تطبيق معادلات انحدار مختلفة لحساب المساحة الورقية في الباذنجان (*Solanum melongena* L.)

إقبال محمد غريب البرزنجي

كلية العلوم والصحة ، جامعة كوية ،

(**تاريخ الاستلام:** 25 / 1 / 2012 ---- **تاريخ القبول:** 11 / 6 / 2012)

الملخص

لأهمية المساحة الورقية في استقبال الضوء وبالتالي النتح والتمثيل الضوئي واستخدام الماء والمغذيات وإنتاجية النباتات، أجريت هذه الدراسة بهدف تقدير المساحة الورقية الفردية لأوراق الباذنجان بطريقة بسيطة ورخيصة وسريعة وغير متلفة للأوراق من خلال قياس أبعاد الورقة كالطول والعرض والمتوافقات الناتجة من هذين المتغيرين. أخذت أوراق مختلفة الأبعاد لصنفين من الباذنجان هما جواهر واندريانا المزروعة تحت ظروف البيت البلاستيكي في محطة الأبحاث الزراعية في أربيل في الموسم الخريفي 2011. استخدم تحليل الانحدار البسيط والمتعدد والأسي من خلال اعتماد الطول والعرض وبعض متوافقاتهما كمتغيرات مستقلة independent variables لتقدير أفضل وأدق النماذج (أعلى معامل تحديد R^2 وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي MSE). وجد من هذه الدراسة أن النموذج الرياضي للأنحدار الخطي $LA = 2.001 + 0.593\ (LW)$ المعتمد حاصل ضرب الطول في العرض كعامل مستقل، والنموذج الرياضي للإنحدار المتعدد ($LA = -3.724 + 0.238\ L^2 + 0.357\ W^2$) المعتمد مربع الطول ومربع العرض كعاملين مستقلين، والنموذج الرياضي للإنحدار الأسي ($LA=13.489e^{0.067(L+W)}$) المعتمد حاصل جمع الطول والعرض كعامل مستقل، قد أعطت جميعاً تقديراً أكثر دقة للمساحة الورقية لنبات الباذنجان قياسا بالنماذج الأخرى. لذلك فان هذه النماذج الرياضية يمكن ان تقدر وبدقة أعداد كبيرة من المساحة الورقية لأوراق الباذنجان بدون إتلاف للأوراق وبدون استخدام أجهزة غالية الثمن.

المقدمة

يعود الباذنجان الى محاصيل العائلة الباذنجانية Solanaceae وهي من محاصيل الخضر المهمة في العراق، إذ تستهلك ثمارها بشكل مطبوخ أو في المخللات او في التعليب، وتكمن أهمية الباذنجان من الناحية الغذائية باحتواء ثماره على المواد الكربوهيدراتية فضلاً عن احتواءه على كميات قليلة من فيتامينات A و B و C وأملاح الحديد والكالسيوم والفسفور(محمد،1982). تعد مساحة النبات الورقية مهمة لاستقبال الضوء وبالتالي النتح والتمثيل الضوئي ومعظم فعاليات النبات الفسلجية ونمو وحاصل النباتات وكفاءة استخدام الماء والمغذيات والأسمدة (و Rosati وآخرون ، 2001 و Blanco و Folegatti، 2005). كما وان حاصل النباتات يعتمد أساساً على نمو الأوراق وان الحاصل في معظم المحاصيل الزراعية يرتبط ارتباطاً وثيقاً مع كفاءة التمثيل الضوئي في وحدة المساحة الورقية. يمكن قياس المساحة الورقية بطرق عديدة منها ما هو متلف للأوراق بقطع الورقة عن النبات واستخدام الأوراق البيانية في تقدير المساحة او استخدام اجهزة الماسح التقليدية planimeter ، كما وتوجد طرق دقيقة باستخدام الصور photographing وتحليلها ببرامج كومبيوترية خاصة، يتعذر في الطرق السابقة إجراء قياس آخر لاحق على نفس الورقة النباتية، فضلاً عن تضرر ظُلة النبات plant canopy والذي قد يؤثر في القياسات الفسلجية الأخرى للتجربة. للأسباب أعلاه تمكن الباحثين من تطوير طريقة سريعة ودقيقة وغير متلفة للأوراق باستخدام جهاز الماسح المحمول portable scanning planimeter (Daughtry ، 1990) لكنها مناسبة فقط للنباتات ذات الأوراق الصغيرة وقليلة العدد (Nyakwende وآخرون ، 1997)، لذا فان الطريقة الرخيصة والسريعة والواقعية وغير المتلفة لقياس المساحة الورقية هي في دراسة العلاقة الرياضية بين المساحة الورقية وواحدة أو أكثر من أبعاد الورقة (الطول والعرض) بإيجاد أنسب وأدق العلاقات المختلفة الممثلة للمساحة الورقية للنوع المحدد، وقد استخدمت هذه الطريقة لتقديرالمساحة الورقية من قبل كل من De Swart وآخرون (2004) على نبات الفلفل و Salerno وآخرون (2005) على نبات الفجل و Cho وآخرون (2007) على نباتات الخيار و Olfati وآخرون (2010) على نباتي اللهانة والقرنابيط على التتابع. وجد Kumar (2009) من خلال دراسة إيجاد معادلات لتقدير المساحة الورقية باستخدام الطول والعرض لأوراق نبات الزعفران (*Crocus sativus* L.) بأن النموذج الرياضي للأنحدار الأسي المعتمد على الطول كعامل مستقل ($LA = 191.33e^{(L)0.0037}$) أعطى تقديراً أكثر دقة للمساحة الورقية قياسا بالنماذج الأخرى. كما وجد Kumar و Sharma (2010) ان النموذج الرياضي الخطي ($LA = -3.4444 + 0.729\ LW$) باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض LW كعامل مستقل قد أعطى أدق تقدير للمساحة الورقية لأوراق نبات السيج (*Salvia sclarea* L.) مقارنة بالنماذج الرياضية الأخرى.

لذا كان الهدف من هذه الدراسة هو استخراج عدة نماذج من العلاقات الخطية والأسية باعتماد طول وعرض الورقة لتحديد الأدق والأكثر تمثيلاً لتوقع المساحة الورقية لنبات الباذنجان.

المواد وطرائق البحث

جمع البيانات : جمعت نماذج مختلفة لأوراق صنفين من الباذنجان هم الصنف جواهر والصنف اندريانا والمزروعين في محطة الأبحاث الزراعية في أربيل، إذ تمت زراعة البذور في المشتل بتاريخ

2011/7/27 ونقلت الشتلات إلى تربة البيت البلاستيكي بتاريخ 2011/9/7 وأخذت نماذج الأوراق بتاريخ 2011/11/23 . أخذت الأوراق التي تراوحت أبعادها بين الصغير والكبير من الطبقات المختلفة لظلة النبات.

عمل النماذج: أخذت (264) ورقة نباتية للصنف جواهر و (314) ورقة نباتية للصنف اندريانا، وضعت الأوراق بعد قطعها مباشرة في أكياس بلاستيكية لضمان عدم ذبولها لقياس الطول والعرض والمساحة الورقية. تم قياس طول الورقة من قمة النصل إلى منطقة اتصال النصل بسويق الورقة، بينما تم قياس عرض الورقة من (النهاية إلى النهاية) لأعرض منطقة في الورقة. تم قياس الطول والعرض بالسنتمتر لأقرب مرتبتين عشريتين وتم قياس المساحة الورقية باستخدام الاوراق البيانية وذلك بفرش الأوراق النباتية على الأوراق البيانية ورسمت حدودها الخارجية. تم قص الأوراق البيانية المرسوم عليها الأوراق النباتية من الحدود الخارجية لكل ورقة ثم وزنت بواسطة ميزان حساس. تم استخراج 1 سم2 من ذات الأوراق البيانية المستخدمة في نقل بصمة الأوراق النباتية وتم حساب وزنها أيضاً وتم استخراج المساحة السطحية للأوراق النباتية وكما ذكره كل من Pandey و Singh (2011) في بحثيهما، وتم اختصار العمل في المعادلة الآتية:

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

اعتبرت المساحة الورقية هي العامل التابع dependent variable ، وتضمنت العوامل المستقلة independent variables بعدي الطول والعرض وبعض متوافقاتهما في تقدير معادلات الانحدار المختلفة وكما يأتي :

$LA=a+bL$ و $LA=a+bL^2$ و $LA=a+bW$ و $LA=a+bW^2$ و $LA=a+b(L+W)$ و $LA=a+b(LW)$ بالنسبة للانحدار الخطي البسيط، والمعادلات $LA = a + b_1 L + b_2 W$ و $LA = a + b_1 L^2 + b_2 W^2$ و $LA = a + b_1 L^2 + b_2 W$ و $LA = a + b_1 L + b_2 W^2$ بالنسبة للانحدار المتعدد، والمعادلات $LA=ae^{bL}$ و $LA=ae^{bL2}$ و $LA=ae^{bW}$ و $LA=ae^{bW2}$ و $LA=ae^{b(L+W)}$ و $LA=ae^{b(LW)}$ بالنسبة للانحدار الأسي.

تم استخراج علاقات الانحدار بواسطة برنامج SPSS ، وتم تقدير القاطع Intercept (a) و معامل الانحدار Regression Coefficient (b) بالنسبة للانحدار الخطي البسيط والانحدار الأسي ومعاملي الانحدار الجزئي Partial Regression Coefficients (b1 و b2) بالنسبة للانحدار المتعدد ومعامل التحديد Coefficient of Determination (R^2) ومعامل الارتباط (R) ومتوسط مربعات الخطأ التجريبي Mean Square Error (MSE) ، وتم اختيار أفضل نموذج على أساس أعلى معامل للتحديد وأقل MSE .

النتائج والمناقشة

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) والتي تم فيها تطبيق معادلات الانحدار الخطي المستقيم ($p<0.0001$) أن أعلى قيمة لمعامل التحديد (0.974) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (379) للصنف جواهر كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض كعامل مستقل، في حين أدى اعتماد مربع طول الأوراق كعامل مستقل إلى إيجاد أفضل وأدق معادلة لتقدير المساحة الورقية للصنف اندريانا بإعطائه أعلى معامل تحديد (0.953) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (1026)، وعند مزج أوراق الصنفين جواهر وأندريانا فإن أعلى قيمة لمعامل التحديد (0.953) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (883) كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد حاصل ضرب الطول في العرض أيضا كعامل مستقل، وقد اتفقت هذه النتيجة مع ما وجده Kumar و Sharma (2010) بان النموذج الرياضي الخطي المعتمد حاصل ضرب الطول في العرض كعامل مستقل قد أعطى أدق تقدير للمساحة الورقية لأوراق نبات السيج (*Salvia sclarea* L.)، وقد اتفقت هذه النتائج أيضا مع Cristofori وآخرون (2007) و Mendoza-de Gyves وآخرون (2007) و Peksen (2007) و Riveraوآخرون (2007) و Rouphael وآخرون (2006 و 2007) 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 العوامل المستقلة المستخدمة في التجربة مع المساحة الورقية المأخوذة كعامل معتمد.

وعند تغيير نوع المعادلات المستخدمة من الخطي البسيط أو المستقيم إلى الانحدار الخطي المتعدد ($p<0.0001$) باستخدام الطول والعرض وبعض متوافقاتهما كعوامل مستقلة كما هو موضح في الجدول (2) ، يلاحظ بشكل عام ان التقدير أصبح أكثر دقة من خلال ارتفاع قيم معاملات التحديد وانخفاض متوسطات مربعات الخطأ التجريبي، حيث أن أعلى قيمة لمعامل التحديد (0.975) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (366) للصنف جواهر كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد مربع طول الأوراق مع مربع عرض الأوراق كعاملين مستقلين، في حين أعطت المعادلة التي اعتمدت مربع طول الأوراق مع عرض الأوراق كعاملين مستقلين أفضل معادلة لتقدير المساحة الورقية للصنف اندريانا بإعطائه أعلى معامل تحديد (0.965) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (778)، وكما هو الحال عند استخدام معادلات الخط المستقيم فعند مزج أوراق الصنفين جواهر وأندريانا فإن أعلى قيمة لمعامل التحديد (0.976) وأقل متوسط مربعات للخطأ التجريبي (442) كانت عند إيجاد المساحة الورقية باعتماد مربع طول الأوراق مع مربع عرض الأوراق كعاملين مستقلين أيضا .

تظهر النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) أن استخدام معادلات الانحدار الأسي ($p<0.00001$) باعتماد الطول أو حاصل جمع

الطول مع العرض كعاملين مستقلين قد أعطتا أفضل النتائج وبشكل متقارب كثيرا في تقدير المساحة الورقية للصنفين جواهر وأندريانا ولكلا الصنفين على التتابع. واتفقت هذه النتيجة مع نتائج Kumar (2009) الذي وجد بأن اعتماد النموذج الرياضي للانحدار الأسي المعتمد على الطول كعامل مستقل أعطى تقديراً أكثر دقة للمساحة الورقية لنبات الزعفران قياسا بالنماذج الأخرى، كما واتفقت مع نتائج Zhang و Lin (2010) الذين وجدا بان اعتماد النموذج الرياضي للأنحدار الأسي المعتمد على العرض كعامل مستقل (LA = $1.44W^{1.90}$) أعطى تقديراً أكثر دقة للمساحة الورقية لنبات أذان الفيل *Bergenia purpurascens* قياسا بالنماذج الأخرى المستخدمة.

ان 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 (Cristofori وآخرون، 2007). وان تقدير المساحة الورقية بطريقة الأوراق البيانية يمكن استخدامها بنجاح لعدد من الأنواع النباتية، ومن العوامل المهمة المؤثرة في نجاح اعتماد هذه الطريقة هو عدم الدقة في افتراش الورقة النباتية بشكل كامل على الورقة البيانية أو عدم الدقة في رسم الحدود الخارجية للورقة النباتية أو عدم الدقة في قص الحدود الخارجية لبصمة الورقة النباتية المرسومة على الأوراق البيانية، فضلا عن عدم الدقة في إجراء عملية الوزن (Pandey و Singh، 2011).

يمكن أن نستنتج من هذه الدراسة انه يمكن قياس المساحة الورقية لنبات الباذنجان بطريقة الأوراق البيانية من خلال المعادلات المعتمدة على طول وعرض الأوراق الفردية وتزويدنا بتقدير دقيق وسريع للمساحة الورقية، ويمكن استخدامها على الأوراق دون فصلها من النبات وفي أي مكان من الغابة أو الحقول الزراعية أو البيت البلاستيكي أو الأصص، وذلك باستعمال احد المعادلات التالية: معادلة رقم 18 (LA = 2.001 + 0.593 LW) أو المعادلة رقم 24 ($LA = -3.724 + 0.238\ L^2 + 0.357\ W^2$) أو المعادلة رقم 45 ($LA=13.489e^{0.067(L+W)}$). إن هذه الطريقة تمكن الباحثين من قياس المساحة الورقية دون إتلاف الأوراق وكذلك تمكينهم من إعادة القياسات على نفس الأوراق، كذلك الاستغناء عن الأجهزة غالية الثمن كأجهزة قياس المساحة الورقية.

جدول 1. القاطع (a) ومعامل الانحدار (b) لمعادلات انحدار الخط المستقيم linear regression المستخدمة لتقدير المساحة الورقية (LA) لنبات الباذنجان من طول الورقة (L) وعرضها (W) وبعض متوافقاتهما.

التركيب الوراثي	رقم المعادلة	نوع المعادلة	القاطع Intercept (a)	معامل الانحدار Coefficient (b)	معامل التحديد R^2	معامل الأرتباط R	متوسط مربعات الخطأ التجريبي MSE
جواهر	1	LA=a+bL	-134.623	14.747	0.911	0.954	13311
أندريانا	2		-163.645	16.837	0.912	0.955	1922
المجموع	3		-151.953	15.969	0.907	0.952	1740
جواهر	4	$LA=a+bL^2$	-4.174	0.354	0.951	0.975	726
أندريانا	5		-13.548	0.392	0.953	0.976	1026
المجموع	6		-10.088	0.377	0.950	0.974	941
جواهر	7	LA=a+bW	-104.020	22.758	0.932	0.965	999
أندريانا	8		-106.228	24.008	0.897	0.947	2269
المجموع	9		-106.057	23.521	0.907	0.952	1737
جواهر	10	$LA=a+bW^2$	17.102	0.875	0.945	0.972	805
أندريانا	11		18.885	0.884	0.904	0.951	2115
المجموع	12		17.947	0.881	0.918	0.958	1525
جواهر	13	LA=a+b(L+W)	-127.335	9.108	0.938	0.936	948
أندريانا	14		-147.682	10.155	0.930	0.964	1545
المجموع	15		-139.894	9.730	0.928	0.963	1350
جواهر	16	LA=a+b(LW)	3.358	0.575	0.974	0.987	379
أندريانا	17		1.720	0.603	0.942	0.971	1270
المجموع	18		2.001	0.593	0.953	0.976	883
المعنوية (P<0.0001)			**	**	**	**	

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

التركيب الوراثي	رقم المعادلة	نوع المعادلة	القاطع Intercept (a)	معامل الانحدار Coefficient (b_1)	معامل الانحدار Coefficient (b_2)	معامل التحديد R^2	معامل الأرتباط R	متوسط مربعات الخطأ التجريبي MSE
جواهر	19	$LA = a + b_1 L + b_2 W$	-49.835	6.019	0.552	0.969	0.984	465
أندريانا	20		-147.187	9.997	10.385	0.930	0.964	1549
المجموع	21		-136.147	8.344	11.802	0.929	0.964	1325
جواهر	22	$LA = a + b_1 L^2 + b_2 W^2$	2.003	0.191	0.429	0.975	0.987	366
أندريانا	23		-8.232	0.289	0.253	0.962	0.981	847
المجموع	24		-3.724	0.238	0.357	0.976	0.988	442
جواهر	25	$LA = a + b_1 L^2 + b_2 W$	-48.222	0.218	9.274	0.964	0.982	523
أندريانا	26		-46.930	0.284	7.336	0.965	0.982	778
المجموع	27		-38.948	0.288	6.160	0.966	0.983	634
جواهر	28	$LA = a + b_1 L + b_2 W^2$	-49.835	6.019	0.552	0.969	0.984	465
أندريانا	29		-87.700	9.246	0.440	0.975	0.987	1084
المجموع	30		-63.974	7.145	0.531	0.964	0.982	677
المعنوية (P<0.0001)			**	**	**	**	**	

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

التركيب الوراثي	رقم المعادلة	نوع المعادلة	القاطع Intercept (a)	معامل الانحدار Coefficient (b)	معامل التحديد R^2	معامل الأرتباط R	متوسط مربعات الخطأ التجريبي MSE
جواهر	31	$LA=ae^{bL}$	13.016	0.108	0.931	0.965	0.053
أندريانا	32		11.610	0.113	0.938	0.969	0.060
المجموع	33		12.180	0.111	0.935	0.967	0.058
جواهر	34	$LA=ae^{bL2}$	36.595	0.002	0.841	0.917	0.123
أندريانا	35		34.825	0.002	0.836	0.914	0.160
المجموع	36		35.605	0.002	0.837	0.915	0.143
جواهر	37	$LA=ae^{bW}$	17.140	0.162	0.900	0.949	0.077
أندريانا	38		17.408	0.159	0.884	0.940	0.113
المجموع	39		17.325	0.160	0.890	0.943	0.096
جواهر	40	$LA=ae^{bW2}$	43.834	0.008	0.770	0.877	0.179
أندريانا	41		43.753	0.005	0.745	0.863	0.249
المجموع	42		43.995	0.005	0.753	0.868	0.218
جواهر	43	$LA=ae^{b(L+W)}$	14.038	0.066	0.935	0.967	0.050
أندريانا	44		13.120	0.068	0.937	0.968	0.061
المجموع	45		13.489	0.067	0.936	0.967	0.056
جواهر	46	$LA=ae^{b(LW)}$	39.307	0.004	0.826	0.909	0.135
أندريانا	47		38.874	0.004	0.801	0.895	0.194
المجموع	48		39.169	0.004	0.810	0.900	0.168
المعنوية (P<0.00001)			**	**	**	**	

المصادر

- محمد، عبد العظيم كاظم. 1982. أساسيات إنتاج الخضراوات . مديريـة دار الكتـب للطباعـة والنشـر. جامعـة الموصـل. الجمهوريـة العراقية. 256 صفحة.

- 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.

- 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.

- Cho, Y.Y., S. Oh, M.M. Oh, and J.E. Son. 2007. Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumbers (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. Sci. Hort. 111:330–334.

- Cristofori, V.; Y. Rouphael; E. Mendoza-De Gyves, and C. Bigniami. 2007. A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. Sci. Hort. 113:221–225.

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

- De Swart, E.A.M., R. Groenwold, H.J. Kanne, P. Stam, L.F.M. Marcelis, and R.E. Voorrips. 2004. Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages and accessions of *Capsicum annuum* L. J. Hort. Sci. Biotechnol. 79:764–770.

- 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.

- Kumar, R. and S. Sharma. 2010. Allometric model for nondestructive leaf area estimation in clary sage (*Salvia sclarea* L.) . Photosynthetica. 48 (2): 313-316.

- Mendoza-de Gyves, E.; Y. Rouphael, V. Cristofori ; and F. Rosana Mira. 2007. A non-destructive, simple and accurate model for estimating the individual leaf area of kiwi (*Actinidia deliciosa*). Fruits 62:171–176.

- 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.

- Pandey, S. K. and H. Singh. 2011. A Simple, Cost-EffectiveMethod for Leaf Area Estimation. Journal of Botany. Volume 2011, Article ID 658240, 6 pages.

- Peksen, E. 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (Vicia faba L.). Sci. Hort. 113:322–328.

- Olfati, J. A.; Gh, Peyvast ; H. Shabani and Z. Nosratie-Rad. 2010. An estimation of individual leaf area in cabbage and broccoli using non-destructive methods. J. Agr. Sci. Tech. 12:627-632.

- Rivera, C.M.; Y. Rouphael, M. Cardarelli, and G. Colla. 2007. A simple and accurate equation for estimating individual leaf area of eggplant from linear measurements. European Journal of Horticultural Science. 72(5):228–230.

- Rosatia A. ; F. W. Badeck and T. M. Dejong. 2001. Estimating canopy light interception and absorption using leaf mass per unit leaf area in *Solanum melongena* . Annals of Botany. 88: 101-109.

- Rouphael, Y.; C. M. Rivera, M. Cardarelli, S. Fanasca, and G. Colla. 2006. Leaf area estimation from linear measurements in zucchini plants of different ages. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 81(2) : 238–241.

- Rouphael, Y.; G. Colla ; S. Fanasca, and F. Karam. 2007. Leafarea estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. Photosynthetica 45:306–308.

- Salerno, A., C.M. Rivera, Y. Rouphael, G. Colla, M. Cardarelli, F. Pierandrei, E. Rea, and F. Saccardo. 2005. Leaf area estimation of radish from linear measurements. Adv. Hort. Sci. 19:213–215.

- Zhang, L. and X. Lin. 1010. Non-destructive leaf-area estimation for *Bergenia purpurascens* across timberline ecotone, southern Tibet. Ann. Bot. Fennici. 47:346-352.

Application of Regression Equations for Eggplant (*Solanum melongena* L.) Leafarea Measurement

Ikbal M. Gh. AL- Barzinji
Faculty of Science & Health , Koya University
(**Received:** 25 / 1 / 2012 ---- **Accepted:** 11 / 6 / 2012)

Abstract

Because of the importance of leafarea in light reception, transpiration, photosynthesis , water and nutrient uptake and plant production, this study conducted to determine individual leaf area of eggplant by easy, accurate, inexpensive, and nondestructive methods through measuring leaf length (L) and width (W) and some combinations of both parameters. Different leafs from Jawahr and Inderiana cultivars grown under greenhouse conditions at 2011 fall season. Simple , multiple and exponential regression analyses were used from length (L) and width (W) and its combinations as independent variables with leafarea as dependent variable for determine more accurate models (high coefficient of determination and less MSE) . The results showed that best models that more accurate estimation of eggplant leafarea compare to other models was : Linear regression (LA = 2.001 + 0.593) that depend on leaf LW as independent variable , the multiple linear model (LA = -3.724 + 0.238 L^2 + 0.357 W^2) that depend on leaf L^2 with W^2 as independent variables and exponential regression model ($LA=13.489e^{0.067(L+W)}$) that depend on leaf L+ W as independent variable. These models enables the researcher to estimate accurately eggplant leafarea without leaf destruction or using expensive tools.