مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۲ (۱۳۹۱) ۱۳۹- ۱۲۹

برآورد شاخص سطح برگ با استفاده از روابط آلومتریک در کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

محمدرضا لبافی حسین‌آبادی[۱،*]، ایرج اله‌دادی[۲]، غلامعباس اکبری[۲] و فرزاد نجفی[۳]

[۱]گروه پژوهشی کشت و توسعه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج، ایران.

[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۳]گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[*]نویسنده مسئول: Mohammad1700@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۳۰

لبافی حسین‌آبادی، م.، ا. اله‌دادی ، غ.ع. اکبری و ف. نجفی. ۱۳۹۱. برآورد شاخص سطح برگ با استفاده از روابط آلومتریک در کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). ۲ (۱): ۱۳۹- ۱۲۹.

چکیده

به‌منظور شناخت روابط آلومتریک شاخص سطح برگ با تعداد برگ، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع گیاه (سانتیمتر)، وزن تر و خشک برگ (گرم در متر مربع) در کدو پوست کاغذی انجام شد. بدین منظور آزمایشی با استفاده از سه تاریخ کاشت (۱ اردیبهشت، ۱ خرداد، ۱ تیر) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران- پردیس ابوریحان پاکدشت اجرا شد. نمونه‌برداری از مراحل ابتدای رشد تا پایان دوره رشد گیاه انجام و در هر نمونه‌گیری سطح برگ، تعداد برگ، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع گیاه، وزن تر برگ و وزن خشک برگ اندازه‌گیری شد. از معادلات مختلفی برای توصیف رابطه شاخص سطح برگ با صفات ذکر شده استفاده شد و سرانجام معادله خطی $\ln(y)= a+b\times\ln(x)$ به عنوان بهترین معادله تعیین گردید. نتایج نشان داد که بین شاخص سطح برگ و تعداد برگ در بوته (R^2 =۹۰)، تعداد گره در ساقه اصلی (R^2 =۹۰)، ارتفاع بوته (R^2 =۹۰)، وزن تر برگ (R^2 =۹۸) و وزن خشک برگ (R^2 =۹۸) رابطه قوی و معنی‌داری وجود دارد. از این روابط می توان در مدل‌های شبیه‌سازی کدو پوست کاغذی و همچنین برای برآورد سریع و آسان سطح برگ در مواقعی که دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح برگ در دسترس نیستند، استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کدو پوست کاغذی، روابط آلومتریک، سطح برگ، صفات رویشی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گیاهان دارویی به طور پراکنده در محدوده‌های جغرافیایی گسترده یافت شده و جمع‌آوری و دسترسی به آنها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد. بنابراین استفاده از رویشگاه‌های طبیعی جوابگوی صنایع داروسازی نخواهد بود و چنین استفاده انبوه از گیاهان به طور حتم موجبات نابودی آنها را فراهم می‌سازد. از اینرو، باید نسبت به کشت این گیاهان در سطوح زراعی و گلخانه اقدام نمود (Niakan *et al*., 2000). در طی چندین سال اخیر استفاده از محصولات دارویی روغنی و به‌خصوص روغن‌های گیاهی اهمیت به‌سزایی یافته است (Omidbaigi, 2005; Gholipour and Nazarnejad, 2007).

کدوی پوست کاغذی از تیرهٔ کدوئیان (*Cucurbita pepo* L.) و راستهٔ کوکوربیتال، گیاهی علفی، یکساله، یک پایه، دارای ساقه‌های خزنده، کرکدار و توخالی است. دانه ها فاقد پوست بوده و وزن هزاردانه بین۲۰۰ تا۲۱۰ گرم متغیر است (Omidbaigi, 2005). با توجه به فواید متعدد دانه‌های کدوی پوست کاغذی، از آن داروهای زیادی در اکثر نقاط دنیا و ایران تولید می شود (Gholipour and Nazarnejad, 2007).

روابط بین سرعت رشد اجزای منفرد یک عضو یا یک موجود آلومتری خوانده می شود، یا به عبارت دیگر آلومتری یعنی اندازه‌گیری یا سنجش میزان تخصیص مواد به یک اندام در حال رشد که اساسا به سرعت رشد نسبی اندام در مکان و زمان وابسته است (Gardner *et al*., 1985). روابط آلومتریک در گیاه تغییرات وابسته به شکل، نمو و ویژگی‌های رشد نسبی یک قسمت از گیاه را در مقایسه با کل گیاه بررسی می‌کند. به طور کلی، یک محیط مناسب می‌تواند رشد را افزایش دهد، اما شکل هندسی گیاه و اجزای آن نسبتاً ثابت است (Niklas, 1994).

سطح برگ یکی از شاخص‌های مهم در بسیاری از مطالعات زراعی، اکولوژیک و فیزیولوژیک است، زیرا عامل تعیین‌کننده جذب نور، فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال انرژی توسط پوشش گیاهی است. همچنین، از نظر رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های‌هرز نیز دارای اهمیت می باشد (Akram-Ghaderi and Soltani, 2007). بنابراین، اندازه‌گیری دقیق سطح برگ برای درک اثرات متقابل بین رشد و نمو گیاه و محیط ضروری است (De Jesus *et al*., 2001). سطح برگ با استفاده از خصوصیات شکل برگ و خصوصیات کانوپی گیاه قابل برآورد می باشد (Stewart and Dwyer, 1999; Lieth *et al*., 1986). اندازه‌گیری مجموع سطح برگ در گیاهانی مثل کدو که دارای تنوع زیادی در تعداد، اندازه و شکل برگ هستند، بسیار مشکل و زمان‌بر است و نیاز به صرف هزینه دارد. علاوه بر این در شرایطی که ابزارهای اندازه‌گیری سطح برگ قابل دسترس نیست، وجود روش‌هایی با هزینه کمتر و راحت‌تر مورد نیاز خواهد بود.

یک راهکار برای اندازه‌گیری سطح برگ، استفاده از روابط آلومتریک، از قبیل یافتن معادلاتی برای برآورد سطح برگ با استفاده از خصوصیات گیاهی اندازه‌گیری شده می‌باشد. از مهمترین خصوصیات می‌توان به تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک برگ، وزن خشک اجزای رویشی (ساقه + برگ) و ارتفاع بوته اشاره نمود (Pourreza *et al*., 2008). NeSmith (1992) از طول و عرض برگ کدو پوست کاغذی برای برآورد سطح برگ (R^2 = ۹۸) استفاده نمود. Akram-Ghaderi *et al*. (2004) بیان داشتند که بین سطح برگ پنبه با وزن خشک رابطه قوی (R^2= ۹۸)، بین سطح برگ با وزن خشک کل اجزای رویشی رابطه خوب (R^2= ۸۴) و بین سطح برگ و ارتفاع بوته رابطه متوسطی (R^2= ۷۶) وجود دارد و پیشنهاد نمودند از این معادلات در مواقعی که دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح برگ وجود ندارد در برآورد سطح برگ پنبه استفاده شود.

از صفات مذکور برای برآورد سطح برگ گیاهان مختلف از قبیل بادام زمینی، یونجه، ارزن سورگوم، نیشکر، سویا، جو، نخود، ذرت، پنبه، گندم و چغندرقند به طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده است (Ma *et al*., 1992; Johnson, 1967; Payne *et al*., 1991; Shih *et al*., 1981; Shih and Gascho, 1980; Bakhshandeh *et al*., 2010; Romas *et al*., 1983; Dwyer and Stewart, 1986; Akram-Ghaderi *et al*., 2004; Rahemi *et al*., 2006; Bakhshandeh *et al*., 2012; Maddah-Yazdi *et al*., 2008; Tsialtas and Maslaris, 2008). به طور کلی، از روابط آلومتریک و اطلاعات حاصله از آن، می‌توان در بهبود مدیریت زراعی، افزایش کارایی به‌نژادی (به دلیل درک بهتر از رشد گیاه) و همچنین تجزیه، تحلیل و تفسیر رفتارهای رشد گیاه استفاده نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

هدف این تحقیق بررسی روابط آلومتریک سطح برگ کدو پوست کاغذی با وزن تر و خشک برگ، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی و ارتفاع بوته در تاریخ کاشت‌های مختلف و ارائه بهترین مدل توصیف کننده این روابط می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در پاکدشت، انجام شد. ارتفاع محل انجام آزمایش از سطح دریا ۱۰۰۳ متر، عرض و طول جغرافیایی آن به‌ترتیب ´۲۸ °۳۵ درجه شمالی و ´۴۴ °۵۱ درجه شرقی می‌باشد. بافت خاک محل انجام آزمایش لومی و از نظر اقلیمی و بر اساس تقسیم‌بندی دومارتن جزء مناطق خشک محسوب می‌شود. این منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک، زمستان‌های ملایم و میانگین بارندگی سالیانه برابر ۱۷۰ میلی‌متر است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، تیمار تاریخ کاشت شامل یک اردیبهشت، یک خرداد و یک تیر بود. هر واحد آزمایشی متشکل از ۶ ردیف کاشت به طول ۷ متر، فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۱۵۰ سانتیمتر بود. هنگام کاشت، در هر چاله ۵ بذر کشت شده و در مرحله ۴ برگی تنک شدند. علف‌هرزهای سبز شده در کرت‌های آزمایشی در تمامی طول فصل رشد وجین و بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک، میزان کود مصرفی بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت با استفاده از کود اوره (۴۶٪ ازت) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کودهای سوپر فسفات تریپل و فسفات پتاسیم محاسبه گردید. نحوه‌ی کاربرد کودها به صورتی بود که تمامی کودهای فسفره و پتاسه و یک- سوم کود اوره در هنگام کاشت به زمین اضافه شد. باقیمانده‌ی کود اوره به صورت سرک و در دو شروع مرحله گلدهی و شروع تشکیل میوه به کاربرده شد. عملیات آبیاری و مبارزه با آفات و بیماری‌های احتمالی به گونه‌ای انجام گرفت که هیچ گونه آثاری از تنش خشکی، آفت‌زدگی و بیماری در کدو تخم کاغذی مشاهده نشود.

اندازه‌گیری‌های گیاهی شامل سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح‌برگ‌سنج، وزن خشک اندام هوایی به تفکیک هر اندام، ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی و تعداد برگ می‌باشند. بدین‌منظور، نمونه‌برداری‌های تخریبی از دو هفته پس از کاشت آغاز و تا انتهای فصل رشد هر ۱۴- ۱۰ روز یکبار انجام شد (تاریخ کاشت اردیبهشت و خرداد ۷ نمونه و تیرماه ۶ نمونه‌برداری). در هر نمونه‌برداری ۳ بوته از هر کرت برداشت و مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای توصیف روابط بین شاخص سطح برگ با وزن خشک برگ، وزن تر برگ، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی و ارتفاع بوته از مدل‌های مختلفی (جدول ۱) استفاده گردید. برای کلیه تاریخ‌های کاشت جداگانه برازش معادله و بررسی آن انجام شد و در نهایت برای همه‌ی تاریخ‌های کاشت یک معادله کلی برازش داده شد. برای مقایسه دقت معادلات برآورد سطح برگ از ویژگی‌های رویشی گیاه از جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، خطای استاندارد معادله برآورد شده (SE) و ضریب تبیین R^2 استفاده گردید. تجزیه آماری با برنامه Sigma Plot 11 صورت گرفت.

جدول ۱- معادلات استفاده شده برای توصیف روابط بین شاخص سطح برگ به عنوان متغیر وابسته و وزن خشک برگ، وزن تر برگ، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی و ارتفاع بوته به عنوان متغیر مستقل در کدو پوست کاغذی.

معادله	نام معادله	دسته بندی معادله
Y=a×(1-exp(-b×x))	Single, 2 parameter	Exponential Rise to Max
Y=a×exp(-.5×((x-x0)/b)^2)	Gaussian, 3 parameter	Peak
Y= y0+a×x	Linear	Polynomial
ln (Y)= a+b×ln (x)	Linear	Polynomial
ln(Y)=y0+a×x+b×x^2	Quadratic	Polynomial
Y=a×x^b	2 parameter	Power
Y=y0+a×abs(x-x0)^b	Symmetric, 4 parameter	Power
Y= a/(1+exp(-(x-x0)/b))	Sigmoid, 3 parameter	Sigmoidal

نتایج و بحث

دامنه (تغییرات زمانی صفات در طول دوره رشد)، میانگین و انحراف معیار برای شاخص سطح برگ، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه، ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک برگ در تاریخ های کاشت کلیه مراحل اندازه‌گیری در جدول ۲ آمده است. تاریخ کاشت تیر کمترین مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

صفات رویشی اندازه‌گیری شده را به خود اختصاص داد که احتمالا دلیل آن کشت دیر هنگام کدو و کوتاه شدن دوره رشد رویشی می‌باشد. از آنجا که معادله خطی $\ln(Y)=a+ b\times\ln(x)$ (که در آن از x و y لگاریتم گرفته شده است) نسبت به معادلات دیگر دارای ضریب تبیین بالا و جذر میانگین مربعات خطا پایین‌تری بود، بنابراین از این رابطه برای برآورد شاخص سطح برگ در تمامی قسمت‌ها استفاده گردید (نتایج ارائه نشده است). در این معادله a عرض از مبداء و b شیب خط (ضریب آلومتریک) می‌باشد.

جدول ۲- مقادیر دامنه، انحراف معیار و میانگین شاخص سطح برگ، تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، وزن تر برگ و وزن خشک برگ در تاریخ های مختلف کاشت در کدو پوست کاغذی در طول دوره رشد.

صفت	تاریخ کاشت	دامنه	انحراف معیار	میانگین
شاخص سطح برگ				
	اردیبهشت	۰/۰۱-۱/۸۶	۰/۶۷	۰/۷۱
	خرداد	۰/۰۱-۲/۴۸	۰/۷۷	۰/۷۷
	تیر	۰/۰۲-۱/۵۸	۰/۵۵	۰/۵۹
	مجموع تاریخ ها	۰/۰۱-۲/۴۸	۰/۶۶	۰/۶۹
تعداد برگ در بوته				
	اردیبهشت	۲/۶۷-۱۲۳/۶۷	۴۲/۹۵	۴۵/۶۹
	خرداد	۴/۵۰-۱۳۵/۶۷	۳۹/۵۸	۴۶/۵۳
	تیر	۵/۶۷-۱۰۰/۳۳	۲۶/۸۶	۳۲/۹۷
	مجموع تاریخ ها	۲/۶۷-۱۳۵/۶۷	۳۷/۴۴	۴۲/۱۷
تعداد گره در ساقه اصلی				
	اردیبهشت	۱-۴۵/۳۳	۱۵/۷۳	۱۹/۸۰
	خرداد	۲-۴۱	۱۴/۰۳	۲۱/۱۱
	تیر	۲/۳۳-۳۶/۳۳	۱۲/۰۱	۱۹/۱۲
	مجموع تاریخ ها	۱-۴۵/۳۳	۱۳/۸	۲۰/۰۵
ارتفاع بوته (سانتیمتر)				
	اردیبهشت	۲/۵۰-۲۶۷	۸۶/۴۴	۹۰/۴۷
	خرداد	۴/۵۰-۲۰۲/۱۷	۶۸/۵۸	۸۰/۸۹
	تیر	۵-۱۸۹	۶۴/۵۷	۷۵/۹۷
	مجموع تاریخ ها	۲/۵۰-۲۶۷	۷۰/۸۷	۸۰/۱۰
وزن تر برگ (گرم در متر مربع)				
	اردیبهشت	۲/۳۱-۱۰۸۱/۴۴	۳۲۱/۲۳	۳۰۳/۴۲
	خرداد	۵/۳۳-۱۱۳۹/۳۳	۳۰۷/۶۳	۲۸۲/۳۲
	تیر	۶/۶۲-۷۳۸/۸۸	۲۰۳/۹۶	۱۹۷/۷۳
	مجموع تاریخ ها	۲/۳۱-۱۱۳۹/۳۳	۲۸۴/۷۱	۲۶۴/۳۳
وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)				
	اردیبهشت	۰/۲۴-۲۴۵/۰۳	۶۸	۵۹/۱۷
	خرداد	۰/۷۷-۲۰۶/۸۹	۵۷/۱۸	۵۲/۹۹
	تیر	۱-۱۳۲/۰۳	۳۶/۸۴	۳۶/۱۲
	مجموع تاریخ ها	۰/۲۴-۲۴۵/۰۳	۵۶/۲۰	۵۰/۰۹

در هر تاریخ کاشت برازش مدل برای توصیف رابطه شاخص سطح برگ و تعداد برگ در بوته بصورت جداگانه انجام شد و نتایج نشان داد که بین تاریخ های کاشت تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و ضریب آلومتریک (b) از ۱/۳۷ تا ۱/۵۰ متغیر بود (جدول ۳). در بین تاریخ های کاشت، معادله برازش داده شده به تاریخ کاشت خرداد ماه

Archive of SID

www.SID.ir

با کمترین جذر میانگین مربعات خطا (۳/۸۶) و خطای استاندارد (۰/۴۵) و بیشترین ضریب تبیین (۰/۹۴) بهترین پیش‌بینی را به خود اختصاص داد.

جدول۳- ضرایب معادله a و b در معادله $\ln(Y)=a+ b\times\ln(x)$ بین شاخص سطح برگ به عنوان متغییر وابسته و تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، وزن تر برگ و وزن خشک برگ به عنوان متغییر مستقل.

صفت	تاریخ کاشت	n	a±se	b±se	RMSE	SE	R^2
تعداد برگ در بوته							
	اردیبهشت	۲۱	-۵/۷۲±۰/۳۵	۱/۴۲±۰/۱۰	۶/۷۰	۰/۵۹	۰/۹۱
	خرداد	۲۱	-۶/۰۸±۰/۲۹	۱/۵۰±۰/۰۸	۳/۸۶	۰/۴۵	۰/۹۴
	تیر	۱۸	-۵/۴۹±۰/۵۱	۱/۳۷±۰/۱۶	۶/۴۶	۰/۶۴	۰/۸۲
	مجموع تاریخ ها	۶۰	-۵/۷۸±۰/۲۱	۱/۴۴±۰/۰۶	۱۷/۵۲	۰/۵۵	۰/۹۰
تعداد گره در ساقه اصلی							
	اردیبهشت	۲۱	-۴/۳۴±۰/۲۰	۱/۳۳±۰/۰۷	۳/۹۳	۰/۴۵	۰/۹۴
	خرداد	۲۱	-۵/۶۶±۰/۳۴	۱/۷۰±۰/۱۲	۶/۰۲	۰/۵۶	۰/۹۱
	تیر	۱۸	-۵/۴۹±۰/۵۱	۱/۳۷±۰/۱۶	۳/۴۲	۰/۶۴	۰/۸۲
	مجموع تاریخ ها	۶۰	-۴/۹۲±۰/۱۸	۱/۴۶±۰/۰۶	۱۸/۰۵	۰/۵۶	۰/۹۰
ارتفاع بوته (سانتیمتر)							
	اردیبهشت	۲۱	-۵/۱۶±۰/۲۷	۱/۱۰±۰/۰۷	۵/۱۳	۰/۵۲	۰/۹۳
	خرداد	۲۱	-۶/۳۰±۰/۳۴	۱/۳۷±۰/۰۸	۴/۸۱	۰/۵۰	۰/۹۳
	تیر	۱۸	-۵/۴۰±۰/۳۵	۱/۵۷±۰/۱۲	۴/۷۹	۰/۴۶	۰/۹۰
	مجموع تاریخ ها	۶۰	-۵/۵۷±۰/۲۰	۱/۱۸±۰/۰۵	۱۷/۰۲	۰/۵۴	۰/۹۰
وزن تر برگ (گرم در متر مربع)							
	اردیبهشت	۲۱	-۵/۹۲±۰/۱۲	۱/۰۱±۰/۰۲	۰/۷۷	۰/۲۰	۰/۹۹
	خرداد	۲۱	-۵/۹۸±۰/۰۷	۱/۰۵±۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۹۹
	تیر	۱۸	-۵/۶۳±۰/۲۷	۰/۹۷±۰/۰۶	۱/۹۳	۰/۳۵	۰/۹۴
	مجموع تاریخ ها	۶۰	-۵/۸۶±۰/۰۹	۱/۰۱±۰/۰۲	۳/۲۲	۰/۲۴	۰/۹۸
وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)							
	اردیبهشت		-۳/۷۵±۰/۰۸	۰/۹۰±۰/۰۲	۰/۸۱	۰/۲۱	۰/۹۸
	خرداد		-۴/۱۰±۰/۰۴	۱/۰۱±۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۹۹
	تیر		-۳/۷۲±۰/۱۴	۰/۹۱±۰/۰۴	۱/۳۰	۰/۲۸	۰/۹۶
	مجموع تاریخ ها		-۳/۸۵±۰/۰۵	۰/۹۴±۰/۰۲	۲/۹۱	۰/۲۲	۰/۹۸

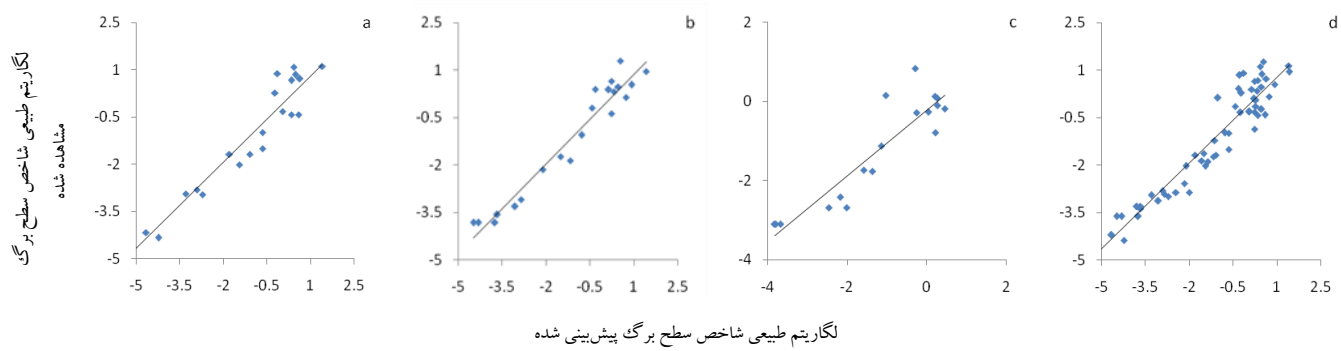
n تعداد نمونه، RMSE جذر میانگین مربعات خطا، SE خطای استاندارد برآورد مدل و R^2 ضریب تبیین

شکل ۱ رابطه لگاریتم طبیعی شاخص سطح برگ مشاهده شده و برآورد شده با استفاده از تعداد برگ بوته در تاریخ کاشت‌های مختلف را نشان می‌دهد. رابطه مناسبی در کشت‌های مختلف بین شاخص سطح برگ با تعداد برگ در بوته وجود دارد. بین ضرایب آلومتریک تاریخ‌های مختلف کاشت در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). در بررسی‌های انجام شده توسط محققان دیگر نیز بر کارایی استفاده از تعداد برگ برای برآورد سطح برگ در گیاهان مختلف تاکید شده

به‌طوری‌که Soltani *et al.* (2006) و Rahemi *et al.* (2006) در مورد نخود و Maddah-Yazdi *et al.* (2008) در مورد نخود و گندم گزارش کردند که سطح برگ در بوته ارتباطی قوی با تعداد گره (برگ) در ساقه اصلی دارد. Bakhshandeh *et al.* (2012) از یک مدل رگرسیون غیر خطی دو تکه‌ای برای برآورد سطح برگ از تعداد برگ در گیاه گندم استفاده کردند و برآورد مناسبی از سطح برگ را پیش بینی نمودند.

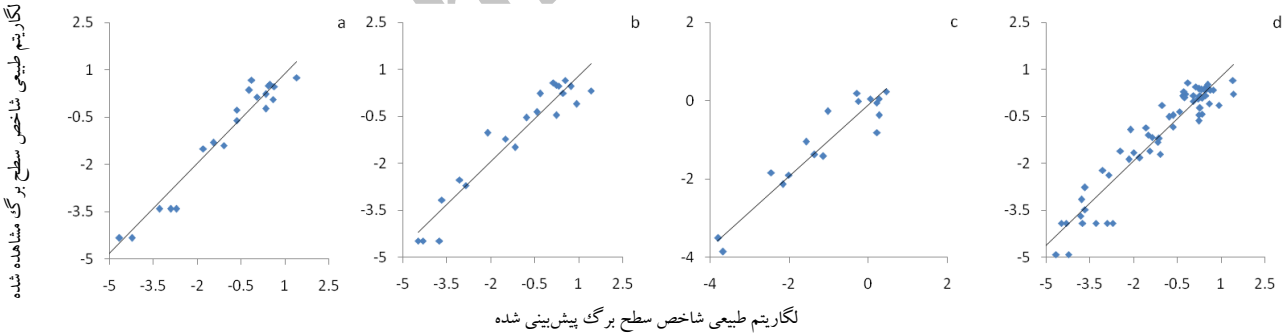
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مقادیر شاخص سطح برگ برآورد شده و اندازه‌گیری شده کدو پوست کاغذی با استفاده از تعداد برگ در بوته برای تاریخ‌های کاشت اردیبهشت (a)، خرداد (b)، تیر (c) و تمامی تاریخ ها (d).

همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود تعداد گره در ساقه اصلی همانند تعداد برگ در بوته برآورد مناسبی را از شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت‌های اردیبهشت و خرداد نشان می‌دهد. برای تاریخ کاشت‌های مختلف جذر میانگین مربعات خطا بین ۳/۴۲ تا ۶/۰۲ و خطای استاندارد برآورد معادله از ۰/۴۵ تا ۰/۶۴ متغیر بود (جدول ۳). شکل ۲ رابطه لگاریتم طبیعی شاخص سطح برگ مشاهده شده و برآورد شده را با استفاده از تعداد گره در ساقه اصلی در تاریخ کاشت‌های مختلف نشان می‌دهد. با توجه به معنی‌دار شدن ضریب آلومتری در معادلات برازش داده شده نمی‌توان از یک معادله برای پیش‌بینی شاخص سطح برگ در تمامی تاریخ‌های کاشت استفاده نمود. Sinclair (1984) برای سویا و Wahabi and Sinclair, (2005) برای گندم و جو از یک معادله نمایی در توصیف سطح برگ از طریق تعداد گره در ساقه اصلی استفاده کردند. Rahemi *et al.* (2006) برای نخود و مداح یزدی Maddah-Yazdi *et al.* (2008) برای گندم و نخود نیز از معادله توانی $y=ax^b$ و Hammer *et al.* (1993) برای سورگوم دانه‌ای و Soltani *et al.* (2006) برای نخود نیز از معادله $y= x^b$ برای برآورد سطح برگ از طریق تعداد گره در ساقه اصلی استفاده کردند و برآورد مناسبی از سطح برگ را گزارش کردند. نتایج این آزمایش از لحاظ برآورد مناسب شاخص سطح برگ با استفاده از تعداد گره با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد اما معادله مورد استفاده برای بهترین برآورد متفاوت است.

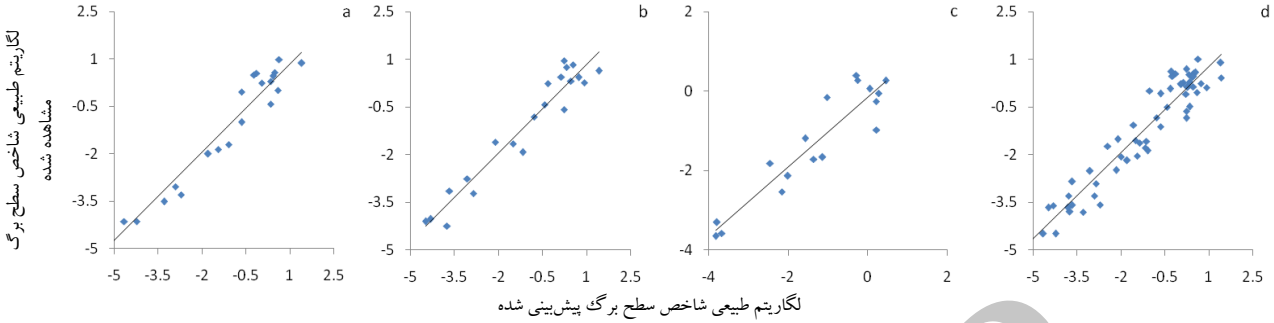


شکل ۲- مقادیر شاخص سطح برگ برآورد شده و اندازه‌گیری شده کدو پوست کاغذی با استفاده از تعداد گره در ساقه اصلی برای تاریخ های کاشت اردیبهشت (a)، خرداد (b)، تیر (c) و تمامی تاریخ ها (d).

در جدول ۳ روابط شاخص سطح برگ با ارتفاع بوته برای هر تاریخ کاشت آورده شده است. ضریب تبیین در تاریخ‌های مختلف کشت از ۰/۹۰۹ تا ۰/۹۳۲ متغیر بود. همانطور که مشاهده می شود ضرایب آلومتریک تفاوت معنی‌داری نشان ندادند در نتیجه می‌توان از یک معادله برای برازش شاخص سطح برگ با استفاده از ارتفاع بوته در تمامی تاریخ‌های کاشت استفاده نمود. شکل ۳ رابطه لگاریتم طبیعی شاخص سطح برگ برآورد شده بر پایه ارتفاع بوته در تاریخ کاشت های مختلف را با لگاریتم طبیعی شاخص سطح برگ مشاهده شده نشان می‌دهد. Bakhshandeh *et al.* (2012) با برازش مدل دو تکه ای غیرخطی وجود رابطه معنی‌دار بین سطح برگ ارقام گندم و ارتفاع بوته با ضریب تبیین بالاتر از ۰/۹۱ را گزارش کردند. Rahemi *et al.* (2006) در نخود

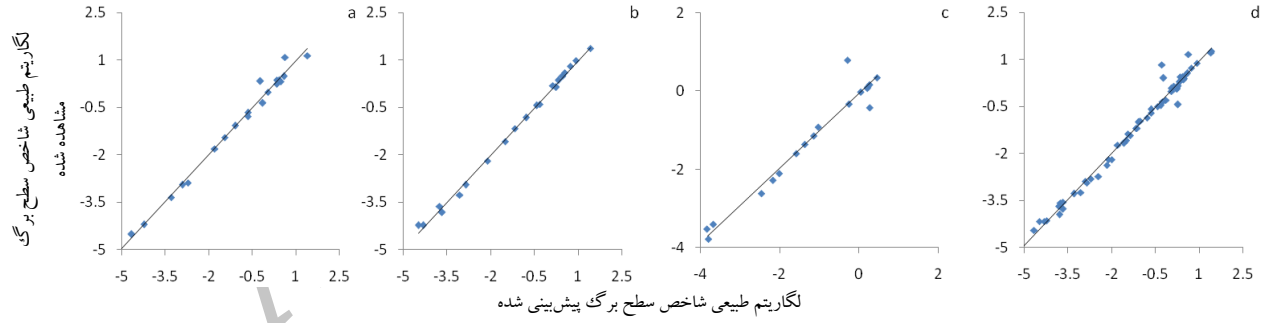
www.SID.ir

Akram-Ghaderi and Soltani (2007)، در پنبه و Lieth *et al.* (1986) در سویا از معادلات غیرخطی و Dwyer *et al.* (1992) در ذرت از معادله درجه سوم برای توصیف روابط بین سطح برگ و ارتفاع بوته استفاده کردند. در تحقیقاتی که Lieth *et al.* (1986) روی سویا انجام دادند بیان داشتند که ارتفاع گیاه، برآوردکننده مناسبی برای سطح برگ نیست که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی ندارد.



شکل ۳- مقادیر شاخص سطح برگ برآورد شده و اندازه‌گیری شده کدو پوست کاغذی با استفاده از ارتفاع بوته برای تاریخ های کاشت اردیبهشت (a)، خرداد (b)، تیر (c) و تمامی تاریخ ها (d).

روابط بین وزن تر برگ و شاخص سطح برگ برای هر تاریخ کاشت در جدول ۳ جداگانه آورده شده است. جذر میانگین مربعات خطا از ۰/۲۲تا ۱/۹۳ و خطای استاندارد معادلات برآورد شده از ۰/۱۱ تا ۰/۳۵ متغیر بود. ضریب تبیین از ۰/۹۴۸ تا ۰/۹۹۷ متغییر بود که نشان‌دهنده رابطه مناسب در کشت‌های مختلف بین شاخص سطح برگ با وزن تر برگ است (جدول ۲). برازش شاخص سطح برگ پیش‌بینی شده و مشاهده شده با استفاده از وزن تر برگ در تاریخ‌های متفاوت کشت تاییدکننده نتایج ذکر شده می‌باشد (شکل ۴). در هیچ یک از منابع مورد بررسی از وزن تر برگ برای برآورد سطح برگ استفاده نشده که علت آن را می‌توان تاثیرپذیری سریع وزن تر برگ از دما، آبیاری، زمان نمونه برداری، فاصله زمانی نمونه برداری و توزین برگ ها عنوان نمود. اما نتایج این بررسی نشان داد که وزن تر برگ همانند وزن خشک برگ رابطه قوی با شاخص سطح برگ دارد و با امکانات کمتر (فقط به ترازو نیاز دارد، بدون نیاز به آون) و سریعتر نسبت به وزن خشک قادر به پیش‌بینی شاخص سطح برگ است.



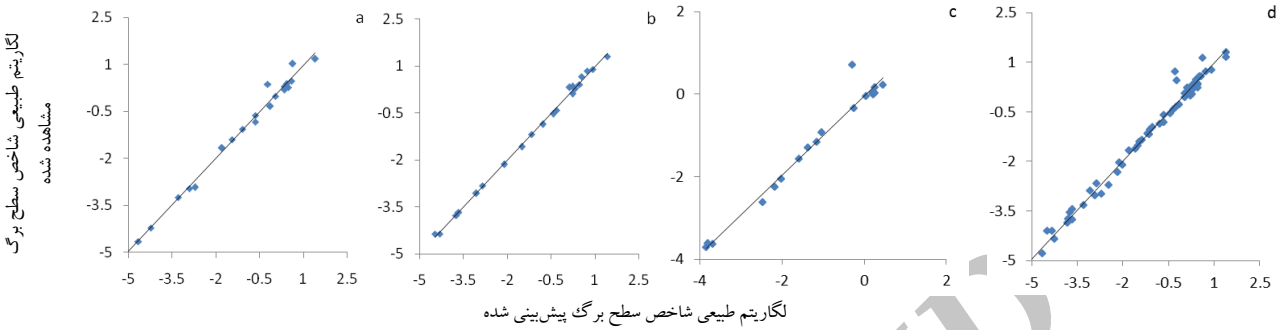
شکل ۴- مقادیر شاخص سطح برگ برآورد شده و اندازه‌گیری شده کدو پوست کاغذی با استفاده از وزن تر برگ برای تاریخ های کاشت اردیبهشت (a)، خرداد (b)، تیر (c) و تمامی تاریخ ها (d).

استفاده از وزن خشک برگ برای برآورد شاخص سطح برگ همانند وزن تر برگ موفقیت‌آمیز بود بطوریکه ضریب تبیین معادلات از ۰/۹۶۵ تا ۰/۹۹۸ متغییر بود (جدول ۳). با توجه به ضرایب آلومتریک و خطای استاندارد برآورد معادلات به نظر می رسد بتوان از یک معادله برای برآورد شاخص سطح برگ از وزن خشک برگ استفاده نمود. شکل ۵ بیانگر مناسب بودن وزن خشک برگ برای برآورد شاخص سطح برگ می باشد. Awal *et al.* (2004) در نخل روغنی و Ma *et al.* (1992) در بادام زمینی با استفاده از معادلات رگرسیون خطی و غیرخطی، همبستگی بسیار بالایی بین وزن خشک برگ و سطح برگ گزارش نمودند. Bakhshandeh *et al.* (2010) در سویا، Tsialtas and Maslaris (2008) در چغندرقند و Retta *et al.* (2000) در چند گونه گراس نیز از معادله خطی و تعداد زیادی از محققان از معادله‌های غیرخطی برای توصیف روابط وزن خشک برگ سبز و یا وزن خشک

Archive of SID

www.SID.ir

کل اجزای رویشی با سطح برگ استفاده کردند که از جمله آن ها می توان به نتایج Rahemi *et al.* (2006) در نخود، Akram-Ghaderi and Soltani (2007) در پنبه، Payne *et al.* (1991) در ارزن، Sharrett and Baker (1985) در یونجه، Romas *et al.* (1983) در جو، Zrust *et al.* (1974) در سیب زمینی، Shin *et al.* (1981) در سورگوم شیرین، Lieth *et al.* (1986) در سویا و Aase (1978) در گندم اشاره نمود.



شکل ۵- مقادیر شاخص سطح برگ برآورد شده و اندازه‌گیری شده کدو پوست کاغذی با استفاده از وزن خشک برگ برای تاریخ های کاشت اردیبهشت (a)، خرداد (b)، تیر (c) و تمامی تاریخ ها (d).

از آنجا که اندازه گیری صفات مورد ارزیابی در مقایسه با اندازه گیری سطح برگ ساده‌تر است و بدون استفاده از وسایل مجهز به سرعت اندازه‌گیری می شود، بنابراین از این صفات می توان برای برآورد سطح برگ استفاده نمود.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که بین شاخص سطح برگ بوته با تعداد برگ در بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، وزن خشک و وزن تر برگ روابط آلومتریک بسیار بالایی (به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۹۰، ۰/۹۰، ۰/۹۰، ۰/۹۸ و ۰/۹۸) وجود دارد. در بین صفات وزن تر و خشک برگ بهتر توانستند شاخص سطح برگ را برآورد نمایند و در این میان وزن تر برگ به علت سرعت، سهولت در اندازه گیری و امکانات کمتر (فقط به ترازو نیاز دارد، بدون نیاز به آون) به عنوان بهترین صفت انتخاب شد. از این روابط می توان در مدل های شبیه‌سازی کدو پوست کاغذی و همچنین برآورد سریع و آسان شاخص سطح برگ در مواقعی که دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح برگ در دسترس نیستند، استفاده نمود.

منابع

Bakhshandeh, E., Soltani, A., Zeinali, E., Kalateh-Arabi, M. and Ghadiryan, R., 2012. Evaluation of allometric relationships between leaf area and vegetative characteristics in bread and durum wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(4), 642-657. (In Persian with English abstract).

Bakhshandeh, E., Ghadiryan, R. and Kamkar, B., 2010. A rapid and non-destructive method to determine the leaflet, trifoliate and total leaf area of soybean. Asian. Australian Journal Plant Science Biotechnolgy. 4, 19-23.

Benjamin, L.R. and Park, S.E., 2007. The conductance model of plant growth and competition in monoculture and species mixture: A review. Weed Research. 47, 284-298.

De Jesus, W.C., Dovale, F.X.R., Coelho. and Costa, L.C., 2001. Comparison of two methods for

Aase, J.K., 1987. Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. Agronomy Journal. 70, 563-565.

Akram-Ghaderi, F., Soltani, A. and Rezeai, J., 2004. Estimation of leaf area form plant vegetative characteristics in cotton cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 11 (1), 15-23.

Akram-Ghaderi, F. and Soltani, A., 2007. Leaf area relationships to plant vegetative characteristics in cotton (*Gossypium hirsutum*, L.) grown in a temperate sub-humid environment. International Journal of Plant Production. 1, 63-71.

Awal, M.A., Ishak, W., Endar, J. and Haniff, M., 2004. Determination of specific leaf area and leaf area-leaf mass relationship in oil palm plantation. Asian Journal Plant Science. 3, 264-268.

Archive of SID

www.SID.ir

estimating leafs area index on common bean. Agronomy Jornal. 93, 989-991.

Dwyer, L.M. and Stewart, D.W., 1986. Leaf area development in field-grown maize. Agronomy Journal. 78, 334- 343.

Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Hamilton, R.I. and Houwing, L., 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal. 84, 430-438.

Gardner, G.L., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L., 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, ISA.

Gholipour A. and Nazarnejad, H., 2007. The effect of stem pruning and nitrogen levels of on some physico-chemical characteristics of pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.). Pakistan Journal of Biolgical Science. 10(20), 3726-3729.

Hammer, G.L., Carberry, P.S. and Muchow, R.C., 1993. Modeling genotype and environmental control of leaf area dynamics in grain sorghum. I. Whole plant level. Field Crops Research. 33, 293-310.

Johnson, R.E., 1967. Comparison of methods for estimating cotton leaf area. Agronomy Journal. 59, 493-494.

Lieth, J.H., Reynolds, J.F. and Rogers, H.H., 1986. Estimation of leaf area of soybeans grown under elevated carbon dioxide levels. Field Crops Research. 13, 193-203.

Ma, L., Gardener, F.P. and Selamat, A., 1992. Estimation of leaf area from leaf and total mass measurement in peanut. Crop Science. 32, 461-471.

Maddah-Yazdi, V., Soltani, A., Kamkar, B. and Zeinali, E., 2008. Comparative physiology of wheat and chickpea: leaves production and senescence. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15, 36-44.

NeSmith, D.S., 1992. Estimating summer squash leaf area nondestructively. Hort Science. 27(1), 77.

Niakan, M., Khavarynejad, R.A. and Rezaee, M.B., 2000. Effect of different rates of N/P/K fertilizer on quality and quantities Essential oil in *Mentha piperita* L. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University of Tehran, Tehran, Iran.

Niklas, K.J., 1994. Plant allometry: The Scaling of Form and Process. University of Chicago Press, USA.

Omidbaigi R., 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Qods Publication, Mashhad, Iran.

Payne, W.A., Wendt, C.W., Hossner, L.R. and Gates, C.E., 1991. Estimating pear millet leaf area and specific leaf area. Agronomy Journal. 83, 937-941.

Pourreza, J., Soltani, A., Rahemi, A., Galeshi, S. and Zainali, E., 2008. Allometric relation between plant height and vegetative characteristics in Chickpea (*Cicer arietinum*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(5). 35-44.

Rahemi, A., Soltani, A., Purreza, J., Zainali, E. and Sarparast, R., 2006. Allometric relationship between leaf area and vegetative characteristics in field-grown chickpea. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 13, 49-59.

Retta, A., Armbrust, D.V., Hagen, L.J. and Skidmore, E.L., 2000. Leaf and stem area relationship to masses and their height distributions in native grasses. Agronomy Journal. 92, 225-230.

Romas, J.M., Garciadel Moral, L.F. and Reclade, L., 1983. Dry matter and leaf area relationship in winter barely. Agronomy Journal. 72, 308-310.

Sharrett, B.S. and Baker, D.G., 1985. Alfalfa area as a function of dry matter. Crop Science. 26, 1040- 1042.

Shih, S.F. and Gascho, G.J., 1980. Relationship among stalk length, leaf area and dry biomass of sugarcane. Agronomy Journal. 71, 309-313.

Shih, S.F., Gascho, G.J. and Rahi, G.S., 1981. Modeling biomass production of sweet sorghum. Agronomy Journal. 73, 1027-1032.

Sinclair, T.R., 1984. Leaf area development in field grown-soybean. Agronmy Journal. 76, 141-146.

Soltani, A. and Torabi, B., 2009. Crop Modeling: case studies. Jahad Daneshgahie Mashhad Press, Mashhad, Iran.

Soltani, A., Robertson, M., Mohammad-Nejad, Y. and Rahemi-Karizaki, A., 2006. Modeling chickpea growth and development: leaf production and senescence. Field Crops Research. 99, 14-23.

Stewart, D.W. and Dwyer, L.M., 1999. Mathematical characterization of leaf shape and area of maize hybrids. Crop Science. 39, 422-427.

Tsialtas J.T. and Maslaris, N., 2008. Leaf allometry and prediction of specific leaf area (SLA) in a sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. Photosynthetica. 46, 351-355.

Wahabi, A., and Sinclair, T.R., 2005. Simulation analysis of relative yield advantage of barley and wheat in an eastern Mediterranean climate. Field Crops Research. 91, 287-296.

Zrust, J., Partykova, E. and Necaz, J., 1974. Relationships of leaf area to leaf weight and length in potato plants. Photosynthetica. 8, 118-124.

Archive of SID

www.SID.ir

Estimation of leaf area index using allometric relationships in *Cucurbita pepo* L.

Mohammadreza Labbafi,[1,*] Iraj Allahdadi,[2] Gholam Abass Akbari[2] and Farzad Najafi[3]

[1]Cultivation and Development Department of Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran.

[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.

[3]Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

*Corresponding author: mohammad1700@yahoo.com.

Abstract

Prediction of the leaf area is essential in crop simulation models. The objective of this study was to find relationships between leaf area index (LAI) and numbers of leaves (NL), leaf dry weight (LDW), leaf fresh weight (LFW), number of nodes (NN) and plant height (PH), in Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). For this purpose, an experiment was conducted using three planting dates (20 April, 21 May, 21 June) at the research field of Aburaihan Campus, the University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran, in 2009-2010 cropping season. The experimental design was randomized complete block with four replications. Sampling was performed during the whole growing season. In each sampling LA, NL, LDW, LFW, NN and PH, were measured. Various equations were used to describe relationships between LAI and aforementioned characteristics. The best result was obtained a simple ln-transformed linear equation {ln(y)= a+b×ln(x)}. Results showed that significant relationships were found between LAI and LA (R^2 = 90), LAI and NL (R^2 = 90), LAI and NN (R^2 = 90), LAI and LDW (R^2 = 98) and LAI and LFW (R^2 = 98). These equations LAI can be used for estimation in simulation models of Pumpkin as well as for the fast and easy estimation of LAI, especially where there is no LAI-meter available.

Keywords: Pumpkin, Allometric relationships, Leaf area, Vegetative characteristics.

Archive of SID

www.SID.ir