

EVALUATE THE SPHERICITY AND PREDICATED OF VOLUME AND SURFACE AREA FOR BERHI, KHALAS, SUKKARI AND NBOU SEIF AT THREE STAGES OF MATURITY

Ahmadan, A.M.

Department of Agric. Eng. Collage of Ag., King Soud Univ.

تقدير الكروية والتنبؤ بالحجم والمساحة السطحية لثمار البرحي والخلاص والسكري ونبوت سيف في أطوار نضجها الثلاثة
عبدالله بن محمد الحمدان

قسم الهندسة الزراعية - كلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود ص ب ٢٤٦٠ - الرياض ١١٤٥١

alhamdan@ksu.edu.sa

الملخص

تعد الكروية من الخواص الهندسية الهامة في تصميم أنظمة التدرج وعمليات التداول والتصنيع المختلفة التي تتوقف على مقياس المنتج. تم قياس كل من الأبعاد، الكتلة، الحجم، المساحة السطحية ومن ثم حساب قيم الكروية باستخدام ثلاث طرق وذلك لأربعة أصناف من التمور (البرحي والخلاص والسكري ونبوت سيف) في أطوار نضجها الثلاثة (بلح ورطب وتمر).

دللت النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها على أن صنف السكري في مرحلة البلح كان الأعلى في قيمة الكروية (0.038 ± 0.008) بالمقارنة بالأصناف الأخرى في حين كان صنف الخلاص في مرحلة التمر الأقل كروية حيث بلغت قيمة الكروية (0.043 ± 0.003). وبصفة عامة فإن النموذج الثالث (النسبة بين الطول إلى القطر الرئيسي) قد أعطى أقل نسبة كروية وذلك بالمقارنة بالنموذجين الآخرين.

تم مقارنة النتائج العملية للحجم والمساحة السطحية لأصناف التمور الأربعة ومراحل النضج الثلاث بتلك الخاصة بأشكال هندسية مقاربة. تم استخدام النموذج الإهليلجي والتي تم حسابه من بعدي القطر الأكبر والطول وأوضحت النتائج أن حجم صنف السكري في مرحلة التمر ونبوت سيف في مرحلة الرطب كانتا الأقرب للشكل الإهليلجي حيث كان الفرق بين حجم الثمار المقاس فعلياً والمحسوب 0.7% . ومن ناحية أخرى كانت القيم المحسوبة للمساحة السطحية لصنف نبوت سيف في مرحلة الرطب هي الأفضل حيث كان الفرق 11.9% للبلح و 1.3% للرطب و 0.5% للبلح وذلك بين القيم المقاسة فعلياً للمساحة السطحية وتلك المحسوبة للشكل الإهليلجي.

تم تقدير كل من مساحة وحجم الثمار عند مراحل نضجها المختلفة بدلالة كتلتها باستخدام ثلاثة نماذج تجريبية (خطية وأسية وقوة). بينت النتائج أنه يمكن التعبير عن حجم ثمار البلح بدلالة الكتلة بصورة جيدة حيث تراوحت قيم معامل الارتباط بين 0.931 و 0.974 . إلا أنه لبقية مراحل النضج لم تكن النتائج مشجعة. كذلك الحال عند التعبير عن المساحة بدلالة الكتلة فقد كان معامل الارتباط منخفضاً لمعظم الأصناف ومراحل النضج المختلفة.

المقدمة

تعد التمور من أهم أنواع الفاكهة بالمملكة العربية السعودية حيث تعد واحدة من أهم الدول إنتاجاً للتمور على مستوى العالم. يبلغ إنتاج المملكة من التمور مليون طن سنوياً (الكتاب السنوي ١٤٢٩هـ - ٢٠٠٨م) والذي يمثل 20% من الإنتاج العالمي. فمن الأهمية بمكان الاهتمام بهذا المنتج وتوفير البيانات الأساسية لخواصه الطبيعية والتي تساعد على تحديد عمليات التدرج والنقل والتداول. تعد المساحة السطحية والحجم والكروية من الصفات الهندسية الهامة الدالة على جودة المنتج وكذلك لها استخدامات عديدة في

تدنيع التمور مثل الفرز والتعبئة والعمليات الحرارية. يتأثر معدل فقد الرطوبة أثناء عملية التجفيف بحجم ومساحة سطح التمور وأيضا تتأثر العمليات الحرارية مثل معدلات التسخين والتبريد بنسبة الحجم إلى مساحة السطح لتلك التمور (Mohsenin, 1986). كما تعد المعلومات المتعلقة بتلك الخواص أساسية لعمليات النمذجة والمحاكاة والمعادلات التفاضلية الجزئية الخاصة بمعادلات الغرلة، الفرز والتدريج. هذه الخواص تعد صفات مميزة لازمة لعمليات التصميم وللاختيار الأمثل لأجهزة الفصل المناسبة وكذلك لعوبات الشحن وأكياس التعبئة البلاستيكية (Stroshine and Hamann, 1994). تم إجراء عدد من الأبحاث لتوصيف شكل المنتجات الزراعية من خلال أشكال هندسية منتظمة فقد استخدم (Cook and Rand, 1969) حساب التكامل للتنبؤ بالمساحة السطحية وحجم ثمار التفاح. كما وصف (Moustafa, 1971) مساحة مقطع ثمار التفاح والليمون والبرتقال والجزر كمقاطع ellipses باستدارة مقدارها ٣٦٠° حول محور الثمار.

درس (Arthey, 1975) الطرق المختلفة لوصف الأشكال المتعددة للخضروات والفاكهة حيث شملت الدراسة الطماطم والفاصوليا الفرنسية والجزر وبعض المنتجات الأخرى. تم تطوير بعض البرامج البصرية (Computer vision methods) باستخدام الحاسب الآلي وذلك لحساب الحجم ومساحة السطح الخاصة ببعض الخضروات والفاكهة وذلك باستخدام أشكال هندسية محددة (Chuma et al., 1982). طور (Bayram, 2004) نموذجا للتعبير عن الكروية بدلالة قيم الأقطار ومتوسطها وعدد القياسات وذلك لتحديد مدى كروية بعض الأشكال المنتظمة مثل المكعب والمستطيل والاسطوانة. بعد ذلك طبق هذا النموذج على عدد من الحبوب مثل القمح والفول وغيرها وأوجد الكروية للعديد منها. أوجد (Owolareafe and Shotonde, 2004) الخواص الطبيعية لمنتج الياميا (Okra) متضمنة الطول والعرض والسلك والكثافة والمسامية وزاوية الإندثار ومعامل الاحتكاك الساكن. تم حساب الكروية على أساس المشابهة بالشكل الإهليجي ووجد أن قيمتها لمنتج الياميا هو ٦٤%.

بإجراء المسح المرجعي لدراسات الخواص الطبيعية في المنتجات الزراعية في العقد الأخير، ولأهمية تلك النوعية من الدراسات، وجد الكثير منها فعلى سبيل الذكر وليس الحصر دراسات

Konak et al. (2002); Özarslan (2002); Aydin et al. (2002); Aydin (2002); Sahoo and Srivastava (2002); Sessiz et al. (2007); Vanesa et al. (2008); Moustafa (2005); Garnayak et al. (2008); Viiche et al. (2003); Sacilik et al. (2003); Kaleemullah and Gunasekar (2002); Allaire and Parent (2004 a, b); Reddy, and Chakraverty (2004); Dursun and Dursun (2005); Yalçin and Özarslan (2004); Pliestic et al. (2006); Aviara et al. (2005); Manimehalai and Viswanathan (2006); Nimkar et al. (2005); Abalone et al. (2004); Tunde-Akintunde and Akintunde (2004); Sirsomboon and Kitchaiya (2009); Selvi et al. (2006); Sirsomboon et al., (2007); and Zewdu and Solomon (2007).

ونظرا للوقت والجهد الكبير الذي يتطلبه قياس العديد من هذه الخواص تجريبيا فيمكن الاستعانة بخواص أخرى سهلة القياس تستخدم كدلالة لتلك الخواص. وحيث أن إيجاد حجم الثمار أو مساحة سطحها ليس بنفس القدر من السهولة مقارنة بتقدير بعض الخواص الأخرى مثل الكتلة والطول والقطر، فإن الحصول على نماذج رياضية ملائمة تربط بين هذه الخواص يوفر الكثير من الوقت والجهد. لذا فإن الهدف من هذا البحث هو إيجاد الكروية بعدة طرق لأربعة أصناف من التمور (البرحي والخلص والسكري ونبوت السيف) في أطوار نضجها الثلاثة (بلح ورطب وتمر). كذلك التنبؤ بالنماذج الرياضية الملائمة التي تمثل الحجم والمساحة السطحية المقاسة لتلك الأصناف. وأخيرا، استخدام معادلات تجريبية لتقدير حجم ومساحة الثمار والكتلة بدلالة كل من الأبعاد الأساسية لأشكال هندسية.

المواد وطرق البحث

تم الترتيب مع محطة الأبحاث الزراعية التعليمية بديراب التابعة لجامعة الملك سعود للحصول على الأصناف المحددة (البرحي والخلص والسكري ونبوت سيف) في مرحلة نضج البلح والرطب والتمر من النخيل ذات المحصول الجيد - بدون معاملة خاصة للمحصول. وروعي وضع العينات في التلاجة فور وصولها للمعمل بعد ابتعاد الثمار المعطوبة والمشوهة والشوائب، على أن لا تزيد فترة بقاء الثمار عن ٢٤

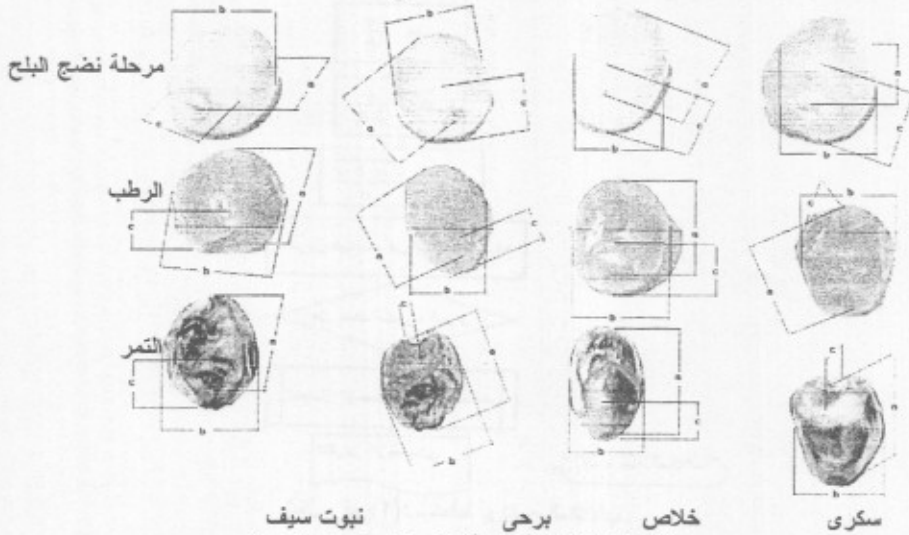
ساعة لإجراء تجارب قياس الخواص الطبيعية المطلوبة. يتم إجراء قياس الخواص الطبيعية للثمار وهي الأبعاد كما في الشكل رقم (1) حيث تمثل a البعد الأكبر في الثمرة، b أكبر بعد متعامد على a بينما c تمثل أكبر بعد متعامد على كل من a ، b ، c لعدد 100 ثمرة وذلك باستخدام مقياس الأبعاد الرقمي (Absolute Digimatic, Model CD-15CW. Mitutoyo Corp. Japan). ثم تم قياس الكتلة باستخدام ميزان حساس (Model 204, Mettler, Toledo, Switzerland) دقته 0.1 ملي جرام. تم قياس الحجم باستخدام ميزان المنصة كما في (Mohsenin, 1986)، أما المساحة السطحية للثمار فتم تقديرها واستشفاف سطح الثمرة، ومن ثم مسح الاستشفافات ضوئياً (scan) وإدخالها للحاسب الآلي في صورة رقمية، جميع الاستشفافات بدقة 300 نقطة ضوئية في البوصة المربعة ومن ثم عمل مسح ضوئي لمساحة قياسية على شكل دائرة قطرها 10 سم.

تم تطوير برنامج في بيئة الماتلاب 7.1 Matlab لاستخدام أداة التعامل مع الصور وذلك لحساب مساحة سطح الثمرة من الاستشفافات وكذلك الأبعاد a ، b ، c ومن ثم تقدير الحجم والمساحة السطحية. يوضح شكل رقم (2) مخطط برنامج الماتلاب.

تقدير مدى الكروية
يعتبر مدى الكروية معياراً مهماً لتحديد مدى قرب (أو بعد) شكل الثمرة من الشكل الكروي المنتظم والمفيدة في عمليات الفرز وتحديد جودة الثمار. من أشهر الطرق المتبعة في قياس مدى كروية الثمار التالي:
(أ) طريقة الشكل الإهليلجي

تم اعتبار شكل الثمرة إهليلجياً (Triaxial ellipsoid) تقاطعاته (a ، b ، c) كما في الشكل رقم (1) وتحسب الكروية φ من العلاقة (Mohsenin, 1986):

$$\varphi_3 = \frac{\sqrt[3]{a.b.c}}{a}$$

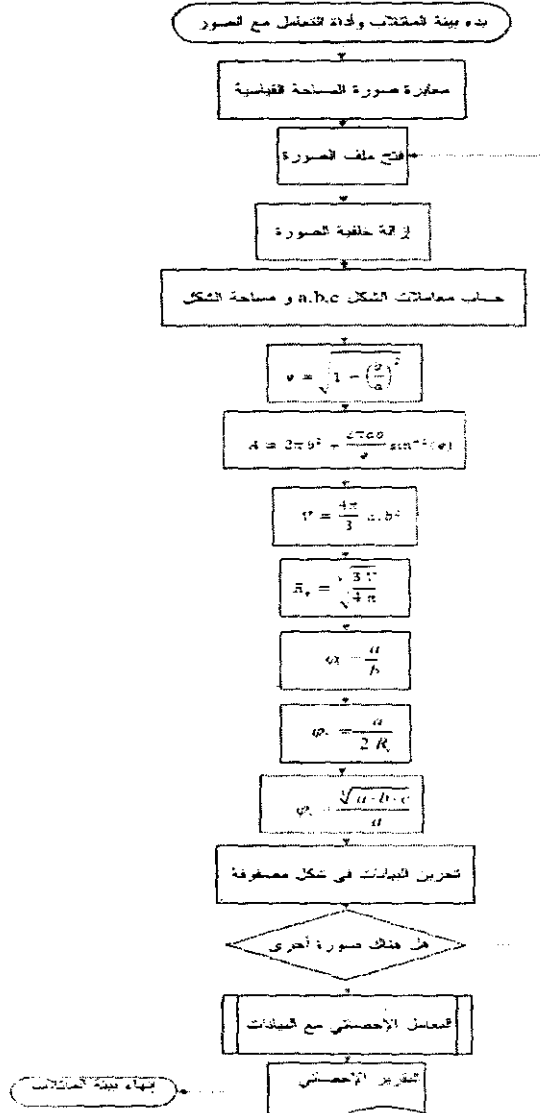


شكل رقم (1). الأبعاد لأصناف التمر تحت الدراسة.

(ب) طريقة القطر المكافئ
وهي حاصل قسمة نصف قطر الكرة المكافئ على نصف قطر أكبر دائرة مرسومة داخل الثمرة أي:

$$\varphi_2 = \frac{R_c}{R_e}$$

حيث R_c نصف قطر أصغر دائرة خارج الثمرة (هنا نصف طول الثمرة a) و R_e نصف القطر المكافئ على التوالي ويحسب نصف القطر المكافئ من العلاقة:



شكل رقم (٢): مخطط برنامج المتكاتب

$$R_c = a \sqrt{\frac{3V}{4\pi}}$$

حيث V الحجم الفعلي المقاس.
 (ج) طريقة القطر الأكبر وطول الثمرة
 وذلك وفقا للملحة التالية:

$$\phi_1 = \frac{a}{b}$$

تقدير المساحة والحجم بالمقارنة بأشكال هندسية

نظراً للوقت والجهد الكبير الذي يتطلبه قياس خاصيتي المساحة (A) والحجم (V) فيمكن الاستعانة بأبعاد المنتج والمقارنة بأقرب شكل هندسي لتقدير مساحتها وحجمها. تبين من خلال المسح الأدبي ومراجعة الأشكال الهندسية القريبة من شكل الثمار أن الشكل الهندسي الكروي المدبب (Prolate Spheroid) أو الكروي المفلطح (Oblate Spheroid) هو الأقرب لشكل ثمار التمر. هذان الشكلان عبارة عن أجسام إهليلجية (Ellipse) يدور إما حول محوره الأساسي أو الثانوي. تم حساب الحجم والمساحة السطحية للثمار بدلالة الطول والقطر الأكبر المقاسان فعلياً للثمار. الحجم للشكل الإهليلجي:

$$V = \frac{4\pi}{3} a b^2$$

والمساحة السطحية A من:

$$A = 2\pi b^2 + \frac{2\pi a b}{\varepsilon} \sin^{-1}(\varepsilon)$$

حيث: ε ثابت ويساوي:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2}$$

معادلات تجريبية لتقدير حجم ومساحة الثمار بدلالة الكتلة

للحصول على نماذج رياضية تربط حجم الثمار "V" ومساحة سطحها "A" بدلالة كتلتها "M" تم اختيار ثلاثة أنماط من النماذج الرياضية وهي الخطي (Linear) والأسّي (Exponential) والقوة (Power). باستخدام أداة التحليل الانحداري المتوفرة في بيئة الماتلاب ومن ثم حساب معامل التقدير R^2 يمكن التعبير عن مدى ملائمة هذه النماذج للنتائج التجريبية.

النتائج والمناقشة

(1) تقدير مدى الكروية

يبين جدول (1) نتائج المقارنة بين الثلاث نماذج لتقدير كروية الأربعة أصناف من التمر. يتضح أن النموذج الأول كان الأعلى للكروية مقارنة بالنموذج الثاني والثالث حيث بلغت أعلى قيمة للكروية له 0,908 لبلح السكري بانحراف قياسي 0,039. وكانت أدنى قيمة للكروية هي 0,673 لرتب البرخي بانحراف قياسي 0,023. أما النموذج الثاني فقد كانت أعلى قيمة للكروية 0,872. وذلك لرتب السكري بانحراف قياسي 0,037. في حين بلغت أدنى قيمة 0,706 لبلح السكري بانحراف قياسي 0,043. وتراوحت نتائج النموذج الثالث بين 0,825 لبلح السكري بانحراف قياسي 0,052 إلى 0,603 لتمر الخلاص بانحراف قياسي 0,043. ويلاحظ أيضاً أنه يمكن استخدام النموذج الثالث لمدى الكروية (الطول/القطر الأكبر) بسهولة قياسه ونتائجه المنطقية نسبياً مقارنة بالطرق الأخرى.

كما يمكن ملاحظة أن صنف السكري كان الأعلى قيمة للكروية مقارنة بالأصناف الأخرى بينما الخلاص كان الأقل كروية في معظم النتائج. ويمكن الاستفادة من هذه النتائج في عمليات الفرز والتدريج حيث يمكن مثلاً فصل ثمار السكري باستخدام المناخل بينما للخلاص استخدام طريقة الفصل بالأصابع المعدنية المنفرجة. يتبين من جدول (1) أنه لم يكن هناك اتجاه واضح لتأثير مرحلة النضج على مدى الكروية، وإن كان يبدو أن مدى الكروية في مرحلة البلح أعلى قيمة ويليهما مرحلة الرطب ومن ثم التمر. بأخذ متوسط مدى الكروية للثلاث طرق فينتبين من شكل (3) تميز ثمار السكري بقيم الكروية العالية. وهذا مشهور عن السكري بكرويته ولكن هذه الطرق تبين مدى الكروية على أسس موضوعية. ويلي السكري صنف البرخي في ارتفاع قيم مدى الكروية بينما صنف الخلاص هو الأقل الكروية.

(2) التنبؤ بالمساحة السطحية وحجم الثمار بالمقارنة بأشكال هندسية

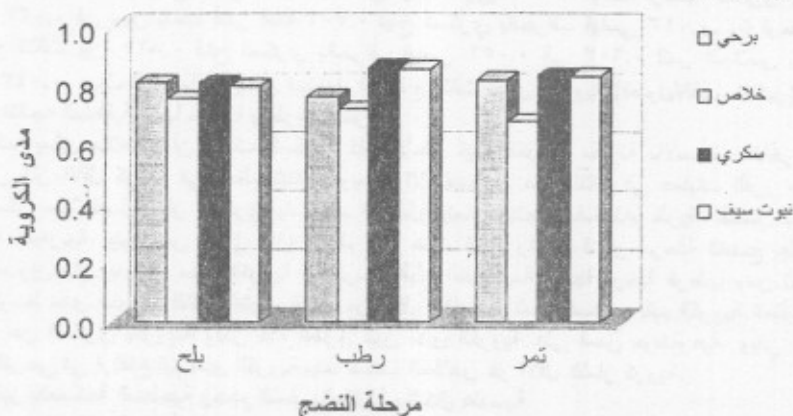
تم حساب المساحة والحجم للثمار المشابهة للشكل الإهليلجي بدلالة أبعادها المبين نتائجها في جدول (2). كذلك تم حساب نسبة الخطأ بين الحجم أو المساحة المقاسة مع الحجم أو المساحة المحسوبة (الهندسية)

بصفة للفرق على الحجم أو المساحة المقاسة. تبين النتائج أن قيم الحجم الهندسية مقارنة بالحجم المقاس كانت متقاربة إلى حد كبير فقد تراوحت قيم نسبة الخطأ من ٠,٦٪ لرطب نبوت السيف وتمر السكري إلى ٩,٥٪ لبليح الخلاص. ومن الواضح أن النموذج الهندسي المختار يعبر تعبيراً جيداً عن حجم الثمرة لمعظم الأصناف لمراحل النضج المختلفة. إلا أنه لتقدير المساحة فلم تكن القيم المقاسة قريبة من المحسوبة لمعظم العينات مقارنة بذلك للحجم. فقد تراوحت قيمة نسبة الخطأ للمساحة من ١,٣٠٪ لرطب نبوت سيف إلى ٢٤,٤٪ لبليح البرحي. وكانت المساحة المقاسة مقارنة نسبياً للمساحة المحسوبة في مرحلة نضج الرطب بينما كانت غير متقاربة للتمر وكانت الأقل مقارنة لمرحلة نضج البليح. ويجدر التنبيه هنا مراعاة الخطأ في قيم المساحة المقاسة نفسها بسبب اعتمادها على الجهد البشري في نزع القشرة وإمكانية فقدان أي منها وكذلك المشاكل التي قد تنشأ من شد أو انكماش القشرة أثناء النزع أو الفرد مما يؤثر على دقة المساحات المقاسة. ومن جانب آخر فلوحظ تميز قشرة الثمار في مرحلة الرطب بالتماسك وسهولة نزع كامل القشرة مقارنة بذلك للبليح والتمر.

جدول (١): المقارنة الإحصائية لقيم متوسطات مدى الكروية لأربعة أصناف من التمور في أطوار نضجها الثلاثة.

الصف	(أ) الشكل الأهلجي	(ب) القطر المكافئ	متوسط مدى الكروية (الإحراف القياسي)	(ج) الطول والقطر الأكبر
البليح				
برحي	(٠,٠٩٢) ٠,٨٨٢	(٠,٠٣٩) ٠,٧٥٥	(٠,٠٨٨) ٠,٨٠١	(٠,٠٨٨) ٠,٦٥٤
خلاص	(٠,٠٩٩) ٥٠,٧٧٠	(٠,٠٨٢) ٤٠,٨٤٩	(٠,٠٨٨) ٣٠,٦٥٤	(٠,٠٥٢) ١٠,٨٢٥
سكري	(٠,٠٣٩) ١٠,٩٠٨	(٠,٠٤٣) ١٠,٧٠٦	(٠,٠٥٢) ١٠,٨٢٥	(٠,١٣٣) ١٠,٨١٦
نبوت السيف	(٠,٠٤٣) ٣٠,٨٨٤	(٠,٠٦٠) ١٠,٧٠٧	(٠,١٣٣) ١٠,٨١٦	(٠,٠٤٣) ٣٠,٨٨٤
الرطب				
برحي	(٠,٠٢٣) ١٠,٦٧٢	(٠,٠٣٣) ٣٠,٨٤٥	(٠,٠٤٥) ٣٠,٧٨٠	(٠,٠٤٥) ٣٠,٧٨٠
خلاص	(٠,٠٦٥) ٤٠,٧٥٣	(٠,٠٤٠) ٤٠,٧٥٧	(٠,٠٥٣) ٤٠,٦٦٠	(٠,٠٥٣) ٤٠,٦٦٠
سكري	(٠,٠٤٩) ١٠,٩٠٠	(٠,٠٣٧) ١٠,٨٧٢	(٠,٠٥٢) ١٠,٨٢٠	(٠,٠٥٢) ١٠,٨٢٠
نبوت السيف	(٠,٠٣٣) ٣٠,٨٧٤	(٠,٠٦٠) ١٠,٧٠٧	(٠,٠٥٥) ١٠,٨٢٤	(٠,٠٥٥) ١٠,٨٢٤
التمر				
برحي	(٠,٠٥٤) ١٠,٨٦٣	(٠,٠٥١) ١٠,٨٣٥	(٠,٠٧١) ١٠,٧٦٨	(٠,٠٧١) ١٠,٧٦٨
خلاص	(٠,٠٥٤) ٣٠,٧٢٨	(٠,٠٣٤) ٤٠,٧١١	(٠,٠٤٣) ٤٠,٦٠٣	(٠,٠٤٣) ٤٠,٦٠٣
سكري	(٠,٠٤٣) ١٠,٨٦١	(٠,٠٤١) ١٠,٨٥٦	(٠,٠٥٦) ١٠,٧٩٧	(٠,٠٥٦) ١٠,٧٩٧
نبوت السيف	(٠,٠٦٥) ١٠,٨٦٣	(٠,٠٥٤) ١٠,٨٥١	(٠,٠٧٥) ١٠,٧٩٠	(٠,٠٧٥) ١٠,٧٩٠

• الأحرف غير المتشابهة المرتبطة بالقيم المتوسطة لكل مجموعة قيم في عمود تشير إلى وجود اختلاف عند مستوى معنوي $P < 0.05$.



شكل (٣). مقارنة القيم المتوسطة لمدى الكروية لأربعة أصناف من التمور في مراحل النضج الثلاث.

جدول (٢). مقارنة المساحة والحجم للشكل الاهليجي بالمساحة والحجم المقاسين لأصناف التمور الأربعة ومرحل النضج الثلاثة.

الصنف	طور النضج	الحجم (سم ^٣)		المساحة (سم ^٢)	
		المقاس الهندسي	المقاس	المقاس الهندسي	المقاس
برحي	بلح	١١,٤٧٤	١٢,٢٦٣	٢٥,٤٩٥	٢٠,٧٨٩
	رطب	٨,٣٠٠	٨,٥٨٥	١٩,٧٦٢	١٩,٣٧٣
	تمر	٧,٨٢٤	٨,٥٠١	٢٠,٨٤٧	١٨,٣٠٥
خلاص	بلح	١١,٢٧٢	١٢,٤٥٤	٢٣,٧٧	٢٠,٠٦١
	رطب	٩,٠٠٦	٨,٨٧٠	٢١,٤٨٢	٢٠,١٩٤
	تمر	٨,٧٦٩	٩,٣٧٧	٢١,١٦٢	٢١,٧٠٠
سكري	بلح	١٤,٦٦٦	١٦,٠٩٤	٢٩,١٤٩	٢٥,٦٨٩
	رطب	١٠,٧٤٨	١١,٦٠٢	٢٠,٨٤٧	٢٢,٢٧٦
	تمر	١١,٤٩٨	١١,٥٧١	٢٤,٧٩٩	٢٠,٧٨٢
نبوت	بلح	١٧,٣١٦	١٧,٣٥٦	٣٠,٦٢٠	٢٧,٣٩٥
	رطب	١٣,٧٠١	١٣,٦٢٥	٢٥,٥٠٣	٢٥,٤٤٧
	تمر	١٠,٩٤٠	١١,١٩٠	٢٤,٠٢٨	٢٢,٩٩

* نسبة الخطأ = ((المقاس-الهندسي)/المقاس) × ١٠٠

(٣) المعادلات تجريبية لتقدير حجم ومساحة الثمار بدلالة الكتلة

يوضح جدولي (٣) و (٤) نتائج التحليل الإحصائي لمدى ملائمة ثلاثة نماذج رياضية (الخطي والأسّي والقوة) للتعبير عن حجم الثمرة (سم^٣) ومساحتها السطحية (سم^٢) بدلالة كتلتها (جم) لأصناف التمور الأربعة في مراحل البلح والرطب والتمر. ويشتمل الجدول على ثوابت المعادلات (a₁, b₁, a₂, b₂, a₃, b₃) ومعامل التقدير (r²).

جدول (٣). مقارنة مدى ملائمة النماذج الرياضية الثلاثة للتعبير عن حجم الثمرة* (سم^٣) بدلالة الكتلة** (جم) لأصناف التمور المختلفة في مراحل البلح والرطب والتمر.

الصنف	V = a ₁ + b ₁ .M			V = a ₂ .e ^{b₂.M}			V = a ₃ .M ^{b₃}		
	r ²	b ₁	a ₁	r ²	b ₂	a ₂	r ²	b ₃	a ₃
برحي	بلح								
	٠,٩٧٤	٠,٩٨٨	٠,١١٥	٠,٩٧٥	٠,٩٨٥	١,٠٣٥	٠,٩٧٤	٠,٠٨١	٤,٤١٢
	٠,٩٤٧	١,١١٦	١,٨٦٧	٠,٩٥٤	١,١٥٧	٠,٦٤٩	٠,٩٤٧	٠,٠٨٩	٣,٨٩٥
خلاص	رطب								
	٠,٩٦٢	١,١٠٥	١,٤٨٦	٠,٩٦٦	١,٠٨٩	٠,٧٨٨	٠,٩٦٢	٠,٠٦٦	٥,٥٠٨
	٠,٩٣٧	٠,٩٩٥	٠,٢٢٧	٠,٩٣٣	١,٠٠٠	٠,٩٨٢	٠,٩٣٧	٠,٠٥٦	٦,٣٧١
سكري	تمر								
	٠,٣٦١	٠,٥٥٥	٣,٨٠٠	٠,٣٥٤	٠,٥٥٢	٢,٦٠٧	٠,٣٦١	٠,٠٦٥	٤,٨٦٤
	٠,٨٧٤	٠,٨٢٦	٠,١٥٨	٠,٨٨٨	١,٠٠٦	٠,٨٢٤	٠,٨٧٤	٠,٠٧٥	٤,٠٦٠
نبوت	تمر								
	٠,٧٦٥	٠,٧٤٦	٢,٢٥٧	٠,٧٥٧	٠,٧٧٦	١,٦٢٨	٠,٧٦٥	٠,٠٦٧	٤,٩٤٥
	٠,٧٨٥	٠,٧٠٩	٢,٤٢٠	٠,٧٩٠	٠,٨٠٢	١,٤٨٧	٠,٧٨٥	٠,٠٥٨	٥,٣٩٨
برحي	تمر								
	٠,٦٧٤	١,٠٧٩	١,٠٨١	٠,٦٧٨	٠,٨٥٧	١,٦٢٤	٠,٦٧٤	٠,١٢٨	٣,٤٧٠
	٠,٢٥٣	٠,٦٥٠	٣,٨١٥	٠,٢٥١	٠,٦١١	٢,٥٠٨	٠,٢٥٣	٠,٠٦٨	٥,١٩
خلاص	تمر								
	٠,٧١١	٠,٨٦٩	١,٩٥٠	٠,٧١٤	٠,٨٢٤	١,٥٩٢	٠,٧١١	٠,٠٧٨	٤,٨٠٤
	٠,٦٩٢	٠,٧٩٤	٢,١٥١	٠,٦٩٣	٠,٧٦٨	١,٧٢١	٠,٦٩٢	٠,٠٧٣	٤,٧٦٧

* حجم الثمرة (V)، سم^٣. ** كتلة الثمرة (M)، جم.

يتضح من جدول (٣) تقارب النتائج للنماذج الثلاثة لأصناف التمور الأربعة في مرحلة البلح حيث أن قيم معامل الارتباط كانت ممتازة للتعبير عن حجم الثمرة بدلالة كتلتها. أيضاً عبرت النماذج الثلاثة تعبيراً

جيدا عن حجم ثمار الرطب بدلالة كتلتها لصف الخلاص وبصورة مقبولة بالنسبة لصفني السكري ونبوت سيف. وعند مقارنة قيم معاملات التقدير (r^2) للنماذج الثلاثة ومقارنتها بأصناف مرحلة الرطب يتضح أن مستوى موثوقيتها أقل من مستوى مرحلة البلح. وقد يعزى ذلك إلى تفاوت المحتوى الرطوبي للثمار في مرحلة الرطب وبالتالي تأثير ذلك على كتلتها بدون تغيير يذكر في حجم الثمار. كما لوحظ أن بعض الثمار في مرحلتي الرطب والتمر كان لها تجويف واضح بين القشرة واللُب مما قد يؤثر على حجمها الفعلي. أما بالنسبة لمرحلة التمر فكانت النتائج متدنية لأصناف البرحي والسكري ونبوت سيف بينما كانت قيم معامل الارتباط لصف الخلاص غير مقبولة. كما أن التهنك النسبي لقشرة الثمار في مرحلة التمر يؤدي لتسرب الماء داخل الثمار أثناء غمرها مما يؤدي إلى خطأ واضح في النتائج المتحصلة. وبشكل عام لم تكن هناك فروق واضحة لتحديد أفضل النماذج ملائمة بناء على قيم معامل الارتباط الخاصة بكل نموذج. فعلى، فمن المفضل استخدام النموذج الخطي للتعبير عن الحجم بدلالة الكتلة وذلك لبساطته وسهولة تطبيقه.

ويوضح الجدول (٤) نتائج التحليل الانحداري للنماذج الرياضية للتعبير عن مساحة سطح الثمار (سم^٢) بدلالة كتلتها (جم) لأصناف التمور الأربعة في مراحل البلح والرطب والتمر. ويتضح من قيم معامل الارتباط أن ربط المساحة بالكتلة حسب النماذج المستخدمة يعتبر ضعيفا ولا يوصى باستخدام تلك المعادلات لمعظم الأصناف عند مراحل النضج المحددة. ومن الواضح أن أفضل النتائج لمرحلة البلح قد تم الحصول عليها لصفني البرحي والسكري وذلك للنماذج الرياضية الثلاثة. إلا أن موثوقية التعبير عن مساحة السطح بدلالة الكتلة غير عالية للأصناف الأخرى في مرحلة البلح. وقد يعزى ذلك إلى العدد المحدود نسبيا للثمار (٣٠ ثمرة) التي تم استخدامها لإيجاد مساحة السطح بالإضافة إلى صعوبة الحصول على قشور الثمار بدقة كبيرة. ولقد كانت نتائج الرطب بدلالة قيم معامل التقدير أيضا غير مقبولة وبالتالي لا يوصى باستخدام كتلة الثمرة للتعبير عن مساحة السطح في مرحلة الرطب. وقد يعزى ذلك إلى تباين المحتوى الرطوبي للثمار خلال هذه المرحلة وكذلك عدم انتظام مساحة السطح نتيجة حدوث انكماش الثمار ككل. يتضح أيضا أن أي من النماذج الثلاثة لم يعبر تعبيراً جيدا أو مقبولا عن مساحة سطح الثمار لمرحلة التمر بدلالة كتلتها وذلك لأي من الأصناف الأربعة. وهذا قد يرجع إلى صعوبة قياس المساحة لمرحلة النضج هذه بسبب محدودية تجانس شكل الثمار، تعرج سطح قشرة الثمرة، وصعوبة دقة تقشير الثمار وتقطعها نظرا لجفافها النسبي.

جدول (٤): مقارنة مدى ملائمة النماذج الرياضية للتعبير عن مساحة سطح الثمرة* (سم^٢) بدلالة الكتلة** (جم) لأصناف التمور المختلفة في مراحل البلح والرطب والتمر.

الصف	$A = a_1 + b_1.M$			$A = a_2.e^{b_2.M}$			$A = a_3.M^{b_3}$		
	r^2	b_1	a_1	r^2	b_2	a_2	r^2	b_3	a_3
بلح									
برحي	٠,٧٠٩	٢,٠٠٧	٤,٢٨٩	٠,٧٢٩	١,٢٠٣	٠,٩٩١	٠,٧٢٩	٠,٠٩٩	٥,٩٢٦
خلاص	٠,٣٠٣	٠,٩٧٦	٧,٨٩٧	٠,٣٣١	٠,٦٣٤	٤,٠٢٥	٠,٣١٩	٠,٠٤٩	١٠,٧٨٤
سكري	٠,٦٤٦	١,٠٢٩	٨,١٨٩	٠,٦١٤	٠,٦٦٠	٤,٠٨٠	٠,٦٣٢	٠,٠٤١	١٣,١١٠
نبوت سيف	٠,٣١١	٠,٧٦٦	١٣,٨٩٨	٠,٢٨٧	٠,٤٧٣	٧,٠٣٨	٠,٢٩٤	٠,٠٢٧	١٦,٩٧٧
رطب									
برحي	٠,٢٢٩	٠,٨٩١	١١,٦٨١	٠,٢٣٨	٠,٤٠٤	٨,٠٧٩	٠,٢٤٢	٠,٠٤٧	١٢,٧٦٨
خلاص	٠,٠٢٧	٠,٣٠٤	٢٤,٠٧٠	٠,٠٣٣	٠,٢١٩	٣٤,٩٢٣	٠,٠٣٨	٠,٠١٧٧	٢٥,٠٠٠
سكري	٠,٥٠٥	١,٠١٩	٩,٨٥٠	٠,٥٦٨	٠,٣٧٦	٥,٣٧٦	٠,٥١٨	٠,٠٤٨٢	١٢,٢٧٥
نبوت سيف	٠,٠٢٣	٠,٢٦٠	٢١,٩٧٩	٠,٠٣٦	٠,١٦٦	١٦,٤٤٧	٠,٠٣١	٠,٠١١	٢١,٧٢١
تمر									
برحي	٠,٥٤٨	١,٧١١	٦,١٤٧	٠,٥٥٢	٠,٦٠٤	٥,٥٩٦	٠,٥٧٧	٠,٠٩٢	٩,٤٢٦
خلاص	٠,١٤٨	٠,٧٦٢	١٥,٠٨٢	٠,١٢٩	٠,٣٠٤	١١,٢٠٩	٠,١٣٦	٠,٠٣٤	١٥,٩٩٠
سكري	٠,٣٨٧	١,٠٠٦	٩,٨٢٠	٠,٥١٦	٠,٣٩٤	٦,٠٤١	٠,٣٩٠	٠,٠٤٨	١٢,٠٨٦
نبوت سيف	٠,٥٩١	١,٠٠٩	١٣,٦٩٧	٠,٤٦٨	٠,٤٦٨	٨,٠٧٣	٠,٥٧٠	٠,٠٣٨	١٦,١٣٦

** كتلة الثمرة (M)، جم.

* مساحة الثمرة (A)، سم^٢.

الخلاصة

أوضحت نتائج المقارنة بين الثلاث نماذج لتقدير كروية الأربعة أصناف من التمر أنها متقاربة وإن كان النموذج الأول كان الأعلى للكروية مقارنة بالنموذج الثاني والثالث. وتبين أن صنف السكري كان الأعلى قيمة للكروية مقارنة بالأصناف الأخرى بينما الخلاص كان الأقل كروية. ولقد أمكن التعبير عن حجم الثمار بالمقارنة بأشكال هندسية (إهليجي) حيث تبين النتائج أن قيم الحجم الهندسي كانت متقاربة إلى حد كبير بالحجم المقاس. إلا أنه لتقدير المساحة فلم تكن القيم المقاسة قريبة من المحسوبة لمعظم العينات مقارنة بذلك للحجم. بينت النتائج ملائمة ثلاثة نماذج رياضية (الخطي والأسّي والقوة) للتعبير عن حجم الثمرة بدلالة كتلتها لأصناف التمر في مرحلة البلج. وكذلك الحال لحجم ثمار الرطب بدلالة كتلتها لصنف الخلاص وبصورة مقبولة بالنسبة لصنفي السكري ونبوت سيف. أما بالنسبة لمرحلة التمر فكانت النتائج متدنية لأصناف البرحي والسكري ونبوت سيف وغير مقبولة لصنف الخلاص.

شكر وتقدير

يشكر الباحث مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية على تمويلها هذا البحث ضمن مشروع "الخواص الميكانيكية للتمر السعودية" رقم أت ٤٨-١٨.

المراجع

- وزارة الزراعة. ١٤٢٩هـ - (٢٠٠٨). الكتاب الاحصائي السنوي. قسم الدراسات الاقتصادية والاحصائية. الرياض.
- Abalone R.; A. Cassinera; A. Gastón and M. A. Lara (2004). Some Physical Properties of Amaranth Seeds. *Biosystems Engineering* 89 (1), 109-117.
- Allaire S. E. and L. E. Parent. (2004-a). Physical properties of Granular Organic-BASED Fertilisers, Part 1: Static Properties. *Biosystems Engineering* 87 (1), 79-87.
- Allaire S. E. and L. E. Parent. (2004-b). Physical properties of Granular Organic-BASED Fertilisers, Part 2: Dynamic Properties related to water. *Biosystems Engineering* 87 (2), 225-236.
- Arthey, V. D. (1975). *Quality of Horticultural Products*. John Wiley and Sons, New York.
- Aviara N. A.; E. Mammam; and B. Umar. (2005). Some physical properties of Balanites Aegyptiaca Nuts. *Biosystems Engineering* 92 (3), 325-334.
- Aydin C. (2002). Physical Properties of Hazel Nuts. *Biosystems Engineering* 82 (3), 297-303.
- Aydin C.; H. Ögüt; and M. Konak. (2002). Some physical properties of Turkish Mahaleb. *Biosystems Engineering* 82 (2), 231-234.
- Bayram, Mustafa (2004). Determination of the sphericity of a granular food materials. *J. Food Eng.* 68:385-390.
- Chuma, Y., S. Uchida, and K. H. H. Shemsanga (1982). Simultaneous measurements of size, surface area, and volume of grains and soybeans. *Transaction of ASAE* 25(6):1752-1756
- Cook, J. R. and R. H. Rand (1969). Vibratory fruit harvesting: a linear theory of fruit-stem dynamic. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 14(3):195-209.
- Dursun E. and I. Dursun (2005). Some physical properties of caper seed. *Biosystems Engineering* 92 (2), 237-245.

- Gamayak D. K., R. C. Pardhan, S. N. Naik, and N. Bhatnagar (2008). Moisture-dependent physical properties of jatropha seed (*Jatropha curcas* L.). *Industrial crops and products* 27 (2008) 123-129
- Kaleemullah S. and J. J. Gunasekar (2002). Moisture-dependent physical properties of Arecanut Kernels. *Biosystems Engineering* 82 (3), 331-338.
- Konak M.; K. çarman; and C. Aydin (2002). Physical properties of chick pea seeds. *Biosystems Engineering* 82 (1), 73-78.
- Manimehalai N. and R. Viswanathan (2006). Physical Properties of Fuzzy Cottonseeds. *Biosystems Engineering* 95 (2), 207-217.
- Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Material*, 2nd Edition. Godon and Breach Science Publishers, New York.
- Moustafa Bayram (2005). Determination of the sphericity of granular food materials. *Journal of food engineering* 68 (2005) 385-390.
- Moustafa, S. M. A. (1971). Theoretical prediction of volume, surface area, and centre of gravity for agricultural products. *Transaction of ASAE*. 14(3): 549-553.
- Nimkar P. M.; D. S. Mandwe and R. M. Dudhe (2005). Physical Properties of Moth Gram. *Biosystems Engineering* 91 (2), 183-189.
- Owolarafe, O. K. and H.O. Shotonde (2004). Some properties of fresh Okro fruit. *J. Food Eng.* 63:299-302.
- Özarslan C. (2002). Physical properties of cotton seed. *Biosystems Engineering* 82 (2), 169-174.
- Pliestic S., N. Dobricvic, D. Filipovic, and Z. Gospodaric (2006). Physical Properties of Filbert Nut and Kernel. *Biosystems Engineering* 93 (2), 173-178.
- Reddy B.S., and A. Chakraverty (2004). Physical Properties of Raw and Parboiled Paddy. *Biosystems Engineering* 88 (4), 461-466.
- Sacilik K., R. Öztürk and R. Keskin (2003). Some Physical Properties of Hemp Seed. *Biosystems Engineering* 86 (2), 191-198.
- Sahoo P. K. and A. P. Srivastava (2002). Physical Properties of Okra Seed. *Biosystems Engineering* 83 (4), 441-448.
- Selvi Ç. K., Y. Pinar and E. Yeşiloğlu (2006). Some physical properties of linseed. *Biosystems Engineering* 95 (4), 607-612.
- Sessiz A., R. Esgici, and S. Kizil (2007). Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis* ssp.) fruit. *Journal of food engineering* 79 (2007) 1426-1431.
- Sirsomboon, P., and P. Kitchaiya (2009). Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatment. *Biosystems Engineering* (2009), doi: 10.1016/j.biosystemseng.2008.11.003.
- Sirsomboon, P.; P. Kitchaiya; T. Pholpho and W. Mahuttanyavanitch (2007). Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. *Biosystems Engineering* 97 (2007), 201-207.
- Stroshine, R. and D. Hamann. (1994). *Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products*. Notes published through the Web.
- Tunde-Akintunde T.Y.; and B. O. Akintunde (2004). Some physical Properties of Sesame Seed. *Biosystems Engineering* 88 (1), 127-129.
- Vanesa Y. I., S. M. Nolasco, and M. C. Tomás (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial crops and products* 28 (2008) 286-293

- Vilche C. M. Gely and E. Santalla. (2003). Physical properties of Quinoa Seeds. *Biosystems Engineering* 86 (1), 59-65.
- Yalçın İ., and C. Özarslan (2004). Physical properties of Vetch seed. *Biosystems Engineering* 88 (4), 507-512.
- Zewdu A. D. and W. K. Solomon (2007) Moisture-Dependent physical properties of Tef Seed. *Biosystems Engineering* 96 (1), 57-63.

EVALUATE THE SPHERICITY AND PREDICATED OF VOLUME AND SURFACE AREA FOR BERHI, KHALAS, SUKKARI AND NABOUT SEIF AT THREE STAGES OF MATURITY

Ahmadan, A.M.

Department of Agric. Eng. Collage of Ag., King Soud Univ.

ABSTRACT

Sphericity values were estimated using three different methods for four date cultivars Berhi, Khalas, Sukkari and Nabout Seif at three stages of maturity namely Balah, Rutab and Tamr. This engineering property is important particularly in designing grading systems and operations based on the fruit shape. Experimental values as applies to the three estimation model revealed that among the four tested cultivars, Sukkari at the Balah stage of maturity attained the highest value of sphericity (0.908 ± 0.038), and at while the least value of sphericity was for Khalas at Tamr stage where the value of Sphericity was (0.603 ± 0.043). However model three (ratio of major to diameter) underestimated sphericity as compared to the other two models.

Experimental values of the mean volume and surface area of date fruits were compared to values calculated for an ellipse (prolate spheroid) shape. The generated data revealed that the volume of Sukkari at Tamer stage and Nabout Seif at Rutob stage were the closest to that of the spheroid ellipse since the differences between the experimentally determined fruit volume and the equivalent ellipse (prolate spheroid) volume were 0.6% for both cultivars. On the other hand, the surface area of Nabout Seif cultivar was the best among the four cultivars where the error difference between experimentally determined fruit surface area and equivalent ellipse (prolate spheroid) surface area were 11.9%, 1.3% and 5.5 for the Balah, Rutab, and Tamr stages of maturity, respectively. Surface area and volume of fruits were evaluated at various stages of maturity as a function of mass using three experimental models. Results showed that its possible to express fruit volume at Balah stage fairly well. Correlation coefficients were between 0.931 and 0.974. However, for the remaining stages of maturity results were not encouraging. This is also the case when expressing surface area as a function of mass where the correlation coefficients were low for most cultivars and stages of maturity.