



روابط آلومتریک بین سطح برگ و صفات رویشی در گیاه باقلا (*Vicia faba*)

علی راحمی کاریزکی^۱، عبدالخلیل حسن زاده^۲، عباس بیابانی^۲، عباس فروغی^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۰

چکیده

به منظور شناخت روابط آلومتریک سطح برگ با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک کل اجزای رویشی و ارتفاع بوته در در باقلا (*Vicia faba*) آزمایشی بر روی رقم برکت باقلا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل تاریخ کاشت (در دو سطح ۷ آذر و ۲۴ آذر) و تراکم (در چهار سطح ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در متر مربع) با چهار تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. برای توصیف رابطه سطح برگ با صفات ذکر شده برای هر تیمار از معادله توانی ($Y = aX^b$) استفاده شد. نتایج نشان داد که به دلیل عدم تفاوت بین تیمارها، می‌توان از یک معادله برای بیان رابطه‌ی هر صفت با سطح برگ با ضریب تبیین (R^2) بالای ۰/۹۸ استفاده نمود. سطح برگ در بوته با تعداد برگ در ساقه اصلی ($R^2 = 0/98$ ، $y = 1/1338x^{0/3343}$)، وزن خشک برگ ($R^2 = 0/98$ ، $y = 0/0374x^{0/663}$)، وزن خشک ساقه ($R^2 = 0/99$ ، $y = 0/0171x^{0/7651}$)، وزن خشک کل اجزای رویشی ($R^2 = 0/99$ ، $y = 0/7379x^{0/7043}$)، ارتفاع بوته ($R^2 = 0/99$ ، $y = 1/0135x^{0/5326}$) رابطه توانی داشت. نتایج این پژوهش بیان کرد که به دلیل عدم تفاوت بین تیمارها، می‌توان از یک معادله برای بیان رابطه‌ی هر صفت با سطح برگ با ضریب تبیین (R^2) بالای ۰/۹۸ استفاده نمود. از این روابط همچنین می‌توان برای برآورد سریع و آسان سطح برگ در مواقعی که دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح برگ در دسترس نیستند، می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن خشک

راحمی کاریزکی، ع. ع. حسن زاده، ع. بیابانی و ع. فروغی. ۱۳۹۴. روابط آلومتریک بین سطح برگ با صفات رویشی در گیاه باقلا (*Vicia faba*).
مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ۱۶۴-۱۵۶.

۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: alirahemi@yahoo.com

۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

مقدمه

رشد و تولید مثل به‌عنوان دو فرآیند اساسی در گیاهان به‌شمار می‌روند. پس از تولید زیست‌توده در گیاه، این مواد به ساختارها و اعمال مختلف در گیاه، از جمله تولید مثل اختصاص داده می‌شوند. همبستگی رشد بین اجزای تشکیل دهنده گیاهان، باعث می‌شود که آنها شکل مخصوص به خود را کسب نمایند (وینر و همکاران، ۲۰۰۹). روابط بین سرعت رشد اجزای منفرد یک اندام یا یک موجود آلوده‌تری نامیده می‌شود. روابط آلوده‌تری در گیاهان، تغییرات رشد و نمو و مشخصات نسبی یک اندام از گیاه را در مقایسه با کل یا بخش‌های دیگر گیاه آشکار می‌سازد. این روابط در مقایسه‌های درون گونه‌ای مبنایی برای بدست آوردن اطلاعات از وضعیت رشد و نمو گیاهان هستند (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۶؛ گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵؛ نیکلاس، ۱۹۹۴). هنگامی که روابط آلوده‌تری برای یک گیاه ویژه ثابت باشد، می‌توان از آنها برای پیش‌بینی رشد رویشی گیاه استفاده نمود. برخی از محققین معتقدند که توانایی گیاهان در سازگاری با شرایط محیطی به‌ویژه در گیاهان یک‌ساله می‌تواند روی روابط آلوده‌تری اثرگذار بوده و بین ارقام مختلف یک گونه از نظر روابط آلوده‌تری اختلاف وجود داشته باشد (بخشنده و همکاران، ۱۳۹۰ب).

یکی از شاخص‌های مهم اکولوژیک که به‌عنوان یک متغیر کلیدی در فرآیندهای بیولوژیک گیاهان محسوب می‌شود، سطح برگ است. زیرا برگ‌ها در واقع رابط بین گیاه زراعی و اتمسفر هوا (محل تبادل انرژی) می‌باشند (اریکسون و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجایی که سرعت رشد محصول با شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص رابطه مستقیم دارد، افزایش شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص سبب افزایش سرعت رشد محصول و افزایش عملکرد محصول می‌گردد (جوادی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین نتایج برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی تحت شرایط مختلف محیطی به‌شمار می‌رود. بنابراین، اندازه‌گیری دقیق شاخص سطح برگ برای درک اثرات متقابل رشد و نمو گیاه و محیط امری ضروری است (لباسچی و همکاران، ۱۳۸۲؛ بخشنده و همکاران، ۱۳۹۰الف).

یک راهکار برای اندازه‌گیری سطح برگ، استفاده از روابط آلوده‌تری از قبیل یافتن معادلاتی برای برآورد سطح برگ با استفاده از خصوصیات گیاهی اندازه‌گیری شده می‌باشد. از مهم‌ترین این خصوصیات می‌توان به تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک اجزای رویشی و ارتفاع بوته اشاره نمود (راحی کاریزی و همکاران، ۱۳۸۵). بخشنده و

همکاران (۱۳۹۰ب) طی مطالعه‌ای بر روی گندم بیان داشتند که سطح برگ بوته با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک کل اجزای رویشی و ارتفاع بوته (به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۹۲، ۰/۹۶، ۰/۹۵ و ۰/۹۱) روابط آلوده‌تری بسیار بالایی تا مرحله گرده افشانی دارد. همچنین ایشان مشاهده کردند که این روابط در ارقام گندم ثابت و پایدار بوده و تحت تأثیر رقم و شرایط کشت قرار نگرفت. در واقع روابط زیادی برای توصیف روابط آلوده‌تری ارائه شده است و از این روابط به طور موفقیت‌آمیزی در گیاهان مختلف از قبیل بادام زمینی (ما و همکاران، ۱۹۹۲)، سویا (بخشنده و همکاران، ۲۰۱۰)، جو (روماس و همکاران، ۱۹۸۳)، یونجه (شرت و باکر، ۱۹۸۵)، نخود (راحی کاریزی و همکاران، ۱۳۸۵؛ پوررضا و همکاران، ۱۳۸۶) و گندم (مداح یزدی و همکاران، ۱۳۸۷) استفاده شده است. هدف از این مطالعه یافتن روابط آلوده‌تری بین سطح برگ با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل اجزای رویشی و ارتفاع بوته در گیاه باقلا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در شرایط دیم اجرا گردید. گنبد کاووس در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۴۵ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای آن معتدل و مرطوب بوده و میزان متوسط بارش سالانه حدود ۵۰۰ میلی‌متر (بارش سال انجام آزمایش ۳۳۶/۵ میلی‌متر) است. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه- برداری انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لوم رسی سیلتی بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور تاریخ کاشت در دو سطح (۷ آذر و ۲۴ آذر تراکم کاشت در چهار سطح (۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در متر مربع) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. برای ایجاد تراکم‌های مختلف، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر برای تراکم ۸ بوته در متر مربع، ۱۶ سانتی‌متر برای تراکم ۱۲ بوته در متر مربع، ۱۲ سانتی‌متر برای تراکم ۱۶ بوته در متر مربع و ۱۰ سانتی‌متر برای تراکم ۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل ۶ خط به طول ۵ متر بود. زمین مورد نظر در سال قبل از آزمایش مزرعه زیر کشت گندم بود و

مشکل علف‌های هرز هنگام سبز شدن وجود نداشت و پس از آن به صورت هفتگی عملیات وجین به صورت دستی انجام شد. در این تحقیق، سطح برگ بوته (سانتی‌متر مربع)، تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز بوته (گرم)، وزن خشک کل اجزای رویشی بوته (گرم) و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در تمام تیمارها از سبز شدن تا مرحله غلاف-دهی که مرحله پایان تولید گره و رشد برگ است، در فواصل زمانی ۵ تا ۱۰ روز (بسته به شرایط آب و هوایی) انجام شد.

در مهر ماه سال ۱۳۹۰ با انجام عملیات شخم برگردانده شد. میزان کود توصیه شده در زمان کاشت، ۱۲۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم کود اوره بود. بذور قبل از کاشت با سم کربوکسی تیرام به میزان دو در هزار، ضد عفونی شده و در ردیف‌های ایجاد شده در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند. پس از سبز شدن بذور در مرحله ۴ تا ۶ برگی، عمل تنک کردن انجام شد. مبارزه با آفات و بیماری‌های قارچی صورت گرفت. به دلیل انجام عملیات تهیه زمین مناسب، قبل از کاشت،

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰)

مقدار	مشخصه
۴۷/۳	گوگرد (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۱/۱	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۷/۶	اسدیته گل اشباع
۱۰/۵	درصد مواد خنثی شونده
۱/۱۶	کربن آلی (درصد)
۱۲/۳	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۴۱۴	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۳۰	رس (درصد)
۶۲	سیلت (درصد)
۸	ماسه (درصد)

برازش داده شد. همچنین برای محاسبات آماری مورد نیاز از نرم‌افزار SAS^۱ (سلطانی، ۱۳۸۵) استفاده گردید.

نتایج و بحث

روند تغییرات شاخص سطح برگ در شکل ۱، برای تراکم‌ها و تاریخ کاشت‌های مختلف نشان داده شده است. نتایج نشان داد با افزایش تراکم بوته در هر تاریخ کاشت شاخص سطح برگ سیر صعودی داشت. در تاریخ کاشت اول با افزایش تراکم از ۸ به ۲۰ بوته در متر مربع شاخص سطح برگ از ۲/۷۴ به ۳/۷۱ رسید. تأخیر در کاشت باعث کاهش حداکثر شاخص سطح برگ شد. شاخص سطح برگ در تراکم‌های اول تا چهارم تاریخ کاشت اول به ترتیب از ۲/۷۴، ۳/۶۱، ۳/۶۱ و ۳/۷۱ به ۱/۹۷، ۲/۲۸، ۲/۷۱ و ۳/۲۱ در تاریخ کاشت دوم، کاهش یافت (داده‌ها نشان داده نشده است). حداکثر شاخص سطح برگ (۳/۷۱) در تاریخ کاشت ۷ آذر ماه در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع مشاهده

۲۰ بوته با حذف حاشیه‌ها از مزرعه انتخاب و سپس ۱۰ نمونه از این نمونه‌ها انتخاب و به آزمایشگاه منتقل گردید و در آزمایشگاه از بین این ۱۰ نمونه، ۵ نمونه متوسط انتخاب شد. سنجش سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-T صورت گرفت و در هر مرحله، سطح برگ ۵ بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌های سبز و ساقه‌ها به صورت جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت درون آون قرار گرفتند، سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

برای توصیف روابط آلومتریک بین سطح برگ با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک ساقه، وزن خشک اجزای رویشی و ارتفاع بوته از معادله توانی ($Y = aX^b$) استفاده شد (سلطانی، ۱۳۸۵). در این معادله a عرض از مبدأ و b شیب خط (ضریب آلومتریک) می‌باشد. برازش معادله و بررسی آن برای تمامی تاریخ‌های کاشت و تراکم‌ها جداگانه انجام شد و در پایان برای کلیه تاریخ‌های کاشت و تراکم‌ها یک معادله کلی

^۱. statistical analysis system

چون اندازه‌گیری تعداد برگ در ساقه اصلی در مقایسه با اندازه-گیری سطح برگ ساده‌تر و سریع‌تر صورت می‌گیرد. بنابراین از این صفت می‌توان جهت برآورد سطح برگ بوته استفاده نمود. رابطه توانی سطح برگ در مقابل ارتفاع بوته در شکل ۲- (ب) نشان داده شده است. نتایج بیانگر آن است که رابطه مناسبی بین سطح برگ و ارتفاع بوته با ضریب تبیین $R^2=0/99$ وجود دارد. همان‌طور که در شکل ۲- (ج)، مشاهده می‌شود، رابطه مناسبی با ضریب تبیین $R^2=0/98$ بین سطح برگ و وزن خشک برگ وجود دارد. به عبارت دیگر می‌توان با استفاده از وزن خشک برگ، سطح برگ را با دقت بالایی توصیف نمود. شکل ۲- (د) نیز نشان دهنده یک رابطه مناسب بین سطح برگ و وزن خشک ساقه با ضریب تبیین $R^2=0/99$ می‌باشد. از این رابطه می‌توان جهت توصیف روابط بین سطح برگ و وزن خشک ساقه استفاده نمود. همان‌طور که در شکل ۲- (ه)، ملاحظه می‌شود بین سطح برگ و وزن خشک کل اجزای رویشی بر مبنای معادله توانی رابطه مناسبی با ضریب تبیین $R^2=0/99$ وجود دارد. بنابراین برای پیش‌بینی سطح برگ می‌توان از هر کدام از این روابط استفاده نمود اما از آنجایی که از بین صفات مورد اندازه‌گیری، شمارش تعداد برگ در ساقه اصلی ساده‌تر از سایر صفات می‌باشد، لذا از معادله توانی بدست آمده بین سطح برگ و تعداد برگ در ساقه اصلی ($y=1.1338X^{0.3343}$) می‌توان جهت پیش‌بینی و برآورد سطح برگ گیاه استفاده نمود.

سطح برگ یک متغیر مهم برای مطالعات فیزیولوژیکی و زراعی شامل رشد گیاه، دریافت نور، کارایی فتوسنتزی، تبخیر و تعرق و پاسخ به کودها و آبیاری می‌باشد (بلانکو و فولگاتی، ۲۰۰۵). عملکرد و کیفیت گیاه به‌وسیله فتوسنتز و تعرق تحت تأثیر قرار می‌گیرد که به‌طور نزدیک با سطح برگ مرتبط است. برای باقلا، روش‌های مدل‌سازی عمدتاً برای تجزیه و تحلیل اثرات الگوی پراکنش ریشه روی جذب آب و برای سنجش تأثیر مکانیسم‌های سازگاری به‌خشکی، به‌ویژه افزایش رشد ریشه و کاهش شاخص سطح برگ استفاده شده بود (رید، ۱۹۹۰؛ مانچادی و همکاران، ۱۹۹۸). مدل‌های ریاضی مختلف برای برآورد غیرمستقیم سطح برگ گونه‌های گیاهی مختلف شرح داده شده است (کامپوسترینی و یامانیسی، ۲۰۰۱؛ بات و کاند، ۲۰۰۳؛ ویلیامز و مارتینسون، ۲۰۰۳؛ دمیرسوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ سردار و دمیرسوی، ۲۰۰۴). در این مطالعه روابط خیلی نزدیک بین سطح برگ و تعداد برگ، وزن خشک برگ و اندام‌های رویشی (برگ+ساقه) و ارتفاع به‌دست آمد که به‌طور سریع و دقیق و بدون تخریب بدست می‌آید. این مدل برای پیش‌بینی سطح برگ

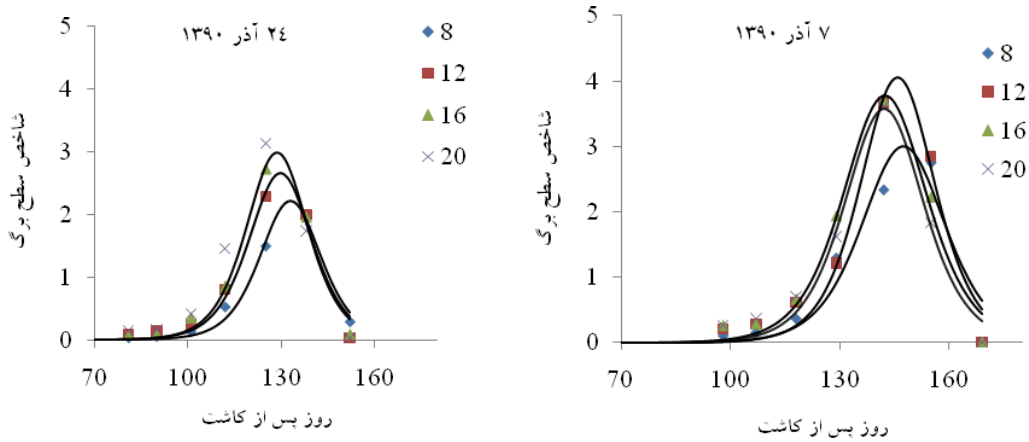
شد. در هر دو حالت با افزایش تراکم و تأخیر در کاشت، زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ کاهش یافت (داده‌ها نشان داده نشده است).

در تراکم‌های بالا به علت افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد برگ در بوته افزایش یافته و این امر به نوبه خود منجر به افزایش شاخص سطح برگ شده، در نتیجه زمان رسیدن به حداکثر سطح برگ هم کاهش یافت. تأخیر در کاشت باعث شد که گیاه به سرعت به حداکثر شاخص سطح برگ خود برسد و در کمترین مدت پس از کاشت روند نزولی را آغاز نماید. معادله توانی ($Y = aX^b$) یک برازش مناسبی بین سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ‌های سبز (گرم در بوته)، وزن خشک ساقه (گرم در بوته)، وزن خشک کل اجزای رویشی (گرم در بوته) و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) با ضریب تبیین ۰/۸۱ و ۰/۹۳ نشان داد (جدول ۲). نتایج جدول ۲ نشان داد بین تیمارها از نظر ضریب آلومتریک برای هر صفت تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود نداشت. بنابراین می‌توان برای توصیف رابطه سطح برگ با هر صفت از یک معادله‌ی توانی استفاده نمود. راحمی کاریزکی و همکاران (۱۳۸۵) طی مطالعه‌ای بر روی نخود از یک معادله توانی ($Y = aX^b$) جهت توصیف رابطه بین سطح برگ با تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک برگ، وزن خشک اجزای رویشی و ارتفاع بوته استفاده نمودند. همچنین پوررضا و همکاران (۱۳۸۶) نیز طی مطالعه‌ای بر روی گیاه نخود جهت توصیف روابط آلومتریک بین ارتفاع بوته با تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک ساقه و وزن خشک اجزای رویشی از یک معادله توانی ($y = aX^b$) استفاده نمودند. بخشنده و همکاران (۱۳۹۰) طی مطالعه‌ای بر روی گندم بیان داشتند که سطح برگ بوته با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک کل اجزای رویشی و ارتفاع بوته روابط آلومتریک بسیار بالایی تا مرحله گرده افشانی دارد.

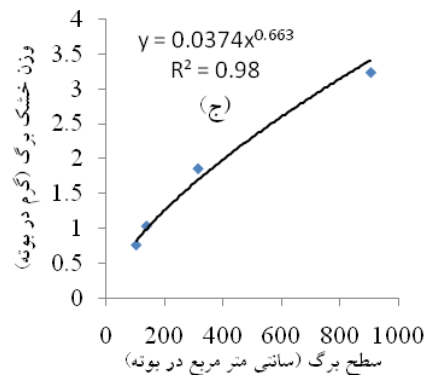
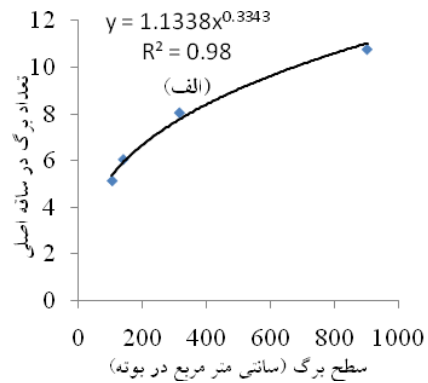
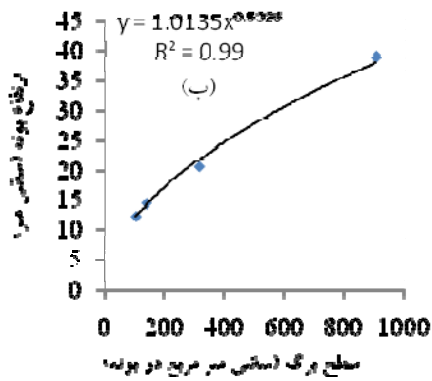
شکل ۲- الف، ب، ج، د و ه به ترتیب رابطه توانی تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ در بوته، وزن خشک ساقه در بوته و وزن خشک کل اجزای رویشی با سطح برگ در بوته را نشان می‌دهد. شکل ۲- (الف)، رابطه توانی سطح برگ در مقابل تعداد برگ در ساقه اصلی را با ضریب تبیین $R^2=0/98$ نشان می‌دهد. این شکل بیانگر این است که، رابطه مناسبی بین سطح برگ با تعداد برگ در ساقه اصلی وجود دارد. بنابراین می‌توان از معادله‌ی توانی $y = 1.1338X^{0.3343}$ جهت توصیف رابطه بین سطح برگ و تعداد برگ در ساقه اصلی استفاده نمود.

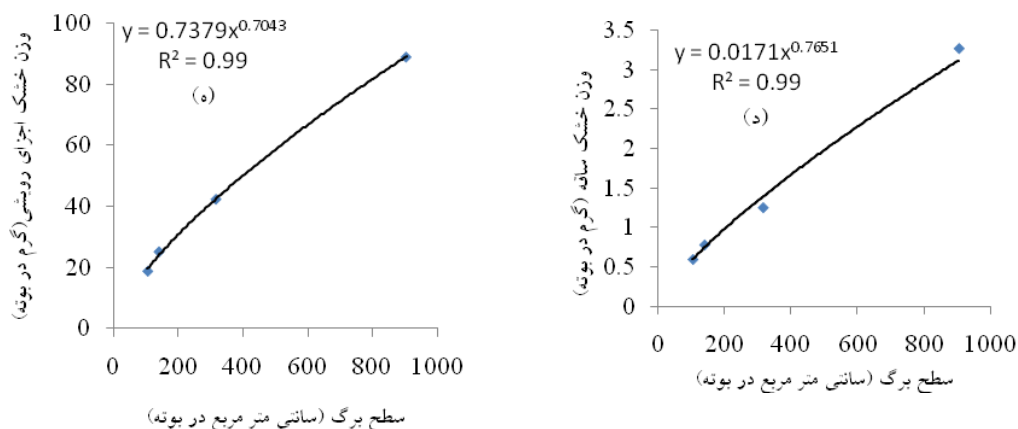
مناسب می‌باشد.

باقلا به دلیل ساده بودن و اندازه‌گیری ساده تعداد برگ، وزن برگ و اجزای رویشی (ساقه+برگ) و ارتفاع در مزرعه بسیار



شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ در مقابل زمان در تاریخ کاشت‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت





شکل ۲- رابطه سطح برگ با صفات تعداد برگ در ساقه اصلی (الف)، ارتفاع بوته (ب)، وزن خشک برگ (ج)، وزن خشک ساقه (د) و وزن خشک اجزای رویشی (ه)

جدول ۲- روابط آلومتریک بین سطح برگ با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ‌های سبز،

وزن خشک ساقه، وزن خشک اجزای رویشی و ارتفاع بوته در باقلا

صفت	تراکم	n	a±se	b±se	R ²
ارتفاع بوته	۸	۳۶	۰/۱۱±۰/۶۳	۰/۰۲±۰/۴۳	۰/۹۳
	۱۲	۳۶	۰/۱۵±۰/۰۹	۰/۰۳±۰/۵۵	۰/۹۳
	۱۶	۳۶	۰/۱۶±۰/۷۰	۰/۰۳±۰/۴۲	۰/۸۶
	۲۰	۳۶	۰/۱۳±۰/۰۱	۰/۰۲±۰/۵۵	۰/۹۳
تعداد برگ در ساقه اصلی	۸	۳۶	۰/۰۸±۰/۴۰	۰/۰۱±۰/۲۹	۰/۹۲
	۱۲	۳۶	۰/۱۱±۰/۲۳	۰/۰۱±۰/۳۲	۰/۸۹
	۱۶	۳۶	۰/۰۹±۰/۵۱	۰/۰۱±۰/۲۸	۰/۸۸
	۲۰	۳۶	۰/۱۷±۰/۰۸	۰/۰۳±۰/۳۷	۰/۸۱
وزن خشک برگ	۸	۳۶	۰/۱۸±۳/۵۰	۰/۰۳±۰/۷۰	۰/۹۲
	۱۲	۳۶	۰/۲۵±۳/۸۴	۰/۰۴±۰/۷۵	۰/۸۹
	۱۶	۳۶	۰/۲۱±۲/۹۶	۰/۰۴±۰/۶۰	۰/۸۸
	۲۰	۳۶	۰/۱۷±۳/۵۷	۰/۰۳±۰/۷۰	۰/۹۳
وزن خشک ساقه	۸	۳۶	۰/۲۱±۴/۲۴	۰/۰۳±۰/۷۸	۰/۹۳
	۱۲	۳۶	۰/۲۶±۴/۷۰	۰/۰۴±۰/۸۶	۰/۹۱
	۱۶	۳۶	۰/۲۱±۳/۶۴	۰/۰۳±۰/۶۷	۰/۹۱
	۲۰	۳۶	۰/۲۶±۴/۶۷	۰/۰۴±۰/۸۶	۰/۹۱
وزن خشک اجزای رویشی	۸	۳۶	۰/۱۸±۱/۰۷	۰/۰۳±۰/۷۴	۰/۹۳
	۱۲	۳۶	۰/۲۳±۱/۰۸	۰/۰۴±۰/۸۱	۰/۹۲
	۱۶	۳۶	۰/۱۹±۰/۲۰	۰/۰۳±۰/۶۳	۰/۹۱
	۲۰	۳۶	۰/۱۹±۰/۳۸	۰/۰۳±۰/۷۸	۰/۹۳

a و b: ضرایب معادله توانی $y = ax^b$ ، n: تعداد نمونه برداری و R^2 : ضریب تبیین هستند

نتیجه‌گیری

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. سطح برگ یکی از مهمترین متغیرهایی است که در بررسی رشد و شبیه‌سازی و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و اکولوژیک از جمله فتوسنتز، تعرق و بیلان انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین اندازه‌گیری دقیق سطح برگ برای درک اثر متقابل گیاه و محیط لازم و ضروری است. اندازه‌گیری سطح برگ نسبت به سایر قسمت‌های گیاه بسیار مشکل و زمان‌بر است و نیاز به صرف هزینه دارد. 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 این خصوصیات می‌توان به تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک برگ، وزن خشک اجزای رویشی (برگ+ساقه) و ارتفاع بوته اشاره نمود. سطح برگ بوته باقلا (*Vicia faba*) با تعداد برگ در ساقه اصلی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک کل اجزای رویشی و ارتفاع بوته روابط آلومتریک بسیار بالایی دارد. به عبارت دیگر، می‌توان از یک معادله به‌منظور برآورد سریع و آسان سطح برگ، در مواقعی که دستگاه‌های اندازه‌گیری سطح برگ در دسترس نیستند، استفاده کرد. نتایج نشان داد که به دلیل عدم تفاوت بین تیمارها، می‌توان از یک معادله برای بیان رابطه‌ی هر صفت با سطح برگ با ضریب تبیین (R^2) بالای ۰/۹۸ استفاده نمود.

منابع

- بخشنده، ا.، ا. سلطانی و ر. غدیریان. ۱۳۹۰ الف. اندازه‌گیری شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه AccuPAR در گندم. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۸ (۴): ۹۷-۱۰۲.
- بخشنده، ا.، ا. سلطانی، ا. زینلی، م. کلاته عربی و ر. غدیریان. ۱۳۹۰ ب. ارزیابی روابط آلومتریک سطح برگ و صفات رویشی در ارقام گندم نان و دوروم. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۴): ۶۵۷-۶۶۲.
- پوررضا، ج.، ا. سلطانی، ع. راحمی کاریزکی، س. گالشی و ا. زینلی. ۱۳۸۶. رابطه آلومتریک بین ارتفاع گیاه و صفات رویشی در گیاه نخود (*Cicer arietinum*, L). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴ (۵): ۱۹۹-۱۹۱.
- جوادی، ح.، م. ج. راشد محصل، ق. ر. زمانی، ا. آذری ناصرآبادی و ق. ر. موسوی. ۱۳۸۵. اثر تراکم کاشت بر شاخص‌های رشدی چهار رقم سورگوم دانه‌ای. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۲۵۳-۲۵۷ (۲): ۲۵۳-۲۵۷.
- راحمی کاریزکی، ع.، ا. سلطانی، ج. پوررضا، ا. زینلی و ر. سرپرست. ۱۳۸۵. روابط آلومتریک بین سطح برگ و صفات رویشی در گیاه نخود. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳ (۵): ۳۵-۲۶.
- سلطانی، ا. ۱۳۸۵. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ صفحه.
- سلطانی، ا. ۱۳۸۵. روش‌های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۴ صفحه.
- لباسچی، م. ح. و ا. شریفی عاشورآبادی. ۱۳۸۲. استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در بهره‌برداری مناسب از گل‌راعی. مجله پژوهش و سازندگی. ۶۵: ۷۵-۶۵.
- مداح یزدی، و.، ا. سلطانی، ب. کامکار و ا. زینلی. ۱۳۸۷. فیزیولوژی مقایسه‌ای گندم و نخود: تولید و زوال برگ‌ها. ۱۳۸۷. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۴): ۴۴-۳۶.
- Bakshshandeh, E., R. Ghadiryan and B. Kamkar. 2010. A rapid and non-destructive method to determine the leaflet, trifoliolate and total leaf area of soybean. Asian. Aust. J. Plant. Sci. Biotechnol. 4: 19-23.
- Bhatt, M., Chanda, S.V., 2003. Prediction of leaf area in Phaseolus vulgaris by non-destructive method. Bulg. J. Plant Physiol. 29, 96-100.
- Blanco, F.F. and M.V. Folegatti. 2005. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 62, 4.
- Campostrini, E. and O.K. Yamanishi. 2001. Estimation of papaya leaf area using the central vein length. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 58: 39-42.
- Demirsoy, H., L. Demirsoy, S. Uzun, and B. Ersoy. 2004. Non-destructive leaf area estimation in peach. Eur. J. Hort. Sci. 69 (4), 144-146.
- Eriksson, H., L. Eklundh, K. Hall, and A. Lindroth, 2005. Estimating LAI in deciduous forest stands Agric. For. Meteorol. 129: 27-37.

- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State Univ. press, Ames. 187-208.
- Ma, L., F. P. Gardener and A. Selamat. 1992. Estimation of leaf area from leaf and total mass measurements in peanut. Crop Sci. 32: 461-471.
- Manschadi, A.M., J.H. Sauerborn Stutzel, W. Gobel and M.C. Saxena. 1998. Simulation of faba bean (*Vicia faba* L) growth and development under Mediterranean conditions: model adaptation and evaluation. Eur. J. Agron. 9 (4), 273-293.
- Niklas, K., 1994. Plant allometry. The scaling of form and process. Chicago: University of Chicago press. 81: 339-344.
- Reid, J.B. 1990. Growth and water use of faba beans (*Vicia faba* L.) in a subhumid climate: II Simulation analysis of crop responses to drought. Field Crops Res. 23, 19-38.
- Romas, J. M., L.F. Garcíadel-Moral and L. Reclade. 1983. Dry matter and leaf area relationship in winter barley. Agron. J. 75: 308-310.
- Serdar, U., Demirsoy, H., 2006. Non-destructive leaf area estimation in chestnut. Sci. Hort. 108, 227-230.
- Sharrett, B. S., and D.G. Baker. 1985. Alfalfa leaf area as a function of dry matter. Crop Sci. 26: 1040-1042.
- Weiner, J., L.G. Campbell, J. Pino, and L. Echarte. 2009. The allometry of reproduction within plant populations. J. Ecol. 97: 1220- 1233.
- Williams, L. and T.E. Martinson. 2003. Non-destructive leaf area estimation of 'Niagara' and 'DeChaunac' grapevines. Sci. Hort. 98, 493-498.

Allometric relationship between leaf area and vegetative characteristics in broad bean (*Vicia faba*)

A. Rahemi Karizaki¹, A. Hassanzadeh¹, A. Foroughi¹

Received: 2014-11-14 Accepted: 2015-1-30

Abstract

In order to investigate the relationship between leaf area to leaf number on main stem, leaf dry weight, stem dry weight, vegetative dry weight and plant height in *Vicia faba* a field experiment was conducted during 2011-2012 in Research Farm of University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gonbad, Iran. The experiment was established as factorial arrangement using a randomized complete block design with four replications. Treatments included two sowing dates: 28 November and 15 December and four plant densities: 8, 12, 16 and 20 plants m⁻². A power equation ($y = ax^b$) was used to describe the relationship between leaf area and the mentioned characteristics. The results showed that due to the lack of difference between treatments an equation with $R^2 \geq 0.98$ can be used to express the relationship between characteristics of leaf area with other trait. There was relationships between leaf area and leaf number in main shoot ($y = 1.1338x^{0.3343}$, $R^2 = 0.98$), leaf dry weight ($y = 0.0374x^{0.663}$, $R^2 = 0.98$), shoot dry weight ($y = 0.0171x^{0.7651}$, $R^2 = 0.99$) total vegetative dry weight ($y = 0.7379x^{0.7043}$, $R^2 = 0.99$) and plant height ($y = 1.0135x^{0.5326}$, $R^2 = 0.99$). These equations can be used for the fast and easy estimation of leaf area, especially where there is no necessary equipment available.

Key words: Plant height, leaf number, dry weight.