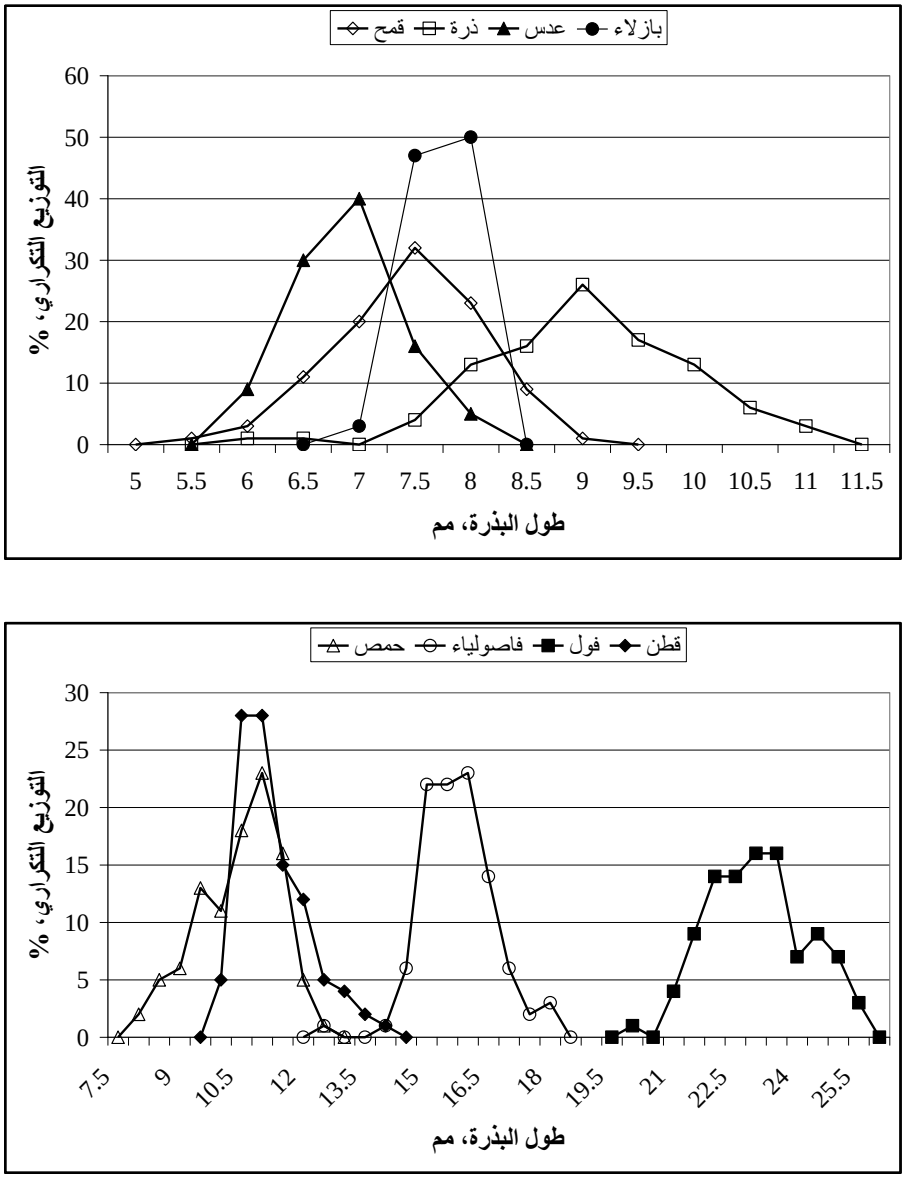
النسبة	معامل الارتباط Correlation (r)							
	قمح	ذرة	عدس	بازلاء	حمص	فاصولياء	فول	قطن
الطول/ العرض	** 0.636	** 0.392	** 0.709	** 0.406	** 0.901	** 0.594	** 0.432	* 0.209
الطول/ السمك	** 0.607	** 0.346	** 0.294	** 0.315	** 0.890	** 0.598	** 0.330	* 0.237
العرض/ السمك	** 0.843	** 0.394	** 0.268	** 0.495	** 0.915	** 0.626	0.089	** 0.514

* الارتباط معنوي، ** الارتباط عالي المعنوية.

الجدول (5): الانحراف المعياري (S.D.) لبعض خواص بذور المحاصيل المدروسة.

البعد	الانحراف المعياري (S.D.)							
	القمح	الذرة	العدس	البازلاء	الحمص	الفاصولياء	الفول	القطن
L	0.66	0.91	0.48	0.25	1.01	0.90	1.18	0.85
W	0.34	0.62	0.73	0.66	0.66	0.36	0.70	0.57
T	0.32	0.56	0.47	0.47	0.70	0.49	0.63	0.41
V	7.90	24.96	14.99	22.63	80.48	55.03	133.19	30.43
d_g	0.35	0.42	0.38	0.34	0.73	0.42	0.55	0.38
d_a	0.36	0.43	0.40	0.29	0.74	0.45	0.52	0.40
A_c	2.38	4.38	3.21	3.07	9.78	7.03	11.83	4.74
A_f	2.91	6.70	5.33	4.33	10.83	8.04	20.55	6.62
A_t	1.34	3.70	2.91	4.16	7.86	3.94	8.19	3.47
S	3.98	6.71	4.83	4.40	3.14	2.41	2.97	4.18

يستخدم طول البذور في تحديد قطر تموجات جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة في أجهزة تلقيم القمح والعدس بآلات التسطير، فمن الجدول (2) والشكل (2) يتضح التالي بالنسبة لطول البذور:



الشكل (2). التوزيع التكراري لطول البذور (*L*).

1- القمح: تقع قمة منحني التوزيع التكراري عند القيمة (7.50 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (7.21 مم). بينما تقع قيمة ما قبل نهاية منحني التوزيع التكراري عند القيمة (9.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (8.89 مم). ويمكن تحديد قطر تموجات أسطوانة التلقيم الخاصة بزراعة بذور القمح ما بين هاتين القيمتين **(7.50 – 9.00 مم)**.

2- العدس: قمة المنحني عند (7.00 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (6.65 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (8.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (7.80 مم). ويمكن تحديد قطر تموجات أسطوانة التلقيم الخاص بزراعة بذور العدس ما بين هاتين القيمتين **(7.00 – 8.00 مم)**.

كما يستخدم طول البذور في تحديد قطر خلية التلقيم في أقراص تلقيم الذرة الصفراء، البازلاء، الحمص، الفاصولياء، والقطن بآلات الزراعة على خطوط. فمن الجدول (2) والشكل (2) يتضح التالي بالنسبة لطول البذور:

3- الذرة الصفراء: قمة المنحني عند (9.00 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (8.81 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (11.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (10.74 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الذرة الصفراء ما بين هاتين القيمتين **(9.00 – 11.00 مم)**.

4- البازلاء: قمة المنحني عند (8.00 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (7.49 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند نفس القيمة (8.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (8.21 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور البازلاء لقيمة وحيدة فقط وهي **(8.00 مم)**.

5- الحمص: قمة المنحني عند (11.50 مم)، وهي بعيدة نوعاً ما عن المتوسط الحسابي (10.20 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (13.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (12.27 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الحمص ما بين هاتين القيمتين **(11.5 – 13.00 مم)**.

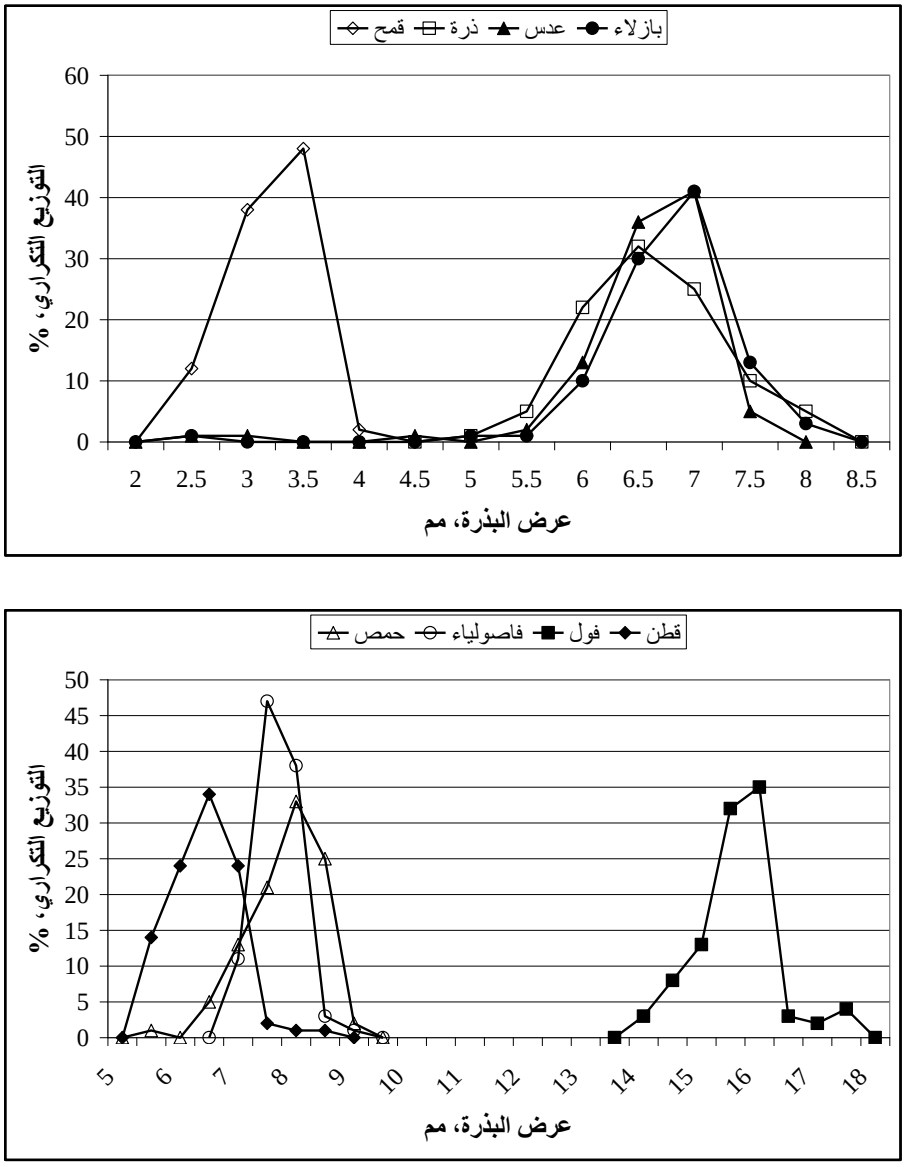
6- الفاصولياء: قمة المنحني عند (17.00 مم)، وهي بعيدة نوعاً ما عن المتوسط الحسابي (15.45 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (18.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (17.82 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الحمص ما بين هاتين القيمتين **(17.00 – 18.00 مم)**.

7- الفول: قمة المنحني عند (24.00 مم)، وهي بعيدة نوعاً ما عن المتوسط الحسابي (22.80 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (26.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (25.30 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الفول ما بين هاتين القيمتين **(24.00 – 26.00 مم)**.

8- القطن: قمة المنحني عند (11.5 مم)، وهي قريبة نوعاً ما من المتوسط الحسابي (11.00 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (14.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (13.37 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور القطن ما بين هاتين القيمتين **(11.50 – 14.00 مم)**.

ويستخدم عرض البذور لتحديد ارتفاع الخلايا في البذور ذات الشكل الأسطواني (القمح، الفاصولياء، والقطن)، وذات الشكل الكروي (البازلاء، والحمص). فمن الجدول (2) والشكل (3) يتضح التالي بالنسبة لعرض البذور:

1- القمح: قمة المنحني عند (3.50 مم)، وهي بعيدة نوعاً ما عن المتوسط الحسابي (2.97 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (4.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (3.94 مم). يمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور القمح ما بين هاتين القيمتين **(3.50 – 4.00 مم)**. إلا أن القمح يزرع بآلة التسطير وباستخدام جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة حيث تكون التموجات ممتدة على طول الأسطوانة وبالتالي ليس لهذه القيمة دوراً في اختيار جهاز التلقيم.



الشكل (3). التوزيع التكراري لعرض البذور (*W*).

2- البازلاء: قمة المنحني عند (7.00 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (6.53 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (8.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (7.84 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور البازلاء ما بين هاتين القيمتين **(7.00 – 8.00 مم)**.

3- الحمص: قمة المنحني عند (8.50 مم)، وهي قريبة نوعاً ما من المتوسط الحسابي (8.07 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (9.50 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (9.23 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الحمص ما بين هاتين القيمتين **(8.50 – 9.50 مم)**.

4- الفاصولياء: قمة المنحني عند (7.75 مم)، وهي قريبة نوعاً ما من المتوسط الحسابي (7.42 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (8.75 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (8.66 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الفاصولياء ما بين هاتين القيمتين **(8.00 – 9.00 مم)**.

5- القطن: قمة المنحني عند (6.75 مم)، وهي قريبة نوعاً ما من المتوسط الحسابي (6.18 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (8.50 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (8.06 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور القطن ما بين هاتين القيمتين **(7.00 – 8.50 مم)**.

أما سمك البذور فيستخدم لتحديد ارتفاع الخلايا في البذور ذات الشكل القرصي (العدس) وذات الشكل القرصي المقعر (الذرة الصفراء) وذات الشكل الأسطواني المبطط (الفول). فمن الجدول (2) والشكل (4) يتضح التالي بالنسبة لسمك البذور:

1- العدس: قمة المنحني عند (3.00 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (2.74 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (4.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (3.53 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور العدس ما بين هاتين القيمتين **(3.00 – 4.00 مم)**. وكذلك فإن العدس يزرع بآلة التسطير وباستخدام جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة حيث تكون التموجات ممتدة على طول الأسطوانة وبالتالي ليس لهذه القيمة دوراً في اختيار جهاز التلقيم.

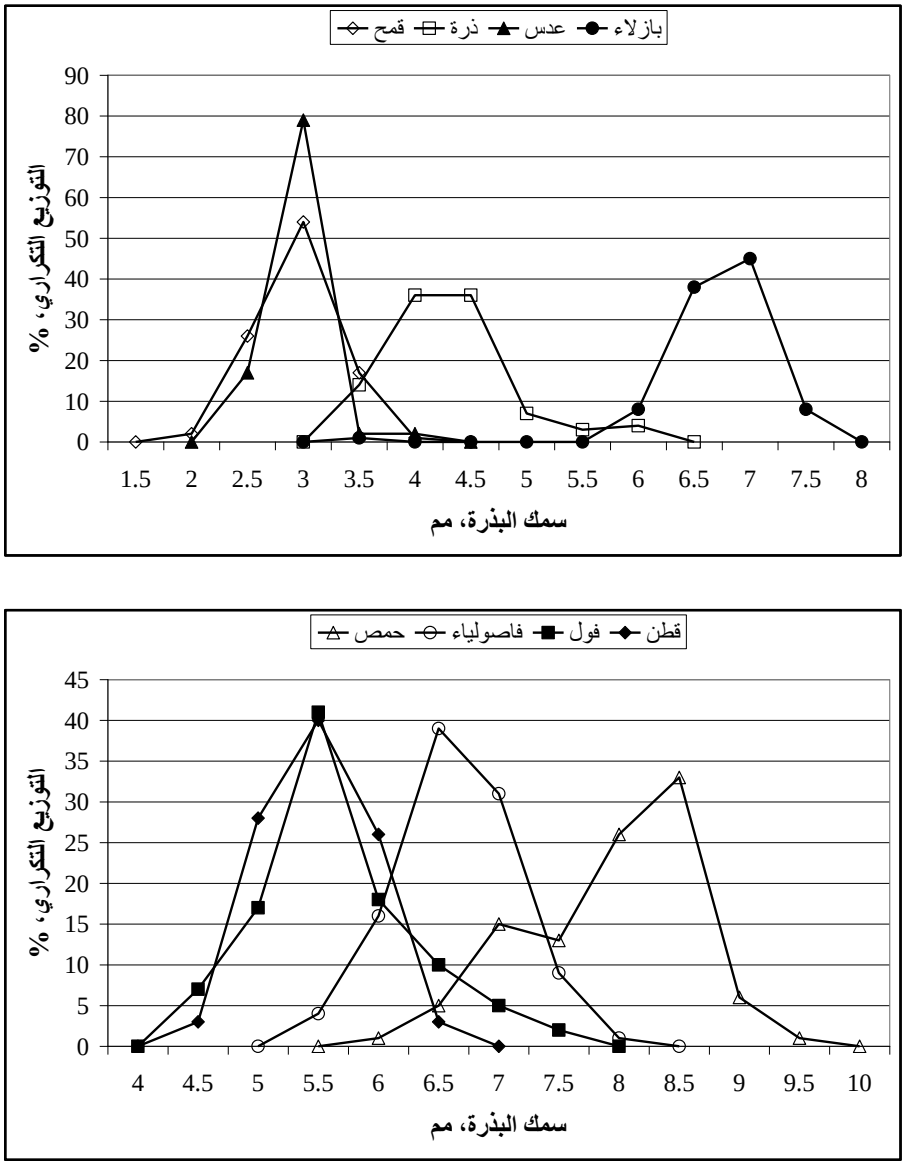
2- الذرة الصفراء: قمة المنحني عند (4.50 مم)، وهي قريبة من المتوسط الحسابي (4.06 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (6.00 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (5.87 مم). ويمكن تحديد ارتفاع خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الذرة الصفراء ما بين هاتين القيمتين **(4.50 – 6.00 مم)**.

3- الفول: قمة المنحني عند (5.50 مم)، وهي قريبة نوعاً ما من المتوسط الحسابي (5.39 مم). بينما قيمة ما قبل نهاية المنحني عند (7.50 مم)، وهي تقترب من القيمة العظمى (7.28 مم). ويمكن تحديد قطر خلايا جهاز التلقيم الخاص بزراعة بذور الفول ما بين هاتين القيمتين **(5.50 – 7.50 مم)**.

5- 3- تأثير شكل البذور ونسبة الكروية على شكل خلايا جهاز التلقيم:

(Effect of s Shape and Sphericity on shape of Cells)

في مناقشة الجزء السابق تم تعيين قطر تموجات جهاز التلقيم ذو الأسطوانة المموجة في آلات التسطير لكل من القمح والعدس بالاعتماد على أطول الأبعاد الثلاثية وهو الطول وانتهى الاختيار، كما تم تحديد أبعاد الخلايا لأقراص التلقيم في باقي المحاصيل بفرض أن الخلايا ذات شكل واحد وهو الشكل نصف الدائري، إلا أنه في الحقيقة يجب اختيار شكل الخلايا لكل محصول على حدة وذلك تبعاً لشكل البذور ونسبة كرويتها – وقد وضع القمح والعدس للمقارنة فقط –. فمن الجدول (1) والشكل (5) يتبين أن أشكال البذور ونسبة كرويتها كانت كالتالي:



الشكل (4). التوزيع التكراري لسمك البذور (*T*).

1- **اسطواني:** القمح، وبنسبة كروية (53.50 %)؛ الفاصولياء، وبنسبة كروية (58.23 %)؛ والقطن بنسبة كروية (64.54 %).

2- **اسطواني مبطط:** الفول، وبنسبة كروية (54.30 %).

3- **قرصي مقعر:** الذرة الصفراء، وبنسبة كروية (69.60 %).

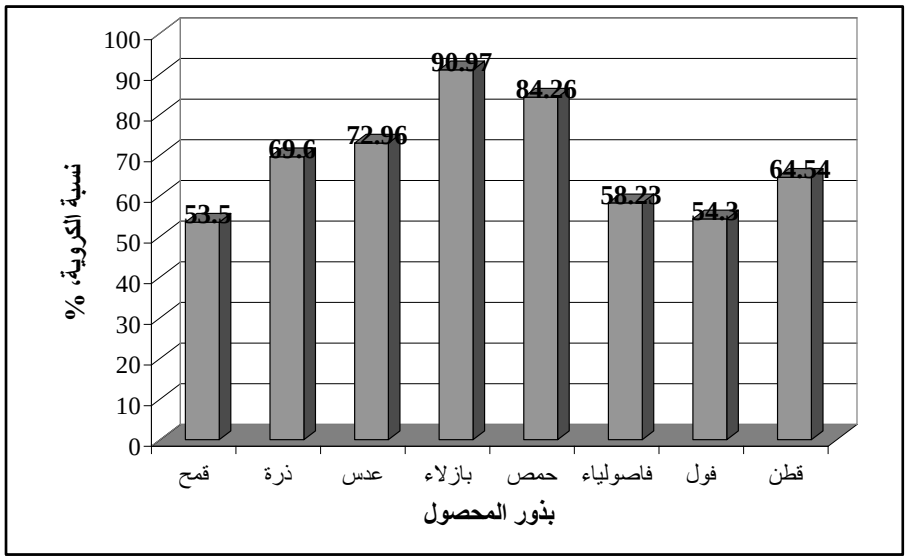
4- **قرصي:** العدس، وبنسبة كروية (72.96 %).

5- **كروي:** البازلاء، وبنسبة كروية (90.97 %)؛ والحمص بنسبة كروية (84.26 %).

ومنه نجد أن البذور ذات الشكل القرصي المقعر، والقرصي، والكروي يناسبها الخلايا ذات الشكل نصف الدائري المناقش فيما سبق، وهذا لكل من بذور الذرة الصفراء، البازلاء، والحمص، مع ملاحظة أن ارتفاع الخلايا يكون مقارباً لطولها تقريباً في بذور البازلاء والحمص نظراً لارتفاع نسبة كرويتها. بينما في الذرة

الصفراء فيكون ارتفاع الخلايا مساويا تقريباً لسمك البذور مما يساعدها على الاستقرار بالشكل الصحيح داخل الخلية.

بينما في البذور ذات الشكل الأسطواني والأسطواني المبطط كالفاصولياء، القطن، والفول فيفضل أن تكون خلايا أجهزة تلقيمها مثلثية أو شبه منحرفة أو مستطيلة، وبطول يساوي طول البذور وعمق يساوي عرض البذور وارتفاع يساوي سمك البذور مما يؤدي لاستقرار البذرة داخل الخلية بالشكل الصحيح والسليم.



الشكل (5). نسبة كروية بذور المحاصيل المدروسة (*S*).

5- 4 الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية والمسامية للبذور:

(Real density, bulk density, porosity of seeds)

تلعب الكثافة، ونسبة الفراغات لكتلة غير مدمجة من المواد مثل البذور والمواد المسامية الأخرى دوراً مهماً في العديد من التطبيقات مثل التجفيف والتصنيف والفرز وفصل المواد غير المرغوبة منها، وتقدير نقاوة البذور، وفي أداء أجهزة الزراعة والبذر. ومن هذه التطبيقات الأكثر أهمية تحديد حجم صناديق البذور.

وفيما يلي عرض لنتائج هذه الخواص بشكل مبسط دون الدخول في التفاصيل نظراً لدورها الثانوي بالنسبة لهدف البحث الحالي.

وتبعاً للجدول (1) يمكن ترتيب قيم الكثافة الحقيقية لأصناف بذور المحاصيل المدروسة ترتيباً تنازلياً حسب التالي: البازلاء > الذرة الصفراء = الفاصولياء > الفول > القمح > الحمص > العدس > القطن.

أيضاً يمكن ترتيب قيم الكثافة الظاهرية ترتيباً تنازلياً حسب التالي: الذرة الصفراء > الفاصولياء > البازلاء > القمح > الحمص > العدس > الفول > القطن.

كما يمكن ترتيب قيم المسامية ترتيباً تنازلياً حسب التالي: القطن > الفول > البازلاء > القمح > الفاصولياء > الحمص > العدس > الذرة الصفراء.

الاستنتاجات والتوصيات:

آ- وضع مجموعة من المعادلات يمكن من خلالها معرفة خواص البذور الفيزيائية المتعددة لمحصول من المحاصيل المدروسة وذلك من خلال معرفة أحد الأبعاد الثلاثية فقط (الطول، العرض، والسمك).

ب- لا يوجد ارتباط معنوي بين (الطول/ العرض، والطول/ السمك، والعرض/ السمك)، في جميع بذور المحاصيل المدروسة، باستثناء بذور الحمص بالنسبة للعلاقات الثلاث (الطول/ العرض، والطول/ السمك، والعرض/ السمك)، وللقمح بالنسبة لعلاقة (العرض/ السمك) فقط.

جـ- تم تحديد قطر تموجات أسطوانة التلقيم المموجة في آلات تسطير الحبوب، لكل من القمح والعدس وفق التالي:

1- القمح: قطر الموجة **(7.50 – 9.00 مم)**

2- العدس: قطر الموجة **(7.00 – 8.00 مم)**

د- تم تحديد أبعاد خلايا أجهزة التلقيم ذات الشكل نصف الدائري والخاصة بكل محصول وفق التالي:

3- الذرة: قطر الخلية **(9.00 – 11.00 مم)** وارتفاعها **(4.50 – 6.00 مم)**.

4- البازلاء: قطر الخلية **(8.00 مم)** وارتفاعها **(7.00 – 8.00 مم)**.

5- الحمص: قطر الخلية **(8.50 – 9.50 مم)** وارتفاعها **(8.50 – 9.50 مم)**.

6- الفاصولياء: قطر الخلية **(17.00 – 18.00 مم)** وارتفاعها **(8.00 – 9.00 مم)**.

7- الفول: قطر الخلية **(24.00 – 26.00 مم)** وارتفاعها **(5.50 – 7.50 مم)**.

8- القطن: قطر الخلية **(11.50 – 14.00 مم)** وارتفاعها **(7.00 – 8.50 مم)**.

هـ- بالاعتماد على كل من شكل البذور ونسبة كرويتها يوصى بأن تكون أشكال الخلايا لكل محصول كالتالي:

1- خلايا بشكل نصف دائرة لكل من: الذرة الصفراء، البازلاء، والحمص. مما يساعدها على الاستقرار بالشكل الصحيح داخل الخلية.

2- خلايا بشكل مثلث أو شبه منحرف أو مستطيل لكل من: الفاصولياء، القطن، والفول. مما يساعدها على الاستقرار بالشكل الصحيح داخل الخلية.

المراجع:

1- التنبي، محمد نور الدين، كردي، زياد، الصالح، يحيى. 2009. *الآلات الزراعية*. جامعة حلب، كلية الهندسة الزراعية، قسم الهندسة الريفية، حلب، سورية. 571 صفحة.

2- عبد الحي يسري بيومي. 2000. *الخواص الطبيعية والهندسية للمنتجات الزراعة*. جامعة القاهرة، كلية الزراعة، قسم الهندسة الزراعية، الجيزة، مصر، 110 صفحة.

3- AL-TENBI M.N.A. 2002. *Development and Evaluation of Feeding Device in Cotton Planters*. Ph. D. Thesis Agric. Eng. Dept. Cairo Univ., 311 pages.

4- BAINER, R., KEPNER R.A., BARGER E.L. 1982. *Principles of Farm Machinery*. John Wiley & Sons, Inc., New York, London, 571 pages.
5- BAGVAND, A. and LORESTANI, A.N. 2013. *Determination of Physical Properties and Mechanical Behavior of Sunflower seeds*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, IJACS. 5-11/1255-1259.
6- EL-SAYED I.Y. 1997. *Factors Affecting the Design of Feeding Device for Crop Seeders*. Ph. D. Thesis, Fac. of Agric. Ain Shams Univ. Egypt, 185 pages.
7- GUPTA, R.K. AND DAS, S.K. 1997. *Physical properties of sunflower seed*. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 1–8.
8- GURU, P.K. TIWARI, P.S. and NAIK, R.K. 2014. *Physical properties of seeds and its effect on seed drill performance*. International Journal of Agricultural Engineering. Vol. (7) 1, 152-155.
9- JAIN, R.K. and BAL, S. 1997. *Physical properties of pearl millet*. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 85–91.
10- JOSHI, D.C., DAS, S.K., and MUKHERJEE, R.K. 1993- Physical properties of pumpkin seeds. J. agric. Eng. Res. (54), 219-229.
11- MOHSENIN, N.N. 1986. *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 734 pages.
12- NIKOOBIN, M., MIRDAVARDOOSTI, F., KASHANINEJAD, M., and SOLTANI, A. 2009. *Moisture-dependent physical properties of chickpea seeds*. J Food Proc. Eng., 32, 544-564.
13- SHITTU, T.A., OLANIYI, M.B., OYEKANMI, A.A., and OLKELEYE, K.A. 2009. *Physical and water absorption characteristics of some improved rice varieties*. Food Bioproc. Technol. doi:10.1007/s/ 11947-009-0288-6.
14- SINGH, K.K., and GOSWAMI, T.K. 1996. *Physical properties of cumin seed*. Journal of Agricultural Engineering Research, 64(2), 93–98.
15- SITKEI, G. 1986. *Mechanics of agricultural materials*. Elsevier Sc. Pup. Amsterdam - Oxford - New - York Tokyo, 11-31.
16- SOBUKOLA, O.P., and ONWUKA, V.I. 2010. *Effect of moisture content on some physical properties of locust bean seed (parkia fillicoidea L.)*. J. Food Proc. Eng. doi:10.1111/j.1745-4530.2009.00511.
17- SULIMAN A.E.E., HENDAWY N.A., and TAIB A.Z. 1996. *Study of physical and engineering properties for some agricultural products*. Misr Journal Agricultural Engineering, 13(1), 211-226.
18- TASER O.F., ALTUNTS E., OZGOZ E. 2005. *Physical Properties of Hungarian and Common Vetch Seeds*. Journal of Applied Sciences, 5(2), 323-326.