

برآورد سطح برگ کدوها توسط اندازه‌گیری‌های خطی

جمالعلی الفتی^۱، سیما داودی^{۲*}

۱- استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت. ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت.

* نویسنده مسئول: simadavoodi69@yahoo.com

چکیده

روش‌های دقیق و غیرمخرب تعیین سطح برگ گیاهان ابزاری مناسب در مطالعات فیزیولوژیکی و آگرونومیکی است. تعیین سطح برگ منفرد گونه‌های *Cucurbita* مانند کدو حلواپی (*Cucurbita moschata* Duch.) و *Cucurbita pepo* L. (شامل کدو خورشیدی، کدوی زینتی و کدو تخم کاغذی) و کدو تنبل (*Cucumis maxima* L.) دربرگیرنده اندازه‌گیری پارامترهای برگ، مانند طول و عرض برگ یا برخی روابط بین این پارامترها می‌باشد. این تحقیق طی سال ۱۳۸۷ در شرایط مزرعه جهت یافتن معادله-ای برای تخمین سطح برگ کدوها انجام شد. بررسی رگرسیون بین سطح برگ و طول و عرض برگ معادلاتی را جهت تعیین سطح برگ کدوها ایجاد نمود. رگرسیون خطی دارای عرض برگ به عنوان متغیر وابسته بیشترین دقت را به خود اختصاص داد. معادله $LA = a + bw$ بیشترین دقت و کارایی محاسبه سطح برگ کدوها را دارا بود.

کلمات کلیدی: *Cucurbita spp*، عرض برگ، طول برگ، رگرسیون، همبستگی، پلانی متر

مقدمه

سطح برگ مهم‌ترین فاکتور در مطالعات فیزیولوژیکی شامل رشد گیاه، جذب نور، کارایی فتوسنتزی، تبخیر، تعرق و پاسخ گیاه به کودها و آبیاری است (Blanco & Folegatti, 2005). فیزیولوژیست‌های گیاهی و آگرونومیست‌ها اهمیت این شاخص را محاسبه رشد محصول، سرعت نمو، عملکرد بالقوه، قابلیت استفاده از اشعه نورانی، نور و آب توضیح داده‌اند (Bhatt & Chanda, 2003; Williams & Martinson, 2003). سطح برگ را می‌توان با اندازه‌گیری‌های مخرب یا غیرمخرب محاسبه کرد. روش‌های زیادی جهت سهولت محاسبه سطح برگ ارائه شده است. به هر حال این روش‌ها شامل ردیابی^۱ چاپ عکس با زمینه آبی^۲ عکسبرداری یا استفاده از پلانی متر می‌باشد که مستلزم جدا کردن برگ از گیاه است. بنابراین اندازه‌گیری شاخص‌های دیگر در آن برگ غیر ممکن می‌گردد و سایه انداز گیاه نیز آسیب می‌بیند که می‌تواند سبب ایجاد مشکلاتی جهت اندازه‌گیری سایر شاخص‌ها یا آزمایشات شود. سطح برگ را می‌توان با سرعت، صحیح و بدون آسیب رساندن به برگ‌ها به کمک پلانی متر کاوشگر قابل حمل^۳ اندازه‌گیری نمود (Daughtry, 1990) اما این وسیله تنها برای گیاهان کوچک با تعداد برگ محدود مناسب است (Nyakwende et al., 1997). روش دیگر استفاده از پردازش عکس‌های گرفته شده از سطح برگ به کمک برنامه‌های کامپیوتری می‌باشد که روشی سریع است (Bignami & Rossini, 1996) ولی مستلزم فراهم شدن وسایلی گران قیمت می‌باشد. بنابراین یک روش ارزان، سریع، قابل اطمینان و غیرمخرب جهت اندازه‌گیری سطح برگ در کارهای آگرونومیست‌ها ضروری به نظر می‌رسد. اگر رابطه بین شاخص‌های برگ مانند طول و عرض و سطح برگ مشخص شود می‌توان از طریق اندازه‌گیری این شاخص‌ها سطح

¹ - Tracing

² - Blueprinting

³ - Portable scanning planimeter

برگ را محاسبه نمود که این روش بر تمام روش‌های پیش‌تر گفته شده ارجح خواهد بود (Caser & Nnebue et al., 2015; Hartmout, 2015). بررسی‌های پیشین منجر به یافتن معادله‌هایی جهت محاسبه سطح برگ در برخی گیاهان باغی مانند خیار (Cho et al., 2007)، فلفل (Deswart et al., 2004) طالپی (Panta & Nesmith, 1995) باقلا (Peksen, 2007) و گوجه فرنگی (Schwarz & Klaring, 2001) انجام شده است. در حالی که اطلاعات در زمینه کدوها محدود می‌باشد بنابراین هدف اصلی این تحقیق یافتن معادله مناسب محاسبه سطح برگ کدوها به وسیله اندازه‌گیری‌های خطی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی بهار و تابستان سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بذور کدوهای مورد استفاده در این تحقیق از نوع محلی بوده که هر ساله توسط زارعین منطقه کشت و کار می‌شوند. بذور شامل کدو حلوایی، کدو خورشتی، کدو تخم کاغذی و کدوی زینتی بودند. خاک مزرعه لومی شنی با pH ۶/۸ و دارای ۲/۸ درصد نیتروژن، ۱/۲ درصد کربن کل و به ترتیب ۱۵، ۶۵ و ۱۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کلسیم، فسفر و پتاسیم بود. هدایت الکتریکی خاک نیز ۰/۰۸ دسی زیمنس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. خاک مزرعه از طریق شخم و دیسک زدن آماده گردید و نشاءهای از پیش تهیه شده به مزرعه منتقل شدند. عملیات داشت طبق روش رایج منطقه و توصیه شده انجام شد (پیوست، ۱۳۸۵). جهت محاسبه سطح برگ، برگ‌ها به‌طور تصادفی با اندازه‌های مختلف در مراحل رشدی مختلف از بوته‌ها انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه باغبانی منتقل شدند. در مورد هر برگ سطح برگ به وسیله پلانی متر^۴ با دقت یک سانتی‌متر و طول و عرض برگ با کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر انجام شد. اندازه‌گیری طول برگ در امتداد رگبرگ اصلی و عرض در عریض‌ترین قسمت هر برگ صورت گرفت. همبستگی بین شاخص‌های طول و عرض برگ و مربع آن‌ها و هم‌چنین حاصلضرب طول و عرض با سطح برگ برای کل نمونه‌ها محاسبه و نمودار رگرسیون آنها به دست آمد. جهت برآورد کارایی معادلات به‌دست آمده برای هر کدام از گونه‌ها با شاخص‌های اندازه‌گیری شده و معادلات به‌دست آمده سطح برگ برآورد شد و همبستگی بین میزان محاسبه شده و سطح برگ واقعی تعیین گردید تا مشخص شود برای هر گونه کدام یک از معادلات به‌دست آمده دارای کارایی بیشتری خواهند بود. کلیه محاسبات آماری و رسم نمودارهای رگرسیونی توسط نرم افزار SAS انجام گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه همبستگی بین سطح برگ و شاخص‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول مشخص است تمامی شاخص‌ها دارای همبستگی بسیار معنی‌داری با سطح برگ می‌باشند. این نتایج با گزارشات قبلی جهت یافتن شاخص غیر مخرب و خطی برای محاسبه سطح برگ مطابقت دارد (Mendoza-de Gyves et al., 2007; Rivera et al., 2007; Rousphael et al., 2006; 2007). بیشترین همبستگی مربوط به حاصلضرب طول در عرض برگ و پس از آن طول برگ دارای بیشترین همبستگی با سطح برگ بود. نتایج همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و اندازه‌گیری شده نشان داد که بهترین معادله برای کدو حلوایی معادله $y=aw+b$ می‌باشد که اعداد محاسبه شده دارای همبستگی بسیار بالایی (۰/۷۹) با اعداد به‌دست آمده حاصل از اندازه‌گیری داشتند (جدول ۲).

در مورد کدو زینتی بیشترین همبستگی (۰/۵۹) بین سطح برگ به دست آمده و محاسبه شده از طریق معادله $y=al+b$ به دست آمد (جدول ۳) و این معادله برای محاسبه سطح برگ در این نوع کدو توصیه می‌گردد. بهترین برآورد سطح برگ در مورد کدو

^۴ - A. OTT Kempten, Germany, Bayern

تخم کاغذی و کدو تنبل از معادله $y=a(lw)+b$ به دست آمد که بیشترین همبستگی (به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۷۰ برای کدو تخم کاغذی و برای کدو تنبل) را با سطح برگ به دست آمده داشت. اما ما معادله $y=aw^2+b$ را توصیه می کنیم زیرا طبق نظر رایینز و فار (۱۹۸۷) در انتخاب معادله جهت برآورد شاخص سطح برگ باید به سهولت اندازه گیری و جنبه زمان و وقت نیز توجه نمود. معادله اول دارای دقت بیشتری است اما زمانی دو برابر معادله پیشنهادی نیاز است و با توجه به همبستگی بالای هر دو شاخص (جدول ۴ و ۵) معادله فوق توصیه می شود.

جدول ۱- همبستگی بین شاخص ها و سطح برگ اندازه گیری شده

طول برگ	عرض برگ	مربع طول برگ	مربع عرض برگ	حاصلضرب طول در عرض برگ
۰/۶۶***	۰/۶۳***	۰/۶۵***	۰/۶۶***	۰/۶۶***

*** معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/001$

جدول ۲- همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و به دست آمده در کدو حلوائی

سطح برگ محاسبه شده از طریق معادله های زیر

LA=a+bL	LA=a+bW	LA=a+bL ²	LA=a+bW ²	LA=a+bLW
۰/۷۶***	۰/۷۹***	۰/۷۵***	۰/۷۹***	۰/۷۸***

*** معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/001$

جدول ۳- همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و به دست آمده در کدو زیتنی

سطح برگ محاسبه شده از طریق معادله های زیر

LA=a+bL	LA=a+bW	LA=a+bL ²	LA=a+bW ²	LA=a+bLW
۰/۵۹**	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۵۷*	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۵۱*

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/01$ ، $P \leq 0/05$ و غیر معنی دار

جدول ۴- همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و به دست آمده در کدو تخم کاغذی

سطح برگ محاسبه شده از طریق معادله های زیر

LA=a+bL	LA=a+bW	LA=a+bL ²	LA=a+bW ²	LA=a+bLW
۰/۸۵***	۰/۸۵***	۰/۸۶***	۰/۸۹***	۰/۸۹***

*** معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/001$

نتایج همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و اندازه گیری شده نشان داد که بهترین معادله برای کدو خورشیدی معادله $y=aw+b$ می باشد که اعداد محاسبه شده دارای همبستگی معنی داری در سطح ۵ درصد (۰/۵۵) با اعداد به دست آمده حاصل از اندازه گیری داشتند (جدول ۶). با توجه به نتایج فوق معادله "عرض برگ $۴/۴۳۵۷ + ۵۷/۲۴۳ -$ = سطح برگ" برای محاسبه سطح برگ کدو حلوایی و خورشیدی، معادله "طول برگ $۴/۶۴۸۱ + ۲۹/۲۴ -$ = سطح برگ" برای محاسبه سطح برگ کدو زینتی و معادله "مربع عرض برگ $۰/۰۰۳۵ + ۸۰/۹۲۸ =$ سطح برگ" برای محاسبه سطح برگ کدو تخم کاغذی و تنبل پیشنهاد می شود.

جدول ۵- همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و به دست آمده در کدو تنبل

سطح برگ محاسبه شده از طریق معادله های زیر					
LA=a+bLW	LA=a+bW ²	LA=a+bL ²	LA=a+bW	LA=a+bL	
۰/۷۰***	۰/۶۹***	۰/۶۸***	۰/۶۶**	۰/۶۵**	سطح برگ به دست آمده
***, ** معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/01$ و $P \leq 0/1$					

جدول ۶- همبستگی بین سطح برگ محاسبه شده و به دست آمده در کدو خورشیدی

سطح برگ محاسبه شده از طریق معادله های زیر					
LA=a+bLW	LA=a+bW ²	LA=a+bL ²	LA=a+bW	LA=a+bL	
۰/۵۱*	۰/۵۲*	۰/۴۵*	۰/۵۵*	۰/۵۰*	سطح برگ به دست آمده
* معنی دار در سطح احتمال $P \leq 0/05$					

منابع

- 1- Bhatt, M. and Chanda. S.V. 2003. Prediction of leaf area in *Phaseolus vulgaris* by non destructive method. Bulg. J. Plant Physiol. 29:96-100.
- 2- Bignami, C. and Rossini, F. 1996. Image analysis estimation of leaf area index and Plant size of young hazelnut plants. J. Hort. Sci. 71:113-121.
- 3- Blanco, F.F. and Folegatti, M.V. 2005. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. Scientia Agricola, 62:305-309.
- 4- Cho, Y.Y., Oh, S. Oh, M.M. and Son, J.E. 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.
- 5- Caser, G.A. and Hartmout, S. 2015. Rapid non-destructive methods for leaf area estimations of 16 droughted and irrigated barley (*Hordeum Vulgare*) genotypes. International Journal of Farming and Allied Sciences. 4(5):391-399.
- 6- Daughtry, C. 1990. Direct measurements of canopy structure. Remote Sens. Rev. 5:45-60.

- 7- De Swart, E.A.M., Groenwold, R. Kanne, H.J. Stam, P. Marcelis, L.F.M and Voorrips, R.E. 2004. Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages And accessions of *Capsicum annuum* L. J. Hort. Sci. Biotechnol. 79:764-770.
- 8- Mendoza-de Gyves, E., Roupael, Y. Cristofori, V. and Rosana Mira, F. 2007. A non destructive, simple and accurate model for estimating the individual leaf area of kiwi (*Actinidia deliciosa*). Fruits 62:171-176.
- 9- Nyakwende, E., Paull, C.J. and Atherton, J.G. 1997. Non-destructive determination of leaf area in tomato plants using image processing. J. Hort. Sci. 72:225-262.
- 10- Nnebue, O. M., Ogoke, I.J. and Obilo, O.P. 2015. Leaf area determination in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) using linear measurements. International Journal of Science, Environment. 407-413.
- 11- Panta, G.R. and NeSmith, D.S. 1995. A model for estimating area of muskmelon leaves. HortScience 30:624-625.
- 12- Peksen, E. 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.). Sci. Hort. 113:322-328.
- 13- Rivera, C.M., Roupael, Y. Cardarelli, M. and Colla, G. 2007. A simple and accurate equation for estimating individual leaf area of eggplant from linear measurements. Europ. J. Hort. Sci. 70:228-230.
- 14- Roupael, Y., Rivera, C.M. Cardarelli, M. Fanasca, S. and Colla, G. 2006. Leaf area estimation from linear measurements in zucchini plants of different ages. J. Hort. Sci. Biotechnol. 81:238-241.
- 15- Roupael, Y., Colla, G. Fanasca, S. and Karam, F. 2007. Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. Photosynthetica 45:306-308.
- 16- Schwarz, D. and Kläring, H.P. 2001. Allometry to estimate leaf area of tomato. J. Plant Nutr. 24:1291-1309.
- 17- Williams, L. and Martinson, T.E. 2003. Nondestructive leaf area estimation of 'Niagara' and 'DeChaunac' grapevines. Sci. Hort. 98:493-498.

***Cucurbita* spp. leaf area estimation from linear measurements**

J.A. Olfati¹, S. Davoodi^{2*}

1. Assistant Professor, Dep. of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran. 2. Foemer M. Sc. of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran.

*Corresponding author: simadavoodi69@yahoo.com

Abstract

Accurate and nondestructive methods to determine individual leaf areas of plants are a useful tool in physiological and agronomic research. Determining the individual leaf area (LA) of *cucurbita* species such as *Cucurbita moschata* L. and *Cucurbita pepo* L. (Zucchini, Guard and husk less squash) involves measurements of leaf parameters such as length (*L*) and width (*W*), or some combinations of these parameters. This research was carried out during 2008 under open field conditions, to test whether an equation could be developed to estimate leaf area of *cucumis* species. Regression analysis of LA vs. *L* and *W* revealed several equations that could be used for estimating the area of individual *cucurbita* leaves. A linear equation having *W* as the independent variable provided the most accurate estimate of *cucurbita* LA. The linear equation ($LA = a + bW$) exhibited a high accuracy and precision in estimating *cucurbita* LA.

Key words: *Cucurbita* Spp., Leaf Width, Leaf Length, Regression, Correlation, Planimeter