مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 21 (4) 2016
ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

# الأساليب المحسنة لتنبوء المساحة الورقية في الباقلاء (*Vicia faba L.*)

ارول محسن أنور ولي
كلية العلوم والصحة ، جامعة كوية ، السليمانية ، العراق

**الملخص**

معلمة المساحة الورقية للنبات مقياس مهم في الدراسات البيئية والفسيولوجية لأهميتها في استقبال الضوء والتمثيل الضوئي وصولا إلى إنتاجية النبات. أجريت الدراسة بهدف إيجاد نموذج رياضي يسمح بتقدير المساحة الورقية الفردية للباقلاء دون إتلافها وتكون سهلة ودقيقة وغير مكلفة من خلال قياس أبعاد الورقة المتضمن الطول والعرض والمتوافقات الناتجة من هذين المتغيرين, جمعت (500) ورقة مختلفة المساحات لصنفين من الباقلاء (المحلي وسحر) المزروعة تحت الظروف الديمية في حقول كوية/اربيل. استخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد والانحدار الأسي من خلال اعتماد أبعاد الورقة كمتغيرات مستقلة لاختيار أدق النماذج (أعلى معامل تحديد واقل متوسط مربعات للخطأ). وجد من هذه الدراسة أن النماذج الرياضية للانحدار الخطي **(LW) LA=0.04+0.45** المعتمد حاصل ضرب الطول في العرض كمتغير مستقل, والانحدار الخطي المتعدد ($LA = -0.57 + 0.26\,L^2 + 0.19\,W^2$) المعتمد مربع الطول ومربع العرض كمتغيرين مستقلين, والانحدار الآسي ($LA=6.12e^{0.10^{(L+W)}}$) المعتمد حاصل جمع الطول والعرض كمتغير مستقل, قد أعطوا تقديرا أكثر دقة للمساحة الورقية لنبات الباقلاء قياسا بالنماذج الأخرى, وهذه النماذج يمكن الباحث من تقدير المساحة الورقية لأعداد كبيرة من أوراق الباقلاء بدقة عالية دون إتلافها أو استخدام أجهزة غالية الثمن .

**المقدمة**

تعد الباقلاء ***Vicia faba L.*** من المحاصيل البقولية الشتوية المهمة والشائعة الاستعمال في العديد من أقطار العالم وتأتي الصين في مقدمة الدول المنتجة ثم إثيوبيا وفرنسا ومصر واستراليا [1], يعتبر الباقلاء مصدرا غذائيا رخيصا وأساسيا لشعوب الدول النامية وتكمن أهميتها في احتواء بذورها على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين 26 –34% [2] ويعوض بذلك جزئيا عن نقص كبير في مصادر البروتين الحيواني. كما يلعب نبات البافلاء دورا هاما في تحسين خصوبة التربة لكونه من المحاصيل المثبتة للنتروجين الجوي [3] . المساحة الورقية هي المتغير المهم في معظم الدراسات البيئية الفسلجية لأنها المسؤولة عن اعتراض الضوء والتبخر والنتح وكفاءة التمثيل الضوئي والاستجابة للري والتسميد ونمو النبات [4], التقدير السهل الدقيق والاقتصادي للمساحة السطحية للورقة كان هدفا لعلماء النبات لفترة طويلة واستخدم من قبل علماء فسلجة النبات لدراسة الإنتاج في النبات [5،6]. أما علماء البيئة فاستخدموا المساحة الورقية في توضيح العلاقات التنافسية بين الأنواع النباتية المختلفة [7]. لذا فان المقاييس الدقيقة للمساحة الورقية ضرورية لفهم مدى التفاعل بين البيئة ونمو الحصول [8]. استخدم [9] جهاز الماسح المحمول plani meter لقياس المساحة كطريقة سريعة ودقيقة للورقة النباتية, ووجد[10] أن استخدام الماسح المحمول مكلفة, وتوصل [11] إلى أن طريقة الماسح المحمول تلائم النباتات الصغيرة ذات الأوراق القليلة. وذكر[12] أن التقدير غير المباشر ذو دقة عالية وتتم باستخدام نماذج رياضية قياسية خطية مثل طول الورقة آو عرضها آو مجموعهما, وأشار [13] إلى أن الطريقة المباشرة ذات دقة عالية والطريقة الغير المباشرة غير متلفة (غير مزيلة) لأوراق النبات. وقد استخدمت هذه الطريقة لتقدير المساحة الورقية من قبل الباحثين [14،15،16] ووجد [17] أن النموذج الرياضي (LW 682 .0 + 0.919 = LA) باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض LW كمتغير مستقل قد أعطى أدق تقدير للمساحة الورقية لأوراق نبات الباقلاء مقارنة بالنماذج الرياضية الأخرى. وبين [18] بان النموذج الرياضي للانحدار الأسي المعتمد على الطول كمتغير مستقل ($LA = 191.33e^{(L)0.0037}$) أعطى مساحة ورقية دقيقة لنبات الزعفران مقارنة بالنماذج الأخرى. وكما توصل [19] إلى إمكانية تقدير المساحة الورقة لنبات السافانا نوع (Styrax pohlii) بالنموذج الرياضي (LA = 0.582 + 0. 683 LW) والنوع (*Styrax ferrugineus*) بالنموذج الرياضي (LA = -0.666 + 0.704W).

**هدف الدراسة:**

أيجاد علاقات رياضية خطية وآسية لتقدير المساحة الورقية بالاعتماد على طول وعرض الورقة واختيار الأدق والأكثر تمثيلا للمساحة الورقية المتوقعة لنبات الباقلاء صنفي المحلي وسحر.

**مواد وطرائق البحث**

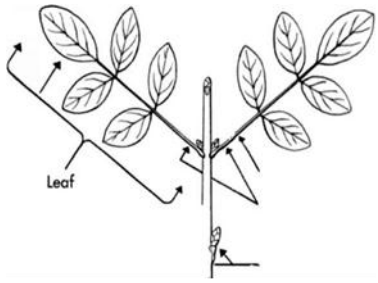
جمعت نماذج مختلفة لأوراق صنفين من الباقلاء هما الصنف المحلي والصنف سحر تركي المنشأ زرعا من قبل الباحث في احد حقول قضاء كويسنجق / اربيل 570 م عن مستوى سطح البحر وخط طول 44.38° وخط عرض 36.4°. أخذت الأوراق التي تراوحت أبعادها بين الصغيرة والكبيرة من الطبقات المختلفة لظلة النبات.

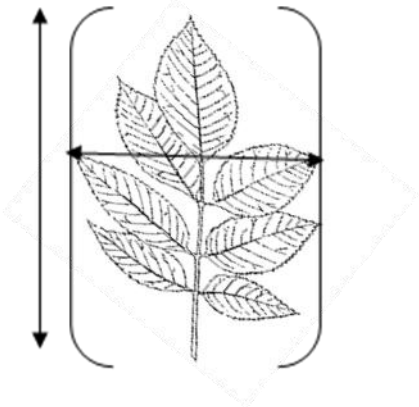
عمل النماذج : أخذت (250) ورقة نباتية للصنف المحلي و(250) ورقة نباتية للصنف سحر, تم قياس طول الورقة بالسنتمتر من قمة النصل إلى منطقة اتصال سويق الورقة بالساق, بينما تم قياس عرض الورقة بالسنتمتر من اعرض منطقة في الورقة. وتم قياس المساحة الورقية بفرش الأوراق النباتية على الأوراق البيضاء ورسم حدودها الخارجية. تم قص الأوراق البيضاء المرسوم عليها الأوراق النباتية من الحدود الخارجية لكل ورقة ثم وزنت بواسطة ميزان حساس. تم

ISSN: 1813 – 1662 (Print)
E-ISSN: 2415 – 1726 (On Line)

استخراج 1سم$^2$ من ذات الأوراق البيضاء المستخدمة في نقل بصمة الأوراق النباتية وتم حساب وزنها أيضا وتم استخراج المساحة السطحية للأوراق النباتية [20], وتم اختصار العمل في المعادلة الآتية

$$\text{المساحة الورقية(سم}^2\text{)} = \frac{\text{وزن الورقة البيضاء الممثلة للورقة النباتية (غم)}}{\text{وزن 1سم2 من الورقةالبيضاء المستخدمة(غم)}}$$



**رسم توضيحي للورقة**

اعتبرت المساحة الورقية(LA) هي المتغير التابع dependent variable, وتضمنت المتغيرات المستقلة independent variables بعدي الطول(L) والعرض(W) وبعض متوافقاتهما في تقدير نماذج الانحدار المختلفة وكما يأتي: $LA= a + b\ L$ و $LA=a+bL^2$ و $LA=a+ b\ W$ و $LA=a+bW^2$ و $LA= a + b\ (L+W)$ و $LA= a+ b\ (LW)$ بالنسبة للانحدار الخطي البسيط, والنماذج $LA = a + b_1\ L + b_2\ W$ و $LA = a + b_1\ L^2 + b_2\ W$ و $LA = a + b_1\ L^2 + b_2\ W^2$ و $LA = a + b_1\ L + b_2\ W^2$ بالنسبة للانحدار المتعدد, والنماذج $LA=a\ e^{b\ L}$ و $LA=ae^{bL2}$ و $LA=a\ e^{b\ W}$ و $LA=ae^{bW2}$ و $LA=a\ e^{b(L+W)}$ و $LA=a\ e^{b(LW)}$ بالنسبة للانحدار الأسي. تم استخراج علاقات الانحدار بواسطة برنامج SPSS, وتم تقدير القاطع (a) Intercept ومعامل انحدار (b) Regression Coefficient بالنسبة للانحدار الخطي البسيط والانحدار الأسي ومعاملي الانحدار الجزئي Partial Regression Coefficient ($b_1$ و $b_2$) بالنسبة للانحدار الخطي المتعدد ومعامل التحديد Coefficient of Determination ($R^2$) ومعامل الارتباط (R) ومتوسطات مربعات الخطأ (Mean Square Error MSE), وتم اختيار أفضل نموذج على أساس أعلى معامل للتحديد واقل (MSE).

## النتائج والمناقشة

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) والتي تم فيها تطبيق نماذج الانحدار الخطي المستقيم ($p<0.0001$) إن أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.78)** , **(0.90)** واقل متوسط مربعات للخطأ **(54,04)**, **(56.52)** للصنفين المحلي وسحر على الترتيب كانت عند أيجاد المساحة الورقية باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض كعامل مستقل نموذج رقم **(16 و17)** , وعند مزج أوراق الصنفين المحلي وسحر فأن أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.89)** وأقل متوسط مربعات للخطأ **(57.83)** كانت عند أيجاد المساحة الورقية باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض أيضا كعامل مستقل نموذج رقم **(18)**, وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما وجده [17] بأن النموذج الرياضي الخطي المعتمد حاصل ضرب الطول في العرض كمتغير مستقل قد أعطى أدق تقدير للمساحة الورقية لأوراق نبات الباقلاء, وقد اتفقت هذه النتائج أيضا مع [16 و19 و21] في تطوير موديلات بسيطة وغير متلفة لأوراق النبات لتحديد المساحة الورقية المتوقعة باستخدام قياسات الانحدار الخطي البسيط. وأظهرت نتائج التحليل الموضحة في الجدول (1) وجود علاقات ارتباط عالية المعنوية بين المتغيرات المستقلة المستخدمة في التجربة مع المساحة الورقية المأخوذة كمتغير معتمد.

وعند تغيير نوع النماذج المستخدمة من الخطي البسيط إلى الانحدار الخطي المتعدد ($p<0.0001$) باستخدام الطول والعرض وبعض متوافقاتها كمتغيرات مستقلة كما هو موضح في الجدول (2), يلاحظ بشكل عام أن التقدير أصبح أكثر دقة من خلال ارتفاع قيم معاملات التحديد وانخفاض متوسطات مربعات الخطأ, حيث أن أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.79)**,**(0.91)** وأقل متوسط مربعات للخطأ **(51.78)**,**(53.35)** للصنفين المحلي وسحر كانت عند أيجاد المساحة الورقية باعتماد مربع طول الأوراق مع مربع عرض الأوراق كمتغيرين مستقلين نموذج رقم (22 و23), وكما هو الحال عند استخدام نماذج الخط المستقيم فعند مزج أوراق الصنفين المحلي وسحر فأن أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.89)** واقل متوسط مربعات للخطأ **(56.06)** كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد مربع طول الأوراق مع مربع عرض الأوراق كعاملين مستقلين أيضا نموذج رقم **(24)**.

تظهر النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) أن استخدام نماذج الانحدار ألأسي ($p<0.0001$) باعتماد حاصل جمع الطول مع العرض كمتغيرين مستقلين قد أعطت أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.78)** وأقل متوسط مربعات للخطأ **(0.04)** للصنف المحلي وأعطى الصنف سحر أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.90)** وأقل متوسط مربعات للخطأ **(0.02)** نموذج رقم **(43 و44)**, ليتحقق أفضل وأدق معاملة لتقدير المساحة الورقية وعند مزج أوراق الصنفين المحلي وسحر فأن أعلى قيمة لمعامل التحديد **(0.86)** واقل متوسط مربعات للخطأ **(0.03)** كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد حاصل جمع الطول مع العرض كمتغيرين مستقلين نموذج رقم **(45)**. إن القياس البسيط لأبعاد الورقة كالطول والعرض ومتوافقاتهما قد استخدمت

كطريقة غير متلفة لتقدير المساحة الورقية, وتعتمد دقة التقدير على التباين في شكل الورقة الناجم عن اختلاف التركيب الوراثي [22] . وأن تقدير المساحة الورقية بطريقة وزنيه يمكن استخدامها بنجاح لعدد من الأنواع النباتية, ومن العوامل المهمة المؤثرة في نجاح اعتماد هذه الطريقة هو عدم الدقة في افتراش الورقة النباتية على الورقة البيضاء أو عدم الدقة في قص الحدود الخارجية لبصمة الورقة النباتية المرسومة على الأوراق البيضاء, فضلا عن عدم الدقة في أجراء عملية الوزن. يمكن أن نستنتج من هذه الدراسة انه يمكن قياس المساحة الورقية لنبات الباقلاء بطريقة وزنيه من خلال المعادلات المعتمدة على طول وعرض الأوراق الفردية وتزويدنا بتقدير دقيق وسريع للمساحة الورقية, ويمكن استخدامها على الأوراق دون فصلها من النبات وفي إي مكان من الغابة أو الحقول الزراعية أو البيت البلاستيكي, وذلك باستعمال احد النماذج التالية: نموذج **LA=0.04+0.45 (LW)** أو نموذج **($LA = -0.57 + 0.26\ L^2 + 0.19\ W^2$)** أو النموذج **($LA=6.12e^{0.10\ (L+W)}$)**. أن هذه الطريقة تمكن الباحثين من قياس المساحة الورقية دون إتلاف الأوراق وكذلك تمكينهم من أعادة القياسات على نفس الأوراق, كذلك الاستغناء عن الأجهزة غالية الثمن كأجهزة قياس المساحة الورقية.

**جدول(1) القاطع (a) ومعامل الانحدار (b) لنماذج الانحدار الخطي البسيط simple linear regression المستخدمة لتقدير المساحة الورقية (LA) لنبات الباقلاء من طول الورقة (L) وعرضها (W) وبعض متوافقاتهما**

| التركيب الوراثي | رقم النموذج | نوع النموذج | القاطع Intercept (a) | معامل الانحدار Coefficient (b) | معامل التحديد $r^2$ | معامل الارتباط r | متوسط مربعات الخطأ (MSE) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المحلي | 1 | LA=a+bL | - 19.66 | 6.43 | 0.62 | 0.79 | 93.62 |
| سحر | 2 | | - 40.07 | 9.27 | 0.84 | 0.92 | 90.56 |
| المجموع | 3 | | - 37.84 | 8.76 | 0.78 | 0.88 | 113.87 |
| المحلي | 4 | $LA=a+bL^2$ | 7.09 | 0.37 | 0.65 | 0.80 | 87.01 |
| سحر | 5 | | 8.95 | 0.42 | 0.85 | 0.92 | 82.22 |
| المجموع | 6 | | 4.33 | 0.43 | 0.82 | 0.90 | 96.28 |
| المحلي | 7 | LA=a+bw | - 20.96 | 6.34 | 0.65 | 0.81 | 84.99 |
| سحر | 8 | | -43.94 | 8.96 | 0.76 | 0.87 | 136.86 |
| المجموع | 9 | | -37.58 | 8.27 | 0.76 | 0.87 | 122.61 |
| المحلي | 10 | $LA=a+bW^2$ | 8.58 | 0.33 | 0.66 | 0.81 | 83.47 |
| سحر | 11 | | 7.60 | 0.38 | 0.76 | 0.87 | 136.03 |
| المجموع | 12 | | 5.39 | 0.38 | 0.78 | 0.88 | 114.82 |
| المحلي | 13 | LA=a+b(L+W) | - 32.31 | 3.83 | 0.76 | 0.87 | 57.97 |
| سحر | 14 | | - 53.67 | 5.07 | 0.89 | 0.94 | 64.17 |
| المجموع | 15 | | -48.39 | 4.77 | 0.87 | 0.93 | 69.86 |
| المحلي | 16 | LA=a+b(LW) | 1.97 | 0.42 | 0.78 | 0.88 | 54.04 |
| سحر | 17 | | 2.41 | 0.44 | 0.90 | 0.95 | 56.52 |
| المجموع | 18 | | 0.04 | 0.45 | 0.89 | 0.94 | 57.83 |
| المعنوية P<0.0001 | | | ** | ** | ** | ** | |

**جدول(2) القاطع (a) ومعامل الانحدار (b) لنماذج الانحدار الخطي المتعدد Multiple linear regression with two independent variables المستخدمة لتقدير المساحة الورقية (LA) لنبات الباقلاء من طول الورقة (L) وعرضها (W) وبعض متوافقاتهما.**

| التركيب الوراثي | رقم النموذج | نوع النموذج | القاطع Intercept (a) | معامل الانحدار ($b_1$) Coefficient ($b_1$) | معامل الانحدار ($b_2$) Coefficient ($b_2$) | معامل التحديد $r^2$ | معامل الارتباط r | متوسط مربعات الخطأ (MSE) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المحلي | 19 | $LA = a + b_1 L + b_2 W$ | - 32.26 | 3.64 | 4.01 | 0.77 | 0.87 | 58.11 |
| سحر | 20 | | -52.49 | 6.20 | 3.92 | 0.89 | 0.94 | 61.65 |
| المجموع | 21 | | - 48.38 | 5.10 | 4.45 | 0.87 | 0.93 | 69.74 |
| المحلي | 22 | $LA = a + b_1 L^2 + b_2 W^2$ | 1.19 | 0.22 | 0.21 | 0.79 | 0.89 | 51.78 |
| سحر | 23 | | 2.62 | 0.29 | 0.16 | 0.91 | 0.95 | 53.35 |
| المجموع | 24 | | - 0.57 | 0.26 | 0.19 | 0.89 | 0.95 | 56.06 |
| المحلي | 25 | $LA = a + b_1 L^2 + b_2 W$ | - 16.39 | 0.22 | 3.84 | 0.78 | 0.88 | 54.52 |
| سحر | 26 | | - 19.42 | 0.29 | 3.83 | 0.91 | 0.95 | 53.43 |
| المجموع | 27 | | - 22.02 | 0.27 | 4.10 | 0.89 | 0.94 | 58.46 |
| المحلي | 28 | $LA = a + b_1 L + b_2 W^2$ | - 14.28 | 3.68 | 0.21 | 0.78 | 0.88 | 54.51 |
| سحر | 29 | | - 29.97 | 6.16 | 0.17 | 0.90 | 0.95 | 59.82 |
| المجموع | 30 | | - 24.66 | 4.95 | 0.21 | 0.88 | 0.94 | 63.95 |
| المعنوية P<0.0001 | | | ** | ** | ** | ** | ** | |

جدول(3) القاطع (a) ومعامل الانحدار (b) لنماذج الانحدار الأسي Exponential regression المستخدمة لتقدير المساحة الورقية (LA) لنبات الباقلاء من طول الورقة (L) وعرضها (W) وبعض متوافقاتهما.

| التركيب الوراثي | رقم النموذج | نوع النموذج | القاطع Intercept (a) | معامل الانحدار Coefficient (b) | معامل التحديد $r^2$ | معامل الارتباط r | متوسط مربعات الخطأ (MSE) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المحلي | 31 | $LA=ae^{bL}$ | 7.09 | 0.18 | 0.66 | 0.81 | 0.06 |
| سحر | 32 | | 10.42 | 0.16 | 0.84 | 0.92 | 0.03 |
| المجموع | 33 | | 7.62 | 0.18 | 0.78 | 0.88 | 0.05 |
| المحلي | 34 | $LA=ae^{bL2}$ | 15.26 | 0.01 | 0.65 | 0.81 | 0.06 |
| سحر | 35 | | 24.13 | 0.01 | 0.82 | 0.90 | 0.03 |
| المجموع | 36 | | 18.55 | 0.01 | 0.75 | 0.87 | 0.05 |
| المحلي | 37 | $LA=ae^{bW}$ | 7.35 | 0.17 | 0.64 | 0.80 | 0.06 |
| سحر | 38 | | 9.49 | 0.15 | 0.78 | 0.88 | 0.03 |
| المجموع | 39 | | 7.60 | 0.17 | 0.76 | 0.87 | 0.05 |
| المحلي | 40 | $LA=ae^{bW2}$ | 16.50 | 0.01 | 0.61 | 0.78 | 0.07 |
| سحر | 41 | | 23.20 | 0.01 | 0.75 | 0.87 | 0.04 |
| المجموع | 42 | | 18.78 | 0.01 | 0.73 | 0.85 | 0.06 |
| المحلي | 43 | $LA=ae^{b(L+W)}$ | 5.22 | 0.10 | 0.78 | 0.88 | 0.04 |
| سحر | 44 | | 8.17 | 0.09 | 0.90 | 0.95 | 0.02 |
| المجموع | 45 | | 6.12 | 0.10 | 0.86 | 0.93 | 0.03 |
| المحلي | 46 | $LA=ae^{b(LW)}$ | 13.63 | 0.01 | 0.75 | 0.87 | 0.04 |
| سحر | 47 | | 21.49 | 0.01 | 0.88 | 0.94 | 0.02 |
| المجموع | 48 | | 16.99 | 0.01 | 0.82 | 0.91 | 0.04 |
| المعنوية P<0.00001 | | | ** | ** | ** | ** | |

## المصادر

1-FAOSTAT (2009) food and Agriculture Organization. Retrieved from http://faosatat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor.

2-Hamilton , D, (2005) . Broad bean . Available from http:// www. Selfsufficientdsh.com.

3-Reiter, K., K. Schmidtke; R. Rauber (2002) The influence of long-term tillage systems on symbiotic N2 fixation of pea (*Pisum sativum* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.). *Plant and Soil, 238*, 41-55.

4-Blanco F. F. and M. V. Folegatti (2005) Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting," *Agricultural Science*,. 62 (4); 305–309.

5-Sestak, Z.; J. Catsky, and P. G. Jarvis (1971) Plant Photosynthesis Production, Mannual of Methods, Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

6-Tieszen, L. L. (1982) Biomass accumulation and primary production in Techniques in Bio-Productivity and Photosynthesis. J. Coombs and D. O. Hall, Eds., pp. 16–19, Pergamon Press, Oxford, UK.

7-Harper, J.L. (1977) Population biology of plants. Academic Press, New York, USA.

8-De Jesus Jr., W.C., do Vale, F.X.R., Coelho, R.R. and Costa, L.C. (2001) Comparison of two methods for estimating leaf area index on common bean. Agron. J. 93, 989–991.

9-Daughtry, C. (1990) Direct measurements of canopy structure. *Remote Sensing Reviews*, 5 (1): 45–60.

10-Bignami,C. and F. Rossini (1996) Image analysis estimation of leaf area index and plant size of young hazelnut plants. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 71( 1) : 113–121.

11-Nyakwende,E.; C. J. Paull, and J. G. Atherton (1997) Nondestructive determination of leaf area in tomato plants using image processing. *Journal of Horticultural Science*, 72 (2): 255–262.

12-Gamiely, S.; W.M. Randle; W.A. Milks and D.A. Smittle (1991) A rapid and nondestructive method for estimating leaf area of onions. *Hort. science* 26 (2), 206.

13-Jonckheere, I.; S. Fleck; K. Nackaerts; B. Muys; P. Coppin; M. Weiss and F Baret (2004) Methods for leaf area index determination. Part I: Theories, techniques and Instruments Agricultural and Forest Meteorology. 121, 19–35.

14-Kandiannan, K.; C. Kailasam; K.K. Chandaragiri and N. Sankaran (2002) Allometric model for leaf area estimation in black pepper (*Piper nigrum* L). *Agr. Crop Sci*. 188, 138–140.

15-IIKaee,M.N.; F. Paknejd; M. Zavarech; M. R. Ardakani and A. Kashani (2011) Prediction model of leaf area in Soybean (*Glycin max L.*).*American Journal of Agriculture and Biological Science* 6(1): 110-113.

16-Rouphael,Y.; G. Colla, S. Fanasca, and F. Karam (2007) Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. Photosynthetica. 45(2) 306–308.

17-Peksen,E. (2007) "Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.)," *Scientia Horticulturae*, 113( 4): 322–328.

18-Kumar R. (2009) Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae. 122( 1) : 142-145.

19-Souza, MC. and G. Habermann (2014) Non-destructive equations to estimate the leaf area of Styrax pohlii and Styrax ferrugineus . Braz. *J. Biol.*, 74( 1): 222-225.
20-Pandey, S. K. and H. Singh. 2011. A Simple, Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation. *Journal of Botany*. Volume 2011, Article ID 658240, 6 pages
21-Mokhtarpour, H.; C.B.S. Teh,; G. Saleh; A.B. Selamt; M.E. Asadi and B. Kamkar (2010) Non-destructive estimation of maize leaf area,fresh weight and dry weight using leaf length and leaf width. Communications in *Biometry and crop Science*, 5(1): 19-26.
22-Cristofori, V.; Y.Rouphael; E.Mendoza-de Gyves, and C. Bignami. 2007. A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. *Scientia Horticulturae*. 113(2): 221–225.

# Improved methods for predicting leaf area for (*L. Vicia faba)*

**Arol M. A. WALY**
*Faculty of Science & Health , Koya University*

## Abstract
Plant Leaf area parameter is an important measure in ecological and physiological studies for its importance in the reception of light and photosynthesis up to plant production. The study was conducted in order to find mathematical model allows individual leaf area estimation of broad bean without destruction and be easy, accurate and inexpensive by measuring the leaf dimensions as length, width and producing combinations, (500) leaf with different dimensions were collected for two varieties of broad bean (local and sahar) cultivated under conditions of rain-fed in fields of Koya/Erbil. simple, multiple and exponential regression analysis were used by adoption of leaf dimensions as independent variables to choose the most accurate models (the highest coefficient of determination $r^2$ and the less MSE). The results showed that the best with more accurate models were the mathematical model of the Linear regression LA = 0.04 + 0.45 (LW) that depend leaf length width Multiple as independent variable , mathematical model (LA = - 0.57 + 0.26 $L^2$ + 0.19 $W^2$) that depend on leaf square length and square width as independent variables, and the mathematical model of the exponential model (LA = 6.12$e^{0.10 (L + W)}$) that depend sum of leaf length and width as independent variable, so using these mathematical models enable the researcher to estimate the leaf area for large numbers of broad bean leaves with high accuracy and without leaf destruction or use of expensive equipment.