

## طرائق بسيطة لقياس مساحة الاوراق وابعاد الحبوب في بعض محاصيل الحبوب

محمد عبدالوهاب النوري

أستاذ مساعد

قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة – جامعة الموصل

[Dr\\_moh1954@yahoo.com](mailto:Dr_moh1954@yahoo.com)

## المستخلص

تم التوصل لعمل آلة هندسية بسيطة يمكن من خلالها قياس مساحة اوراق نباتات الحنطة والشعير والرز والشوفان بسهولة وبدقة عالية. اعتمدت فكرة هذه الآلة على حساب المساحة السطحية لاسطوانة هندسية منتظمة الشكل وتقسيمها الى تدريجات متساوية بحيث يمثل كل تدريج مساحة (1 سم<sup>2</sup>)، وتتم طريقة القياس بلف الورقة النباتية المراد قياس مساحتها على هذه الاسطوانة ابتداء من التدريج رقم صفر صعودا للاعلى وذلك لمعرفة مساحة الورقة النباتية مباشرة من خلال المساحة التي تغطيها الورقة النباتية للاسطوانة المعدة لهذا الغرض. كما تم التوصل الى طريقة سريعة ودقيقة لقياس ابعاد حبوب معظم المحاصيل الحقلية (الطول والعرض والسمك) تعتمد على تثبيت الحبوب طوليا أو عرضيا أو جانبا على مادة الطين الصناعي أو شريط لاصق لاتمام هذه القياسات. اظهرت نتائج قياس مساحة عشر نماذج من اوراق الحنطة بالطريقة الجديدة عدم وجود فروق معنوية في مساحة اي ورقة من الاوراق العشرة بالمقارنة مع طريقة الاستنساخ وطريقة الحاسوب الالكتروني (كطريقتين مرجعيتين). كما تطابقت نتائج قياس معدل ابعاد مكررين من حبوب الحنطة كل مكرر يتكون من عشرة حبات بالطريقة المستحدثة من خلال تثبيت الحبوب على مادة لاصقة مقارنة مع الطريقة التقليدية باستخدام الفرنية الالكترونية. اتضح من البيانات التي تم الحصول عليها دقة نتائج الطرق المستحدثة فضلا عن سرعة وسهولة اجرائهما.

كلمات مفتاحية: اسطوانة هندسية، مساحة الورقة، طول الحبة، عرض الحبة.

**The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(5): 600-605, 2013**

**Alnori**

**SIMPLIFIED METHODS TO MEASURE LEAF AREA AND GRAIN  
DIMENSIONS OF SOME CEREALS**

**Mohammed A. Alnori**

**Assist. Prof**

**Dep.of Field Crops – Coll. of Agric. – Univ. of Mosul**

**[Dr\\_moh1954@yahoo.com](mailto:Dr_moh1954@yahoo.com)**

**ABSTRACT**

A simple well-done instrument was found out to measure wheat, barley, rice and oat leaf area smoothly and precisely. The idea depends on knowing the total surface area of geometric cylinder then dividing it to an equal distances each represents (1cm<sup>2</sup>), the wheat leaf roll up on the cylinder from zero line till the end of the leaf, then knowing the area of the wrapped leaf. Also a simple quick method for measuring seed dimensions (length, width, thickness) had been found depending on fixing the grain samples longitudinally, latitudinal or laterally i.e.(sideward) in modeling clay or any adhesive tape to complete measuring easily. The results illustrated that there was no differences in the area of ten wheat leaves measured by a created method (cylinder method) and the two conventional standard methods i.e.(transcript and computer methods). Also the dimensions of two replicates (ten grains for each) which were measured with a new method (using adhesive tape or modeling clay) are congruent and coincided to a conventional method by using electronic micrometers. In general, accurate results obtained by using the created new methods, beside the easiness of these two methods comparing with the conventional methods.

**Key words: Geometric cylinder, Leaf Area, Grain length, Grain width.**

## المقدمة

دقة من سابقتها لكنها تستغرق فترة اكبر لاتمامها خاصة اذا كان عدد الاوراق كبيرا كما انها لاتناسب مع اشكال بعض الاوراق ومنها اوراق محاصيل الحبوب كالحنطة والشعير والرز بسبب الشكل الشريطي للأوراق. كذلك فقد استخدمت طريقة وزن اقراص معلومة المساحة يتم اخذها من الورقة النباتية بواسطة آلة ثاقبة الاوراق ثم باستخدام النسبة والتناسب بين الوزن والمساحة يتم استنتاج مساحة الورقة وهاتين الطريقتين أوردتهما Mohamed (17)، وفي الوقت الحاضر تستخدم التقنيات البصرية على نطاق واسع في تحديد المساحة الورقية (13، 20) وتعتمد هذه الطرق على اخذ صورة حادة التقاطيع للورقة النباتية باستخدام التباين العالي وأخذ الصور من الزاوية ذاتها ومن نفس الارتفاع للحصول على معامل قياس موحد لجميع المكررات (الاوراق) بوضع الكاميرا بشكل مواز تماماً للسطح المصور، في حين استخدم Adil (1) جهاز الماسح الضوئي المربوط بالحاسوب وبالإستعانة ببرنامج Photoshop لقياس المساحة الورقية لبعض نباتات الزينة من خلال تحويل شكل الورقة النباتية الى صورة مقررة وتحديد مساحتها من خلال عدد نقاط الشاشة Pixel، وفي الوقت الحالي توجد اجهزة مسح ضوئي محمولة يدويا تعطي قراءة مباشرة لمساحة الورقة وهي على النبات في الحقل الا انها غير متوفرة في مختبراتنا، وهناك طريقة اكثر حداثة تعتمد على الصور الفضائية المأخوذة عن طريق الاقمار الصناعية، وبالنظر لعدم توفر هذه الاجهزة في مختبراتنا حالياً فضلاً عن ارتفاع اثمانها فقد تم ايجاد طريقة بسيطة وسهلة تمكن الباحثين من قياس المساحة الورقية لمحصول الحنطة، كما يمكن استخدامها لاوراق الشعير والرز والشوفان والاوراق المشابهة لها شكلاً وحجماً بسهولة. كذلك فان لقياس ابعاد الحبوب (طول وعرض وسمك الحبة) اهمية في بعض الابحاث لعلاقتها بكثير من الصفات الفيزيوكيميائية للحبوب (3)، الا ان الدراسات على ابعاد الحبوب لازالت قليلة جداً بسبب صعوبة اجراء القياسات على اعداد كبيرة من الحبوب خاصة ان معظم قياسات ابعاد الحبوب تنفذ في مختبراتنا باستخدام الالات Micrometer أو Calipers Vernier المختلفة المناشيء والاشكال والتي تقيس طول وعرض وسمك كل حبة بشكل منفرد وتستغرق وقتاً كثيراً وجهداً كبيراً جداً فضلاً عن زيادة احتمال الوقوع في الخطأ

من المعروف ان جميع الاجزاء الخضراء في النبات تقوم بعمليات البناء الضوئي، الا ان الاوراق هي الجزء المهيأ بشكل افضل من غيره للقيام بهذه العملية لكبر مساحتها السطحية واستقبالها اكبر كمية من ضوء الشمس، ومن المعروف ان زيادة مساحة المسطح الورقي (ضمن حدود معينة) يؤدي الى زيادة انتاج المادة الجافة اذا توفرت العوامل الاخرى التي تؤثر في كفاءة البناء الضوئي (20)، من هنا فقد اهتم كثير من الباحثين ومنهم Ali و Anjum (2) و Soheil وآخرون (24) في دراسة مساحة الورقة ومقدار التغيير الذي يحدث في مساحتها عند استخدام المعاملات المختلفة في التجارب. ان حساب مساحة الاوراق النباتية لا يخلو من مشاكل وصعوبات لمجموعة اسباب اهمها تباين اشكال الاوراق وعدم انتظامها، وفي محاصيل الحبوب ذات الاوراق الشريطية المتوسطة الحجم كالحنطة والشعير والرز والشوفان استخدمت طرق عديدة لقياس مساحة الاوراق منها ضرب اقصى طول واقصى عرض للورقة ( $L_{max} \times W_{max}$ ) في معامل ثابت (K) يتم استخراجها بمعادلات الانحدار التنبؤية او بمعادلات التكامل الرياضية (12، 9)، ولنجاح وزيادة دقة هذه الطريقة يجب استخراج معامل معين لكل نوع من الانواع النباتية واحياناً لكل ورقة ضمن المحصول وذلك بسبب تباين اشكال الاوراق على النبات الواحد (20)، وقد تباينت قيمة العامل المحسوبة بين الباحثين فقد استنتج Sestak وآخرون (23) العامل 0.64 لاوراق الشعير واستنتج Thomas (25) العامل 0.95 لأوراق الحنطة في حين استنتج Chanda و Singh (8) العامل 0.88 لذات المحصول، واستخدم Birch وآخرون (7) العامل 0.73 لأوراق الذرة الصفراء، بينما اقترح Keating و Wafula (14) العامل 0.72 في حين استنتج Stewart و Dwyer (10) و Mckee (16) العامل 0.75 لذات المحصول، واستخدمت طرق اخرى لقياس مساحة الاوراق منها تثبيت الورقة النباتية على ورقة مربعات بيانية ثم تحديد حواف الورقة النباتية بالقلم على ورقة المربعات البيانية ورفع الورقة النباتية ثم حساب عدد المربعات الكاملة وغير الكاملة (ربع ونصف وثلاثة ارباع سم<sup>2</sup>) داخل الحيز المرسوم وجمعها حسابياً لحساب المساحة الفعلية للورقة، وهذه الطريقة وان تبدو اكثر

الخطوط بحيث تكون المساحة المحصورة بين خط وآخر (1) سم<sup>2</sup>) من خلال العلاقة الآتية:

$$\text{المحيط (معلوم) } \times \text{ المسافة بين الخطوط مجهولة (س) = } 1 \text{ سم}^2$$

وهكذا أستخرجت قيمة (س) التي تمثل المسافة بين خط وآخر.

4. تم الاستعانة ببرنامج Microsoft office word لرسم وتحديد المسافة بين الخطوط من خلال تغيير حجم الخط في البرنامج استنادا الى الحسابات التي تم الحصول عليها وحجم الاسطوانة المستخدمة.

5. تم ترقيم الاسطوانة ابتداءً من (صفر) في بداية الاسطوانة ولغاية الرقم الاخير الذي يمثل المساحة الكلية للاسطوانة وكل رقم من هذه الارقام يمثل سنتمترًا مربعًا واحدًا، وبالطريقة ذاتها يمكن عمل اكثر من آلة (باحجام مختلفة) لتستخدم في قياس مساحات متباينة من الاوراق في محاصيل كالشعير والرز والشوفان، ويمكن الاستعانة بجهة هندسية لعمل هذه الالات باحجام مختلفة بسهولة، وللتأكد من مدى دقة آلة قياس المساحة الورقية ومقارنتها بالطرق التقليدية المعروفة فقد اخذت 10 نماذج من اوراق نباتات الحنطة وتم قياس مساحاتها بالطريقة الجديدة اولا ثم قياس مساحاتها باستخدام طريقتين مرجعيتين يستخدمان على نطاق واسع الاولى هي طريقة استنساخ الورقة النباتية على ورقة بيضاء A4 معلومة المساحة والوزن ثم قص الجزء المرسوم ووزنه وبحساب النسبة والتناسب تستخرج مساحة الورقة النباتية وهذه الطريقة استخدمها Saieed (22)، اما طريقة الحاسوب الالكتروني فقد استخدمها Fladung (11) واكد دقة نتائجها (1) وتتلخص الطريقة بنقل صورة الورقة النباتية بواسطة الماسح الضوئي Scanner الى جهاز الحاسوب والاستعانة ببرنامج Photoshop يتم حساب مساحة الورقة من خلال حساب عدد النقاط Pixel في كل انج مربع من الورقة النباتية حسب الدقة المستخدمة في البرنامج. حللت البيانات الخاصة بمساحات الاوراق وفق تصميم CRD الذي ذكره Al-Rawi و Khlaf-Allah (4) باستخدام برنامج SAS وقورنت المتوسطات باستخدام اختبار دنكن المتعدد المدى.

بسبب كثرة اعداد البذور في المكرر الواحد وكثرة الارقام المسجلة والعمليات الحسابية المرافقة لها، لذلك تم إيجاد طريقة بسيطة لقياس ابعاد الحبوب (طول وعرض وسمك الحبة) للمحاصيل الانفة الذكر والتي تعد من الاختبارات الفيزيائية التي تؤخذ في الحسبان في مراكز تصنيف وتدرج الحبوب العالمية، فقد أشار Posner و Hibbs (19) الى اهمية قياس حجم حبوب الحنطة في الصفات النوعية والريولوجية للطحين، ووجد Ohm وآخرون (18) ارتباط معنوي بين ابعاد الحبوب في الحنطة والوزن الاختباري (الوزن النوعي الظاهري) لها، ولاحظ هذه العلاقة Rukavina وآخرون (21) على الشعير، ووجد Awad (6) علاقة عكسية بين ابعاد حبوب الحنطة ونسبة البروتين فيها، إلا ان Mahmood (15) حصل على علاقة طردية بين نسبة بروتين وحجم الحبوب.

#### المواد والطرائق

نفذت العديد من التجارب والمحاولات بغية التوصل الى طريقة سهلة ودقيقة لقياس مساحة الاوراق النباتية لمحصول الحنطة والاوراق المشابهة لها مثل الشعير والرز والشوفان.. الخ. كما تم ايجاد طريقة سهلة وسريعة لقياس ابعاد الحبوب (طول وعرض وسمك الحبة) لمعظم محاصيل الحبوب لحاجة كثير من الباحثين وطلبة الدراسات العليا اليها.

#### آلة قياس المساحة الورقية

اعتمدت فكرة قياس مساحة الاوراق بالآلة الاسطوانة على تحديد المساحة التي تغطيها الورقة النباتية لجسم اسطواني هندسي معلوم المساحة، إذ تم عمل آلة قياس المساحة الورقية كما يلي:

1. أخذ جسم اسطواني هندسي (قلم رصاص أوريشة هوائي راديو) وتم قياس قطره ومنه استخرج محيط الاسطوانة بالعلاقة الآتية:

$$\text{المحيط} = \text{القطر} \times \text{النسبة الثابتة للدائرة (3.14)}$$

2. ضربت قيمة المحيط التي تمثل عرض الاسطوانة  $x$  ارتفاع الاسطوانة لاستخراج المساحة السطحية الكلية للجسم الاسطواني (بالسنتمترات المربعة).

3. قسمت مساحة الاسطوانة على طولها لاستخراج عدد التدرجات (الخطوط) التي تمثل (عدد السنتمترات المربعة) التي يمكن تثبيتها على الاسطوانة، وتم حساب المسافة بين

## قياسات ابعاد الحبوب

تتلخص الطريقة الجديدة باستخدام شريط لاصق او مادة الطين الصناعي الخاص بالعباب الاطفال Modeling clay أو معجون تثبيت زجاج الشبابيك او أي مادة لها فعل التثبيت والاصق، حيث تثبت الحبوب المراد قياس ابعادها على المادة اللاصقة طولياً بخط مستقيم وبشكل مترص ثم يقاس طول الحبوب بالمسطرة من بداية الحبة الاولى الى نهاية الحبة الاخيرة ويقسم الرقم على عدد الحبوب لاستخراج معدل طول الحبة الواحدة، وبالاسلوب ذاته تم حساب معدل عرض الحبة بعد تثبيت الحبوب في الطين الصناعي بالعرض، كما تم قياس سمك الحبة بهذه الطريقة ايضا بعد تثبيت الحبوب على احد جانبيها في المادة اللاصقة واجراء الحسابات كما سبق. ان اهمية المادة اللاصقة تكمن في تثبيت الحبوب بالشكل المطلوب وعدم تحركها اثناء التصفيف والقياس. ان قياس ابعاد الحبوب كان يتم سابقا لكل حبة بشكل مستقل باستخدام Vernier or micrometer ثم جمع الارقام وتقسيما على عدد الحبوب لحساب معدل طول او عرض او سمك الحبة الواحدة وكانت هذه العملية مجهددة وتستغرق وقتاً طويلاً فضلاً عن كثرة الارقام المسجلة واحتمال زيادة الاخطاء الحسابية. أما قياس ابعاد الحبوب بالطريقة الجديدة فيتم من خلال قراءة واحدة فقط لابعاد عينة من الحبوب مثبتة على المادة اللاصقة ثم قسمة الرقم على عدد الحبوب في العينة ولم يستغرق ذلك الا دقائق معدودة استخدمت طريقة اقل فرق معنوي للمقارنة بين متوسطات الطريقتين.

## النتائج والمناقشة

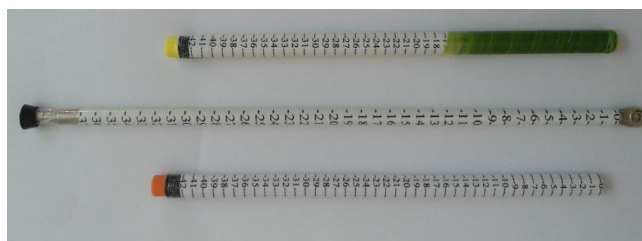
## قياسات المساحة الورقية

أخذت نماذج الاوراق النباتية العشرة المطلوب قياس مساحتها ووضع الطرف المستدق (المدبب) لكل ورقة في بداية الاسطوانة على رقم الصفر ثم لفت الورقة بشكل حلزوني صعوداً لاعلى الاسطوانة مع ملاحظة عدم تداخل حواف الورقة النباتية فوق بعضها Overlap اثناء اللف لحين اكتمال لف الورقة، وقرأ آخر رقم ظاهر يتلامس مع نهاية الورقة آخذاً بنظر الاعتبار (تقدير) زاوية نهاية الورقة النباتية التي تجتاز آخر رقم ظاهر وازافتها الى مساحة الورقة وبهذا تم الحصول مباشرة على مساحة الورقة النباتية بالسنتيمترات المربعة لان كل رقم يمثل سنتيمتر مربع واحد وهكذا بالنسبة

لبقبة الاوراق النباتية الاخرى، ونفذ في بادئ الامر (وبشكل مقصود) قياس مساحة الاوراق بالطريقة المبتكرة (طريقة الاسطوانة) قبل قياسها بالطرق الاخرى وذلك لابعاد التأثيرات النفسية وحيادية العملية خاصة في تقدير الكسر العشري (اجزاء السنتيمتر) لجزء الورقة النهائي، إذ قدر جزء الورقة النهائي فوق الرقم الاخير بـ 0.25 أو 0.50 أو 0.75 سم<sup>2</sup> لسهولة هذا التقدير مقارنة بتقديره باعشار السنتيمتر 0.1، 0.2، 0.3... الى 0.9 سم<sup>2</sup> (شكل 1).

شكل 1. الاسطوانة الهندسية التي تم عملها وطريقة لف

## الورقة لحساب مساحتها



تبين الارقام في جدول 1 مساحة كل ورقة نباتية مقاسة بالطرق الثلاثة، إذ اظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين الطرق الثلاثة المستخدمة في قياس مساحة كل ورقة من الاوراق العشرة وكانت مساحة كل نموذج من الاوراق العشرة متقاربة جدا واحيانا متطابقة، لذلك يمكن الجزم بنجاح الطريقة الجديدة بشكل ممتاز لدقة نتائجها (وهو الهم) فضلا عن سهولة وسرعة اجراءها وانخفاض نسبة الاخطاء فيها وذلك لعدم الحاجة لاجراء عمليات حسابية اضافية لاستخراج المساحة الورقية مقارنة بالطرق الاخرى.

جدول 1. مساحة الاوراق النباتية (سم<sup>2</sup>) مقاسة بالطريقة

## المبتكرة (الاسطوانة) والطرق التقليدية

رقم الورقة النباتية	مساحة الورقة بطريقة الاسطوانة	مساحة الورقة بطريقة الاستنساخ	مساحة الورقة باستخدام الحاسوب
1	16.2	16.3	16.2
2	24.2	24.3	24.2
3	18.5	18.8	18.9
4	16.0	16.1	15.9
5	25.5	25.5	25.8
6	8.5	8.4	8.2
7	13.2	13.4	13.3
8	10.0	9.9	9.9
9	16.0	15.8	15.8
10	9.7	9.6	9.8

لم تظهر فروق معنوية بين المتوسطات بحسب اختبار دنكن عند مستوى 5%.

## قياسات ابعاد الحبوب

متوسط عرض الحبة المقاس بالطريقة التقليدية 3.000 ملم فيما بلغ متوسط عرض الحبة في الطريقة الجديدة 3.000 ملم وهو مطابق تماما لما تم الحصول عليه عند استخدام الفرنيه الرقمية، وبلغ متوسط سمك الحبة بالطريقة التقليدية 2.695 ملم فيما كان متوسط السمك بالطريقة الجديدة 2.700 ملم وكان الفرق في معدل سمك الحبة بين هاتين الطريقتين 0.005 ملم. ان هذه الفروق في مجملها لم تكن معنوية إذ بلغت قيم Isd لصفات طول وعرض وسمك الحبوب 0.063 و 0.172 و 0.317 بالتتابع. لذلك استطيع الزعم بنجاح الطريقة الجديدة بشكل ممتاز.

جدول 2. متوسطات ابعاد الحبوب (الطول والعرض والسمك) ملم باستخدام الطريقة التقليدية والطريقة الحديثة

متوسطات سمك الحبة (ملم)	متوسطات عرض الحبة (ملم)	متوسطات طول الحبة (ملم)	طريقة القياس المستخدمة
2.695	3.000	5.995	الطريقة التقليدية (باستخدام الفرنيه)
2.700	3.000	6.000	الطريقة الجديدة (باستخدام اللاصق)
0.005	0.000	0.005	قيمة الفرق بين الطريقتين
0.317	0.172	0.063	قيم LSD عند مستوى 0.05%

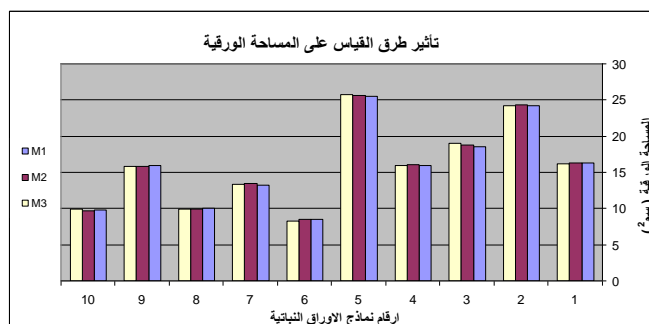


شكل 4. كيفية تثبيت حبوب الذرة الصفراء (كمنموذج آخر للحبوب) في مادة الطين الصناعي كمنموذج آخر من مواد التثبيت) لغرض قياس ابعاد الحبوب والذي يمكن استخدامه لجميع انواع الحبوب

## المصادر

1. Adil, A. M. 2012. An evaluation for some methods of measuring leaf area for a group of ornamental plants and compare it with traditional methods. J. of Univ. of Kirkuk, Agric., Sci. 3(1): 1-7.
2. Ali, H., and M. A. Anjum. 2004. Aerial growth and dry matter production of potatoes application. (*Solanum tuberosum* L.) cv. Desiree in Relation to Phosphorus

اخذت عشرون حبة من حبوب الحنطة وتم قياس ابعاد كل حبة (طول وعرض وسمك الحبة) بشكل منفرد بالطريقة التقليدية باستخدام فرنية الكترونية Electronic digital caliper ومنها استخراج متوسط طول وعرض وسمك الحبة الواحدة (جدول 2)، وتم قياس معدل طول الحبة الواحدة بالطريقة الجديدة من خلال تثبيت عشرون حبة بالترتيب طوليا على شريط لاصق وقياس طولها بالمسطرة الاعتيادية ثم استخراج متوسط طول الحبة الواحدة بقسمة القيمة على عدد الحبوب المرتبة على الشريط اللاصق وبالاسلوب ذاته تم قياس متوسط عرض الحبة بعد تثبيتها بالعرض كما تم قياس متوسط سمك الحبة بعد تثبيت حبوب كل مكرر على احد جوانبها ومنها استخراج معدل سمك الحبة (شكل 3).



شكل 2. نتائج قياس المساحة الورقية لعشرة اوراق من نبات الحنطة (M1 يمثل طريقة الاسطوانة (الطريقة المستحدثة) وM2 طريقة الاستنساخ وM3 طريقة الحاسوب الالكتروني)



شكل 3. كيفية تثبيت حبوب الحنطة طوليا وجانبيا وعرضيا باستخدام شريط لاصق

تبين النتائج في جدول 2 ان متوسط طول الحبة المقاسة بالطريقة التقليدية (آلة الفرنيه) بلغ 5.995 ملم فيما بلغ متوسط طول الحبة للمكررين الاول والثاني بالطريقة الجديدة 6.000 ملم، وبذلك فان الفرق في متوسط طول الحبة بين الطريقة التقليدية التي استغرقت وقتا طويلا والطريقة الجديدة هو 0.005 ملم وهو فرق ضئيل جداً لم يكن معنويا فضلا عن توفير الوقت والجهد، وفيما يخص عرض الحبة فقد بلغ

- International Journal of Agriculture and Biology 6: 458–461.
3. Al-khafagi, K. M. 2009. Seed Technology. Ministry of Higher Education. Coll. of Agric., Univ. of Baghdad (In Arabic). pp.726.
  4. Al-Rawi, K. M., and A. M. Khalaf-Allah. 2000. Design and Analysis of Agricultural Experiments. (in Arabic). Univ. of Mosul Press. pp. 488.
  5. Anonymous. 2002. Statistical Analysis System (SAS) User's Guide. Version 15, Statistical Analysis System Institute. Cary, Inc., North Carolina, U.S.A.
  6. Awad, H. A. 2000. Study The Relationship between The Physical and The Chemical Characteristic and The Quality Criteria of Some Iraqi Wheat Varieties. M.Sc. Thesis. Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. pp. 102.
  7. Birch, C. J., G. L. Hammer, and K. G. Rickert 1998. Improved methods for predicting individual leaf area and leaf senescence in maize (*Zea mays* L.). Australian J. Agric., Res. 49: 249-262.
  8. Chanda, S. V., and Y. D. Singh. 2003. Estimation of Leaf Area in Wheat Using Linear Measurement Area Relationship. Plant Breeding & Seed Science.
  9. Dornbusch, T. J. Watt, R. Baccar, C. Fournier, and B. Andrieu. 2010. A Comparative Analysis of Leaf Shape of Wheat, Barley and Maize Using An Empirical Shape Model. Annals of Botany. p. 1- 9. available online at [www.aob.oxfordjournals.org](http://www.aob.oxfordjournals.org).
  10. Dwyer, L. M., and D. W. Stewart. 1986. Leaf area development in field-grown maize. Agron J. 78: 334–343.
  11. Fladung, M., and E. Ritter. 1991. Plant leaf area measurements by personal computers. J. Agron., and Crop Sci. 111(1): 7-19.
  12. Huibert, J. B., and J. H. Neuteboom. 1998. Growth of individual leaves of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by temperature and light intensity. Annals of Botany. 81: 141-149.
  13. Karl-Heinz, D., J. Wollny, and A. Giebel. 2008. Estimation of the leaf area index in cereal crops for variable rate fungicide spraying. European J. of Agronomy. 28(3): 351-360.
  14. Keating, B. A., and B. M. Wafula. 1992. Modeling the fully expanded area of maize leaves. Field Crops Res. 29: 163-176.
  15. Mahmood, H. H. 2007. The Effect of Specific Gravity, Seed Rate, Fertilization and Tillage Systems on Growth, Yield and Its Components of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). M.Sc. Thesis, Coll. of Agric., and Forestry., Univ. of Mosul.
  16. McKee, G. W. 1964. A coefficient for computing leaf area in hybrid corn. Agron J. 56: 240-241.
  17. Mohamed, A. A. K. 1985. Manual Laboratory of Plant Physiology. (In Arabic). Univ. of Mosul Press. pp. 340.
  18. Ohm, J. B., O. K. Chung, and C. W. Deyoe. 1998. Single kernel characteristics of hard winter wheat in relation to milling and backing quality. Cereal Chemistry. 75(1): 156-161.
  19. Posner, S.E. and A.N. Hibbes 1997. Wheat flour milling. Published by ACC(USA).
  20. Rico-García, E., F. Hernández-Hernández, G. M. Soto-Zarazúa, and G. Herrera-Ruiz. 2009. Two new methods for the estimation of leaf area using digital photography. International J. of Agric and Biol. 11: 397-400.
  21. Rukavina, H., I. Kolak, H. Sarcevic, and Z. Satovic. 2002. Seed size, yield and harvest characteristics of three croatian spring malting barleys. Colorado State University. 53(1): 25-32.
  22. Saieed, N. T. 1997. Studies of Variation in Primary Productivity Morphology in Relation to Lective Improvement of Broad-Leaved Tree Pecies. Ph.D.Thesis. National University. Ireland.
  23. Šesták, Z., J. Čatský., P.G. Jarvis 1971. Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods. Dr. W. Junk N.V. Publishers, Den Haag.
  24. Soheil, K., V. Tavallali, M. Rahemi, A. A. Rostami, and M. Vaezpour. 2009. Estimation of leaf growth on the basis of measurements of leaf lengths and widths, choosing pistachio seedlings as model. Australian J. of Basic and Applied Sci. 3(2): 1070-1075.
  25. Thomas, H. 1975. The grown response to weather of stimulated vegetative swards of a single genotype of *Lolium perenne*. J. of Agric., Sci., Cambridge. 84: 330-343.