بعض الخصائص الطبيعية والميكانيكية للتفاح صنف " Golden delicious and Double red delicious "المنزرع في منطقة الوسيطة – البيضاء – ليبيا

محمد محمود إبراهيم[1] عبد الفتاح محمود دريس

الملخص

يعتبر التفاح من الفاكهة الشائعة ذات أهمية اقتصادية. فهناك حاجة ملحة إلى عمليات الفرز والتدريج للتفاح لتقديمه إلى السوق المحلى أو الأجنبي. فمعرفة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للتفاح تعتبر مهم في معرفة سلوك المنتج أثناء عمليات ما بعد الحصاد مثل الحصاد و النقل و الفرز والتدريج و التعبئة والتخزين. تم دراسة الخصائص الطبيعية والميكانيكية لصنفين من التفاح وهما " **Golden delicious and Double red delicious**"، من هذه الخصائص أبعاد الثمرة و الكتلة والحجم والكثافة الحقيقة والظاهرية و المسامية ومتوسط القطر الهندسي و الكروية ومعامل التعبئة والمساحة السطحية ومساحة إسقاط الثمرة و معامل الاحتكاك الاستاتيكى (لبعض الأسطح: الخشب و الزجاج والمطاط والحديد والفيبرجلاس) و معامل الصلادة. الخصائص الطبيعية: متوسط قيم طول الثمرة لكلا من صنفين (Red) ، (Golden) هي 57.05، 61.15 مم. بالنسبة للعرض هي 67.46، 68.43مم. والسمك هي 63.63، 65.92 مم. وكتلة الثمرة هي 121.27، 130.46 جرام. حجم الثمرة هي 128.86، 141.2 سم3 . الكثافة الحقيقية هي 0.96، 0.94 جم/سم3. الكثافة الظاهرية هي 0.43، 0.51 جم/سم3. المسامية 54.68، 44.75 %. متوسط القطر الهندسي هي 62.55، 65.09 مم. معامل التعبئة هي 0.45، 0.55. المساحة السطحية للثمرة هي 123.5، 133.33 سم2. مساحة إسقاط الثمرة هي 39.51، 46.05 سم2 على التوالي. الخصائص الميكانيكية: متوسط معامل الاحتكاك مع الأسطح المختلفة (تحت الدراسة) يتراوح ما بين 0.48 إلى 1.08 في حالة صنف (Red)، وما بين 0.51 إلى 1.14 في حالة صنف (Golden). متوسط قيمة صلادة الثمرة تتراوح ما بين7.61 إلى 8.45 كجم/سم2 في حالة صنف (Red)، وما بين 5.27 إلى 6.33 كجم/سم2 في حالة صنف (Golden).

[1] قسم الهندسة الزراعية –كلية الزراعة – جامعة عمر المختار

الكلمات المفتاحية: الخصائص الطبيعية، التفاح، الكثافة، مساحة إسقاط الثمرة، معامل الاحتكاك الاستاتيكى، صلادة الثمار.

المقدمة

قد بذلت ليبيا جهودا خلال السنوات الأخيرة من تحديث الزراعة وترقيه الإنتاج الزراعي وتسويقه عن طريق إدارة مستديمة للموارد الزراعية، فقد أثمرت تحقيق زيادة الإنتاج، من ضمنها الفاكهة فيصل إنتاج ليبيا من الفاكهة حوالي 358 ألف طن سنويا (***FAO,2008***). فيعتبر التفاح ما بين الفاكهة ذات الأهمية التجارية والصناعية. فيتم استهلاك التفاح في العديد من الصور فمنها يتم استهلاكه كفاكهة طازجة وعصير أو شرائح مجففة. يوجد مجموعة من الأنظمة تستخدم عند تخزين المنتجات الزراعية منها التدريج ،التداول. من الخصائص المميزة والمفيدة في تصميم الآلات الزراعية، الخصائص الطبيعية ،الميكانيكية، الكهربية ،الحرارية ،الضوئية والخصائص الصوتية والكيميائية. ومن الصفات الطبيعية الهامة للمنتجات الزراعية والتي تستخدم في نظم التدريج ، الكتلة ،الحجم (**Safwat and Moustafa, 1971**). من الخواص الظاهرية التي يجب أن تقاس لإنشاء نظام تدريج هى الأبعاد (الطول ،العرض،الارتفاع) ،المساحة السطحية ، الوزن (**Khojastehpour, 1996**) ***Tabatabaeef (2000)*** درس الخواص الطبيعية للبطاطس الإيرانية فقد قام بقياس الخصائص الفيزيائية مثل الأبعاد، الكتلة، الحجم، الحجم النوعي، ومتوسط القطر الهندسي، الكروية والمساحة السطحية . ***Pitts et al. (1987)***استنتج علاقات لإيجاد كتلة الدرنات على أساس الأبعاد الأساسية أثناء دراسته للخصائص الطبيعية للبطاطس ***Tabatabaeefar et al. (2000)*** استنتج إحدى عشر علاقة لإيجاد الكتلة لثمار البرتقال على أساس، الأبعاد، الحجم، المساحة السطحية. ***Lorestani (2001)*** درس الخصائص الطبيعية لصنفين من ثمار الكيوى (Abbot, Hayward) وقد قام بتحديد إحدى عشر علاقة لتقدير كتلة الثمار على أساس الأبعاد والمساحة السطحية ***Tabatabaeefar and Rajabipour (2005)*** استنتجوا كتلة ثمار التفاح من خلال علاقة رياضية تعتمد على الخواص الطبيعة للتفاح. ***Khojastehpourin (1996)*** اعتبر أن دراسة الخواص الطبيعية أساس لتقيم وتصميم وتطوير آلة تدريج البطاطس تحت الظروف الإيرانية. ***Safwat and Moustafa (1971)*** درسوا نظريا كيفية التنبؤ بالحجم، والمساحة السطحية، ومركز الثقل ، بعض المنتجات زراعية المختلفة. **Safa and Khazaei *(2003)*** و ***Al-Maiman and Ahmad (2001)*** درسوا الخصائص الطبيعية للرمان وأوجدوا علاقة لإيجاد كتلة الثمار باستخدام الأبعاد ،الحجم، والمساحة السطحية. ***Topuz et al.***

(2005)درسوا الخصائص الطبيعية والغذائية لأربع أصناف من البرتقال وبينت النتائج أن القياسات الأساسية هي الأبعاد، الحجم، متوسط القطر الحسابي، المساحة السطحية، كثافة الثمار، كثافة العصير، المسامية، معامل الاستدارة، معامل الاحتكاك. ***Owolarafe et al. (2007)*** درسوا بعض الخصائص الطبيعية لصنفين من نواتج النخيل التي تستخدم في إنتاج زيت النخيل ونواة النخيل . وذكروا أهميه معرفة مواصفات الثمار وتحديد وفهم أهم الخصائص التي تؤثر في تصميم ألآت مثل عمليات التداول. وكانت الخصائص الطبيعية التي تم قياسها: هي الحجم ،الشكل، الاستدارة، الكثافة الحقيقية، الكثافة الظاهرية، المسامية، ومن الخصائص الميكانيكية التي تم قياسها في البحث، معامل الاحتكاك، وزاوية المكوث على الخشب، وتعتبر من الصفات ذات الأهمية الكبيرة في تصميم الآلات المستخدمة أثناء تداول المحاصيل والمنتجات لزراعية الهامة. ***Rafiee et al. (2006)*** قدر كتلة ثمار التمر صنف (Ghasb) بواسطة الشبكات العصبية (artificial neural network) وقد استنجوا نموذجان لإيجاد كتلة الثمر على أساس الأبعاد الأساسية. ***Jahromi et al. (2007)*** قدروا بعض الخواص الطبيعية لثمار التمر ومن هذه الخصائص: الكتلة، الطول، السمك، الحجم، المساحة السطحية، أيضا العديد من الدراسات اهتمت بدراسة الخواص الطبيعية لثمار البامية (***Akar and Aydin, 2005***)، وكذلك مع الحمص (***Ghadge et al., 2008***). من الصفات الهامة هي قوى الاحتكاك الإستاتيكى هي القوة اللازمة لبدء الحركة ، أو القوى اللازمة لاستمرار الحركة بين المنتج والأسطح وتسمى بقوى الاحتكاك الديناميكي (***Halling, 1975***). الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو دراسة الخصائص الطبيعية لصنفين من التفاح (Double red delicious and Golden delicious) تحت الظروف الليبية واشتملت الدراسة على الخصائص التالية: الكتلة، الحجم، المساحة السطحية، الكثافة الظاهرية، الكثافة الحقيقية، متوسط القطر الهندسي، معامل التعبئة، المسامية، الاستدارة، معامل الاحتكاك الإستاتيكى، وتم استنتاج معادلة باستخدام الانحدار الخطى يربط بين كتلة الثمرة (كمتغير تابع) و كلا من الطول والعرض والسمك والحجم والكثافة للثمرة (كمتغيرات مستقلة).

مواد وطرق البحث

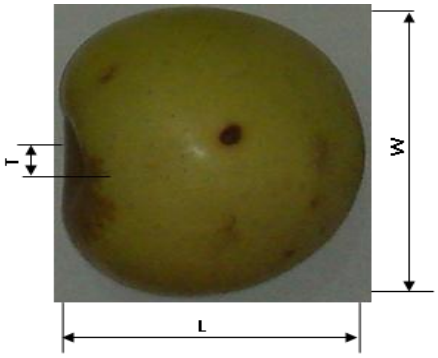
2-1 تحضير العينات:في هذه الدراسة تم اختبار الخصائص الطبيعية للتفاح صنف Golden delicious وDouble red delicious والمنزرعة في منطقة الوسيطة – البيضاء – ليبيا. تم تجميع 100 عينة عشوائية من المزرعة ثم تم نقلها إلى كلية الزراعة – جامعة عمر المختار ثم اجري عليها

القياسات المختلفة. والشكل (1) يبين الصنفان تحت الدراسة.

2-2 الخصائص الفيزيائية:

وذلك بدراسة الشكل العام للثمرة. تم قياس الأبعاد الرئيسية (L) الطول، (W) العرض، (T) السمك وذلك لـ 100 عينة وذلك باستخدام القدمة ذات الورنية الرقمية (دقة القياس 0.01 مم). والشكل (2) يوضح الأبعاد الرئيسية للثمرة، (L) هو عبارة عن اكبر بعد في المحور الطولي للثمرة الذي يمتد من نقطة اتصال الثمرة بالشجرة، (W) هو عبارة عن اكبر بعد للمحور العمودي على (L)، (W) هو البعد للمحور العمودي على كلا من (L)، (W).

شكل (1): صنفان التفاح التي تم الدراسة عليهما (1: Double red delicious و2: Golden delicious).



شكل (2): الأبعاد الرئيسية الثلاثة للثمرة (L)، (W)، (T).

كتلة الثمرة تم تقديرها بميزان حساس ذات سعة من صفر إلى 3000 جرام بدقة (0.01) جرام.

تقدير حجم الثمرة وذلك باستخدام الماء المزاح، وذلك بواسطة وزن الماء الذي يزحه حجم الثمرة ثم يتم حساب حجم الثمرة من المعادلة التالية (***Shepherd and Bhardwaj 1986***):

$$V\ (cm^3) = \frac{\text{وزن الماء المزاح } (\text{سم}^3)}{\text{كثافة الماء } (\text{جرام/سم}^3)}$$

الكثافة الحقيقية للثمرة يمكن حسابها من المعادلة التالية (***Mohsenin,1970***):

$$S_D = \frac{M}{V}$$

حيث

S_D : كثافة الثمرة الحقيقية (جرام/سم^3).

M : كتلة الثمرة (جرام).

V : كثافة الماء (يساوى1 جرام/سم^3).

الكثافة الظاهرية للثمرة يتم حسابها عن طريق وضع كمية من الثمار فى صندوق ثم يتم تقدير كتلة الثمار داخل الصندوق وكذلك حجم الصندوق، ثم يتم حساب الكثافة الظهرية بالمعادلة التالية (***Mohsenin,1970***):

$$B_D = \frac{Mc}{Vc}$$

حيث

B_D : الكثافة الظاهرية (جرام/سم^3).

Mc : كتلة الثمار الذي يحويها الصندوق (جرام).

Vc : حجم الصندوق الذي يحوى الثمار (سم^3).

المسامية يمكن حسابها من المعادلة التالية (***Mohsenin,1970***):

$$P = \left(\frac{Vc - V}{Vc} \right) \times 100$$

حيث

P : المسامية (%).

Vc : حجم الصندوق الذي يحوى الثمار (سم^3).

V : حجم الثمار الفعلية للثمار داخل الصندوق (سم^3).

القطر المتوسط الهندسي يمكن حسابه من المعادلة (**Topuz et al., 2005**):

$$GM = \sqrt[3]{LWT}$$

حيث

GM : القطر المتوسط الهندسي (مم).

L : طول الثمرة (مم).

W : عرض الثمرة (مم).

T : سمك الثمرة (مم).

من المعايير التى توضح شكل الثمرة الكروية (sphericity) يمكن حسابه من المعادلة التالية (***Mohsenin, 1970***):

$$S_{ph} = \frac{GM}{L}$$

حيث

S_{ph} : الكروية

GM : القطر المتوسط الهندسي (مم).

L : طول الثمرة (مم).

المساحة السطحية للثمرة (surface area) يتم حسابها من المعادلة التالية (***Topuz et al. ,2005***):

$$S = \pi \times GM^2$$

حيث

S : المساحة السطحية للثمرة (سم^3).

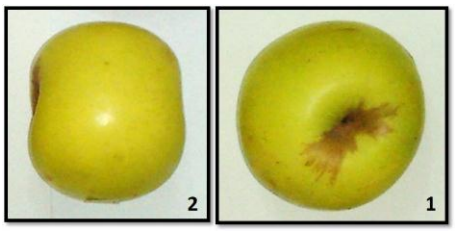
معامل التعبئة (Coefficient of packaging) تم حسابها من المعادلة التالية (***Topuz et al., 2005***) (***Maduako and Faborode, 1990***) :

$$\lambda = \frac{V_0}{Vc}$$

حيث

λ : معامل التعبئة coefficient of packaging.

من الخواص المهمة للدراسة الخصائص الطبيعية مساحة إسقاط الثمرة (projected area)، تم قياسها بواسطة اخذ صورة للثمرة ثم استخدام ماسح ضوئي (scanner) من النوع (HP F-2280) وذلك لأخذ صورة للمساحة التي يشغلها إسقاط الثمرة، ثم بعد ذلك يتم معالجتها بواسطة استخدامها مع برنامج الرسم بالحاسوب (AutoCAD) وذلك لحساب المساحة. تم حساب مساحة الإسقاط للثمرة على مستويين مختلفين أولهما مساحة الإسقاط التي يشغلها المستوى الذي يجمع بين (L) و (W) وثانيهما المستوى الذي يجمع (W) و(T)، الشكل (3) يوضح المستويان الذي تم اخذ مساحة الإسقاط للثمرة.



شكل (3): المستويان الذي تم حساب مساحة إسقاط الثمرة (1: المستوى W – T و 2: المستوى L – W).

2-3 الخصائص الميكانيكية:

معامل الاحتكاك الاستاتيكى (coefficient of static friction):

تم تقدير معامل الاحتكاك الاستاتيكى كما هو متبع مع (***Puchalski and Brusewitz, 1996***) فقد تم تصنيع جهاز لقياس قوة الاحتكاك اللازمة لبدء حركة الثمرة على سطح معين، يتم توصيل الثمرة بخيط ثم نوصل الخيط ببكرة صغيرة متصلة بذراع مثبت مع قاعدة الجهاز ثم يتم تدلى الخيط بواسطة أوزان اللازمة لبدء حركة الثمرة، تم قياس القوة اللازمة لبدء الحركة للثمرة مع خمسة أسطح مختلفة (الخشب ، الزجاج، المطاط، الحديد المجلفن، الفيبرجلاس) والشكل (4) يوضح المكونات الرئيسية لجهاز قياس قوة الاحتكاك، ثم يتم حساب معامل الاحتكاك الاستاتيكى تبع للمعادلة التالية (***Halling, 1975***):

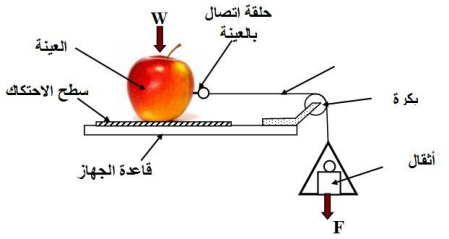
$$\mu = \frac{F_r}{N_l}$$

حيث

M : معامل الاحتكاك الاستاتيكى.

F_r : قوة الاحتكاك.

N_l : وزن الثمرة.



شكل(4) شكل تخطيطى يبين الشكل العام لجهاز قياس قوة الأحتكاك

صلادة الثمرة (Fruit hardness):

يمكن قياسها عن طريق القوة اللازمة لاختراق نسيج الثمرة باستخدام جهاز قياس الصلادة (شكل 5)، وذلك باستخدام طرف الجهاز ذو قطر 8 مم (هو عبارة عن شكل اسطواني الشكل ينتهي بشكل كروي)، ثم يتم حساب صلادة الثمرة من المعادلة التالية:

$$F_h = \frac{F}{A}$$

حيث

F_h : صلادة الثمرة (كجم/سم^2).

F : قوة اللازمة لاختراق نسيج الثمرة (كجم).

A : مساحة طرف الجهاز المستخدم = $\pi \times$ r^2 (سم^2)

r : نصف قطر طرف الجهاز (سم).

(5): جهاز قياس صلادة الثمار.

4-2 نموذج للانحدار الخطى (Linear regression): تم استخدام الانحدار الخطى بواسطة استخدام برنامج التحليل الإحصائي (SPSS V.14)، فقد تم استخدام كتلة الثمرة كمتغير تابع (dependent)، وكلا من المتغيرات الطول والعرض والسمك والحجم والكثافة استخدمت كمتغيرات مستقلة (independent) وذلك تبع للمعادلة التالية:

$$M = K_1 L + K_2 W + K_3 T + K_4 V + K_5 D_S + K_6$$

حيث

M : كتلة الثمرة (جرام).

L : طول الثمرة (مم).

W : عرض الثمرة (مم).

T : سمك الثمرة (مم).

V : حجم الثمرة (سم^3).

S_D : الكثافة الحقيقية للثمرة

(جم/سم^3).

K_1, ...K_6 : الثوابث الخاصة بالانحدار الخطى.

النتائج و المناقشة

1-3 الخصائص الطبيعية والميكانيكية:

جدول (1) يوضح النتائج المتحصل عليها لبعض الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لثمار التفاح للصنفين تحت الدراسة:

الصنف "Double red delicious"

"قيمة أقصى واقل متوسط طول الثمرة (L) هي 69.93، 49.77، 57.05 مم على التوالي، بالنسبة للعرض (W) هي 86.19، 60.07، 67.46 مم على التوالي، بالنسبة للسمك (T) هي76.36، 54.85، 63.63 مم على التوالي.قيمة أقصى واقل ومتوسط كتلة الثمرة هي 200، 84.10، 121.27 جرام على التوالي، وبالنسبة للحجم هي 254، 74.1، 128.86 سم3 على التوالي. بالنسبة للكثافة الحقيقية للثمرة هي 1.33، 0.65، 0.96 جم/ سم3 على التوالي. بالنسبة لقيم للكثافة الظاهرية هي 0.55، 0.4، 0.43 جم/ سم3 على التوالي.قيمة أقصى واقل ومتوسط المسامية هي 57.68، 50.17، 54.68 % على التوالي، وبالنسبة متوسط القطر الهندسي هي 77.21، 54.74، 62.55 مم على التوالي. بالنسبة لقيم للكروية هي 1.17، 1.04، 1.1 على التوالي. بالنسبة لقيم معامل التعبئة هي 0.5، 0.42، 0.45 على التوالي. بالنسبة لقيم ألمساحة السطحية هي 187.18، 94.07، 123.5 سم2 على التوالي. بالنسبة لمساحة إسقاط الثمرة (المستوى L-W) هي 652، 29.2، 39.51 سم2 وفى المستوى (W-T) هي 62.8، 29.2، 39.17 سم2 على التوالي. بالنسبة للخصائص الميكانيكية: قيم معامل الاحتكاك الاستاتيكى (المتوسط) للثمرة مع الأسطح المختلفة (الخشب، الزجاج، والمطاط، والحديد المجلفن، الفيبرجلاس) هي 0.48، 0.62، 1.08، 0.58، 0.6 على التوالي. قيم متوسط صلادة الثمرة في الاتجاه (L)، (W)، (T) هي 7.99، 8.45، 7.61 كجم/سم2 على التوالي.

الصنف "Golden deliciou "قيمة أقصى واقل متوسط طول الثمرة (L) هي 67.68، 54.68، 61.15 مم على التوالي، بالنسبة للعرض (W) هي 75.88، 62.68، 68.43 مم على التوالي، بالنسبة للسمك (T) هي 73.84، 61.21، 65.92 مم على التوالي. قيمة أقصى واقل ومتوسط كتلة الثمرة هي 170.3، 106.9، 130.46 جرام على التوالي، وبالنسبة للحجم هي 196، 88،

141.2 سم3 على التوالي. بالنسبة للكثافة الحقيقية للثمرة هي 1.22، 0.82، 0.94 جم/ سم3 على التوالي. بالنسبة لقيم للكثافة الظاهرية هي 0.61، 0.45، 0.51 جم/ سم3 على التوالي. قيمة أقصى واقل ومتوسط المسامية هي 46.75، 40.39، 44.75 % على التوالي، وبالنسبة متوسط القطر الهندسي هي 72.38، 59.89، 65.09 مم على التوالي. بالنسبة لقيم للكروية هي 1.1، 1.01، 1.07 على التوالي. بالنسبة لقيم معامل التعبئة هي 0.64، 0.51، 0.55 على التوالي. بالنسبة لقيم المساحة السطحية هي 164.51، 112.61، 133.33 سم2 على التوالي. بالنسبة لمساحة إسقاط الثمرة (في المستوى L-W) هي 76، 36، 46.05 سم2 وفى المستوى (W-T) هي 51.6، 32.8، 42.27 سم2 على التوالي.

بالنسبة للخصائص الميكانيكية: قيم معامل الاحتكاك الاستاتيكى (المتوسط) للثمرة مع الأسطح المختلفة (الخشب، الزجاج، والمطاط، والحديد المجلفن، الفيبرجلاس) هي 0.51، 0.65، 1.14، 0.65، 0.64 على التوالي. قيم متوسط صلادة الثمرة في الاتجاه (L)، (W)، (T) هي 6.33، 5.27، 6.11 كجم/سم2 على التوالي.

جدول (1): بعض الخصائص الطبيعية والميكانيكية لثمار التفاح صنف " Double red delicious و Golden delicious

Property		No.	Double red delicious			Golden delicious		
			max	min	Ave.	max	min	aver
L(length),mm		100	69.93	49.77	57.05	67.68	54.67	61.15
W (width), mm		100	86.19	60.07	67.46	75.88	62.68	68.43
T (thickness), mm		100	76.36	54.85	63.63	73.84	61.21	65.92
fruit mass, g		100	200	84.10	121.27	170.30	106.90	130.46
fruit volume, cm3		100	254	74.10	128.86	196.0	88.0	141.2
Fruit density, g/cm3		100	1.33	0.65	0.96	1.22	0.82	0.94
Bulk density, g/cm3		50	0.55	0.4	0.43	0.61	0.45	0.51
Porosity, %		50	57.68	50.17	54.68	46.75	40.39	44.75
Geometric mean diameter, mm		100	77.21	54.74	62.55	72.38	59.89	65.09
Sphericity, %		100	1.17	1.04	1.10	1.10	1.01	1.07
Packaging coefficient		30	0.5	0.42	0.45	0.64	0.51	0.55
Surface area, cm2		100	187.18	94.07	123.50	164.51	112.61	133.33
Projected area (cm2)	L- W	30	62.00	30.4	39.51	76.00	36.00	46.05
	W - T		62.80	29.2	39.17	51.60	32.80	42.27
Coefici	Wood	10	0.61	0.33	0.48	0.69	0.35	0.51

Property		No.	Double red delicious			Golden delicious		
			max	min	Ave.	max	min	aver
	Glass		0.69	0.55	0.62	0.66	0.62	0.65
	Rubber		1.18	0.98	1.08	1.28	0.93	1.14
	Steel		0.66	0.48	0.58	0.74	0.58	0.65
	Fiber		0.64	0.58	0.60	0.66	0.60	0.64
Fruit	L		9.16	6.37	7.99	7.17	4.78	6.33
Hardness	W	10	9.24	7.17	8.45	6.53	3.18	5.27
Kg/cm2	T		8.44	7.01	7.61	6.77	5.18	6.11

من النتائج السابقة يمكن أن نلخص الآتي:

1- الأبعاد الرئيسية للثمرة (L)، (W)، (T) في حالة صنف (Golden) اكبر من صنف (Red) وبالتالي يكون الحجم والمسامية و المساحة السطحية ومساحة إسقاط الثمرة في حالة صنف (Golden) اكبر من صنف (Red).

2- كتلة الثمرة في حالة صنف (Golden) اكبر من صنف (Red) وكذلك بالنسبة للحجم فتكون النتيجة إن الكثافة الحقيقة للثمرة في حالة (Golden) اكبر من صنف (Red).

3- معامل الاحتكاك الاستاتيكى مع جميع الأسطح تحت الدراسة في حالة صنف (Golden) اكبر من صنف (Red).

3- صلادة الثمرة في حالة صنف (Golden) اقل من صنف (Red) فمع جميع الاتجاهات (L,W,T).

2-3 تقييم نموذج الانحدار الخطى (Linear Regression):المعادلة التي تم التحصل عليها من نتيجة الانحدار الخطى واستخدام كتلة الثمرة كمتغير تابع (dependent)، وكلا من المتغيرات الطول والعرض والسمك والحجم والكثافة استخدمت كمتغيرات مستقلة (independent) على أساس تقدير كتلة الثمرة كانت كالتالي:

$$M = K_1 L + K_2 W + K_3 T + K_4 V + K_5 D_S + K_6 \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث

كتلة الثمرة (جرام).

طول الثمرة (مم).

$(69.93 \le L \le 49.77)$ for double, $(67.68 \le L \le 54.67)$ for golden

عرض الثمرة (مم).

$(86.19 \le W \le 60.07)$, $(75.88 \le L \le 62.68)$ for golden

سمك الثمرة (مم).

$(76.36 \le T \le 54.85)$, $(73.84 \le L \le 61.21)$ for golden

حجم الثمرة (سم^3).

$(254 \le V \le 74.1)$, $(196 \le L \le 88)$ for golden

كثافة الثمرة (جم/ سم^3).

$(1.33 \le D_s \le 0.65)$, $(1.22 \le L \le 0.82)$ for golden

s

K_1, K_2, ... k_6

ثوابت تجريبية

	الثوابت التجريبية	
	Double red delicious	Golden delicious
K1	1.129	0.333
K2	1.570	0.644
K3	1.212	0.598
K4	.224	0.619
K5	34.352	72.663
k6	-188.144	-128.923
R2	0.986	0.989

Some Physical Properties of Apple cv. "Golden delicious and Double red delicious" which cultivated at El Wesata - Al Bayda - Libya

M. M. IBRAHIM[1] **A. E. DRESS**

Abstract

Apple is among the popular fruits and of a high economic value. Sorting and grading of apple is needed for the fruit to be presented to local and foreign markets. Information about physical and mechanical properties of apple fruit is very important for understanding the behavior of the product during the post harvest operations. This research was undertaken to study some physical and mechanical properties of two Libyan apple cultivars (Golden delicious and Double red delicious). Some properties of apples were determined: dimensions, mass, volume, fruit density, bulk density, porosity, geometric mean diameter, sphericity, packaging coefficient, surface area, projected area, coefficient of static friction and fruit hardness.

A general mathematical equation for two cv. apples were derived to predict the value of fruit mass as a function of length, width, thickness, volume and fruit density.

Keywords: Physical properties, apple, static friction coefficient, packaging coefficient, projected area, fruit hardness.

[1] Agric. Eng. Department-Faculty of Agricultural - Omar El-Mokhtar University – Al-Beida – Libya.

المراجع

Akar, R. and C. Aydin. 2005. Some physical properties of gumbo fruit varieties, Journal of Food Engineering, 66, 387–393.

Al-Maiman, S. and D. Ahmad. 2001. Changes in physical and chemical properties during pomegranate fruit maturation. MSc. Thesis. Department of Food Science and Nutrition, King Saud University, Saudi Arabia.

FAO Statistical Yearbook. 2008. Production of fruits and cocoa beans.

Ghadge, P.N., P.R. Vairagar and K. Prasad. 2008. Some physical properties of chick pea split (Cicer arietinum L.). Agricultural Engineering International: the CIGR E journal, Manuscript FP 07 039. Vol. X.

Halling, J. 1975. Principles of Tribology. Printed in Great Britain by Tinling (1973) Ltd, Prescot, Merseyside.

Jahromi Keramat, M., A. Jafari, S. Rafiee, A.R. Keyhani, R. Mirasheh and S.S. Mohtasebi. 2007. Some physical properties of date fruit (cv. Lasht). Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, Manuscript FP 07 019. Vol. IX.

Khojastehpour, M. 1996. Design and construction method of potato sorting machine. MSc. Thesis. Faculty of Bio-systems Engineering, University of Tehran.

Lorestani, A.N. 2001. Investigation of some Iranian export Kiwi fruits physical characteristics and make recommendation of suitable parameters for design of sorting machine. MSc. Thesis. Faculty of Bio-systems Engineering, University of Tehran.

Maduako, J. N., M. O. Faborode. 1990. Some physical properties of cocoa podsin relation to primary processing. life Journal of Technology, 2, 1-7.

Mohsenin, N. N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Vol.1. Physical characteristics and mechanical properties, Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Owolarafe, O.K., T.M. Olabige and M.O. Faborode. 2007. Macro-structural characterisation of palm fruit at different processing conditions. Journal of Food Engineering, 79(1), 31-36.

Pitts, M.J., G.M. Hyde and R.P. Cavalieri. 1987. Modeling potato tuber mass with tuber dimensions. Transactions of the ASAE, 30(4), 1154-1159.

Puchalski, C. and G.H. Brusewitz. 1996. Techniques for evaluating fruit and vegetable friction and abrasion - a review. Paper No. 96F-043. Eur. Ag. Eng. Madrid.

Rafiee, S., M. Keramat, A. Jafari, A. R. Keyhani and R. Mirasheh. 2006. Determination of dimension and mass of date (ghasb). Proceedings of the International Conference on Innovations in Food and Bioprocess Technologies. Thailand.

Safa, M. and J. Khazaei. 2003. Determining and Modeling Some Physical properties of Pomegranate Fruits of Saveh Area Related to Peeling and Packaging. Proceedings of the International Congress, Food and Environment, Izmir, Turkey.