"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

استفاده از الگوی دو مرحله‌ای برای توصیف تسهیم ماده خشک بین برگ و ساقه ارقام سویا (*Glycine max* L.)

Application of a biphasic pattern for describing dry matter partitioning between leaf and stem in soybean (*Glycine max* L.) cultivars

علیرضا نه‌بندانی[۱]، افشین سلطانی[۲]، ابراهیم زینلی[۳]، سامیه رئیسی[۴] و روح الله نجفی[۵]

چکیده

نه‌بندانی، ع.ر.، ا. سلطانی، ا. زینلی، س. رئیسی و ر. نجفی. ۱۳۹۵. استفاده از الگوی دو مرحله‌ای برای توصیف تسهیم ماده خشک بین برگ و ساقه ارقام سویا (*Glycine max* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(۱):۸۷-۷۶.**

در گیاهان زراعی، توزیع ماده خشک بین برگ و ساقه در طول دوره رویشی از یک الگوی دو قسمتی پیروی می‌کند، در مقادیر کمتر ماده خشک کل، بخش عمده‌ای از ماده خشک تولید شده به برگ اختصاص می‌یابد، ولی در مقادیر بالای ماده خشک کل، بخش کمی از ماده خشک به برگ‌ها اختصاص می‌یابد. هدف از این آزمایش محاسبه ضرایب این الگوی دو قسمتی به‌منظور توصیف تسهیم ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه سویا در شرایط آبیاری مطلوب و ارزیابی پایداری این ضرایب تحت تأثیر رقم و تراکم بوته بود. برای این منظور دو آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱ اجرا شد. در آزمایش اول بذر رقم سحر به مدت‌های مختلف فرسوده شده و سپس کشت شدند. در آزمایش دوم دو رقم سویا (سحر و کتول) در چهار تراکم (۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ بوته در مترمربع) کشت شدند. وزن خشک برگ و ساقه هر ۱۰ روز یک بار اندازه‌گیری شدند. از مرحله سبز شدن تا مرحله شروع پرشدن دانه، الگوی دو قسمتی برای تسهیم ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه‌ها مشاهده شد. در مقادیر کمتر وزن خشک کل، به ترتیب ٥٩ و ٤١ درصد از ماده خشک تولید شده به برگ‌ها و ساقه‌ها اختصاص یافت، اما در مقادیر بیشتر ماده خشک، به‌ترتیب ٤٨ و ٥٢ درصد ماده خشک تولید شده به برگ‌ها و ساقه‌ها اختصاص یافت. مقدار متوسط ۱۳۲ گرم در مترمربع ماده خشک در نقطه چرخش بین دو مرحله سبزشدن تا مرحله شروع پرشدن دانه تعیین گردید. در ارقام و تراکم‌های مختلف از نظر الگوی دو قسمتی توزیع ماده خشک اختلاف معنی داری وجود نداشت و این الگو توصیف خوبی از تغییرات را نشان داد، بنابراین، تسهیم ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه تا مرحله توقف تولید برگ در ساقه اصلی از الگوی دو قسمتی پیروی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، توزیع ماده خشک، سویا و مدل شبیه سازی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۸ این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: a.nehbandani@yahoo.com)
۲- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

مقدمه

توزیع ماده خشک به معنی تسهیم مواد پرورده حاصل از فتوسنتز به اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. گیاهان زراعی دوره اول از زندگی خود را به تولید اندام‌های رویشی اختصاص داده و در انتهای فصل رشد به تولید اندام‌های ذخیره‌ای می‌پردازند. در این میان مرحله حد واسطی نیز وجود دارد که گیاه مواد فتوسنتزی خود را هم به بخش‌های رویشی و هم به بخش‌های زایشی منتقل می‌کند که طول این دوره بسته به تیپ رشدی گیاه متفاوت است (Penning de Vries *et al*, 1989).

مطالعات مختلفی به‌منظور بررسی توزیع ماده خشک در گیاهان زراعی انجام شده است (Muchow *et al*., 1993; Singh, 1991). سینگ (Singh, 1991) با ارزیابی توزیع ماده خشک در نخود در شرایط مختلف آبیاری گزارش کرد که حدود ۵۱-۴۸ درصد از ماده خشک تولید شده قبل از گلدهی به برگ‌ها و باقی‌مانده آن به ساقه اختصاص می‌یابد. نسبت تقریبی ۵۰:۵۰ توزیع ماده خشک بین برگ و ساقه در دوره رشد رویشی برای سویا و نخودگاوی (Muchow *et al*., 1993) و باقلا (Turpin *et al*., 2002) نیز گزارش شده است. الداریر و همکاران (El-Darier *et al*.,2002) رابطه وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در مقابل وزن خشک را با معادله خطی نشان دادند. حداکثر نسبت ریشه به ساقه ۰/۲۱ گرم بر گرم در مرحله رویشی بود و پس از آن نسبت ریشه به ساقه کاهش یافت. بیشترین نسبت برگ به ساقه در مرحله رویشی در حدود ۳/۳ گرم بر گرم بود و کمترین نسبت برگ به ساقه در مرحله گلدهی ۲/۱ گرم بر گرم بود. گیونتا و همکاران (Giunta *et al*., 1993) در ارزیابی اثر تنش خشکی بر توزیع ماده خشک در ارقام گندم بیان داشتند که تنش خشکی اثر قابل توجهی روی توزیع ماده خشک بین برگ‌ها، سنبله‌ها و ساقه‌ها ندارد. جباری و همکاران (Jabbari *et al*., 2010) گزارش کردند که در ارقام مقاوم گندم در شرایط تنش خشکی، مواد فتوسنتزی کمتری به برگ و ساقه اختصاص یافته و قسمت عمده آن به سنبله اختصاص می‌یابد. احمد امینی و همکاران (Ahmadamini *et al*., 2011) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ضرایب تسهیم ماده خشک در ارقام گندم گزارش کردند که تاریخ کاشت اثری بر ضرایب تسهیم ماده خشک ندارد. منجم و همکاران (Monajem *et al*., 2010) در آزمایشی روی ۱۴ رقم تجاری کلزا گزارش کردند که در مرحله پایان رسیدگی کامل، تسهیم ماده خشک در برگ بین ۴ تا ۱۰ درصد، در ساقه ۲۳ تا ۳۴ درصد و خورجین ۴۵ تا ۶۶ درصد می‌باشد. پوررضا و همکاران (Pourreza *et al*., 2008) در نخود نشان دادند که متوسط ضرایب توزیع ماده خشک تا مرحله غلاف‌دهی ۰/۳۶-۰/۵۵ برای برگ و ۰/۶۴-۰/۴۵ برای ساقه می‌باشد. در طی دوره شروع غلاف‌دهی تا شروع دانه‌بندی، ۶۰ درصد از ماده خشک تولید شده به ساقه‌ها، ۲۷ درصد به غلاف‌ها و ۱۳ درصد به برگ‌ها اختصاص یافت. پس از مرحله دانه‌بندی، ۸۳ درصد بیوماس تولیدی به غلاف و دانه و بقیه به ساقه اختصاص یافت.

سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2006) برای نخستین بار در نخود از روش جدیدی برای توصیف تسهیم ماده خشک در طول دوره رویشی بین برگ‌ها و ساقه استفاده کردند که به‌خوبی توانست تسهیم ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه را توصیف کند. در این روش از یک الگوی دو قسمتی (Biphasic pattern) استفاده شده است. آن‌ها نشان دادند که در مقادیر کمتر ماده خشک کل، بخش عمده‌ای از ماده خشک تولید شده (۰/۵۴) به برگ اختصاص می‌یابد، ولی در مقادیر بالای ماده خشک کل، بخش کمی از ماده خشک (۰/۲۸) به برگ‌ها اختصاص می‌یابد. استفاده از این روش نیاز به پارامترهای کمتری دارد، بنابراین انجام

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

محاسبات با این روش به صورت ساده‌تری امکان‌پذیر است. مداح و همکاران (Maddah *et al*, 2008) نیز از این الگوی دو قسمتی برای توصیف توزیع ماده خشک در گندم (قبل از خوشه‌دهی) و نخود (قبل از غلاف‌دهی) استفاده کردند. آن‌ها بیان داشتند که متوسط نسبت ماده خشک توزیع شده بین برگ و ساقه در طول مرحله رویشی در گندم ۳۰:۷۰ و در نخود ۵۰:۵۰ می‌باشد.

این الگوی دو قسمتی در سایر گیاهان زراعی نیز قابل مشاهده است، بنابراین تحقیق حاضر به‌منظور به‌دست آوردن ضرایب توزیع ماده خشک براساس الگوی دو قسمتی در گیاه سویا (*Glycine max* L.) تحت شرایط مطلوب آب و مواد غذایی و ارزیابی پایداری ضرایب برای ارقام و تراکم بوته اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از داده‌های دو آزمایش که در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شده بود، استفاده شد. این مزرعه واقع در ۵ کیلومتری جاده قدیم گرگان- کردکوی با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۰ متر با متوسط بارندگی ۶۰۷ میلی‌متر، میانگین دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد و نوسان دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک مزرعه لوم سیلتی عمیق بود. شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۱ به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول۱- میانگین ماهانه دماهای حداکثر، حداقل و مجموع بارندگی در دوره رشد گیاه سویا در آزمایش اول (۱۳۸۵)

Table 1. Average of monthly maximum and minimum temperatures and total rainfall during the growing season of soybean in the first experiment (2006)

Month	ماه	بارندگی Rainfall (mm)	Tmin (°C)	Tmax (°C)
May	اردیبهشت	27.9	16.0	26.9
June	خرداد	10.0	22.2	33.5
July	تیر	3.8	24.0	32.5
August	مرداد	0.0	24.0	36.0
September	شهریور	10.3	20.4	31.1
October	مهر	39.4	17.4	28.4

جدول۲- میانگین ماهانه دماهای حداکثر، حداقل و مجموع بارندگی در دوره رشد گیاه سویا در آزمایش دوم (۱۳۹۱)

Table 2. Average of monthly maximum and minimum temperatures and total rainfall during the growing season of soybean in the second experiment (2012)

Month	ماه	بارندگی Rainfall (mm)	Tmin (°C)	Tmax (°C)
May	اردیبهشت	11.9	17.8	30.9
June	خرداد	39.4	21.5	33.0
July	تیر	136.9	23.8	31.7
August	مرداد	6.0	24.1	35.0
September	شهریور	37.0	20.4	30.8
October	مهر	93.9	15.7	28.0

در آزمایش اول بذرهای سویا رقم سحر با رطوبت اولیه ۱۱ درصد برای مدت صفر، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روز در دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و فرسوده شدند و سپس در چهارم تیر ۱۳۸۵ با فواصل ۱۰

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

سانتی‌متر روی ردیف و ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف در مزرعه کشت شدند. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. در این آزمایش تلقیح بذرها با باکتری انجام نشد و به‌جای آن بر اساس آزمایش خاک، کود اوره در دو مرحله (همزمان با کاشت به مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و (به‌صورت سرک به مقدار ۹۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. در زمان کاشت، ۸۵ کیلوگرم در هکتار نیز فسفر از منبع کود سوپر فسفات تریپل به خاک داده شد. تفاوت در کیفیت بذرهای کشت شده منجر به تراکم‌های مختلف شد. بر اساس سوابق تحقیقات، کیفیت بذر به طور مستقیم با تضعیف رشد گیاهچه و به شکل غیرمستقیم با کاهش درصد سبز مزرعه بر عملکرد گیاهان زراعی اثر می‌گذارد (lak *et al.*, 2013). در آزمایش اول، تجزیه کوواریانس نشان داد که اثر مستقیم فرسودگی معنی‌دار نبوده و فرسودگی تنها از طریق غیرمستقیم (اثر بر تراکم) اثرگذار بوده است. در این آزمایش تراکم بوته واقعی در مرحله شروع غلاف‌دهی (R3) به‌ترتیب ۲۵، ۲۲، ۱۷، ۱۸، ۱۳، ۶ و ۱۱ بوته در مترمربع برای تیمارهای مختلف بود. در آزمایش دوم در تاریخ دوم تیر ۱۳۹۱ بذرهای دو رقم سویا (سحر و کتول) در چهار تراکم (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع) به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت شدند. برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر، به‌ترتیب فاصله روی ردیف‌ها ۱۳، ۶، ۴ و ۳ در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها برای کلیه تراکم‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای سویا قبل از کاشت با باکتری (*Brady rhizobium japonicum*) تلقیح شدند. در هنگام کاشت براساس نتایج آزمون خاک، ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره، ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به خاک داده شد. پس از سبز شدن بذرها تنک کردن انجام شد. تراکم بوته واقعی در مرحله شروع غلاف دهی (R_3) در رقم سحر ۱۵، ۳۱، ۴۴ و ۵۳ بوته در مترمربع و برای رقم کتول، ۱۵، ۳۴، ۴۴ و ۶۱ بوته در مترمربع بود. هر دو آزمایش در شرایط عدم محدودیت آب، عناصر غذایی، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز انجام شده و در مراحل مختلف با توجه به نیاز آبی، آبیاری انجام شد. مشکل علف‌های هرز هنگام سبز شدن وجود نداشت و پس از آن به‌صورت هفتگی، عملیات وجین به صورت دستی انجام شد. هر دو الی سه هفته یک بار از زمان گلدهی از سم دیازینون جهت مبارزه با آفات از جمله ملخ و از سم مانکوزب به نسبت دو در هزار به‌منظور جلوگیری از بیماری پوسیدگی ریشه (*Fusarium* spp)، استفاده شد. برای مبارزه با لیسک (*Paramacella* spp) از طعمه مسموم (سوین+ سبوس گندم) استفاده شد.

در هر دو آزمایش به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک بوته در هر نمونه‌برداری (هر ۱۰ روز یک‌بار) برگ‌های سبز، برگ‌های زرد و ریزش یافته، ساقه‌ها، دانه‌ها و پوسته غلاف‌ها بصورت جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت درون آون خشکانده شده و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در هر مرحله، سطح برگ‌های ۵ بوته اندازه‌گیری شد. برای توصیف تغییرات تجمع ماده خشک از معادله لجستیک زیر استفاده شد(Ghadirian *et al.*, 2011):

$$y = \frac{w_{max}}{\left(1+exp\left(-k\times(x-t_m)\right)\right)}$$ رابطه (۱)

w_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، k ضریب تندی افزایش ماده خشک و t_m زمانی است که سرعت رشد گیاه به حداکثر مقدار خود می‌رسد. از مدل زیر برای توصیف الگوی دو قسمتی استفاده شد:

$$y = b_1x \quad \text{اگر} \quad x \le x_0$$ رابطه (۲)

$$y = b_1x + b_2(x-x_0) \quad \text{اگر} \quad x > x_0$$

y وزن خشک کل، x وزن خشک برگ یا ساقه، x_0 نقطه چرخش بین دو مرحله تسهیم ماده خشک، b_1 ضریب تسهیم در طول مرحله اول و b_2 ضریب تسهیم ماده خشک در مرحله دوم می‌باشند.

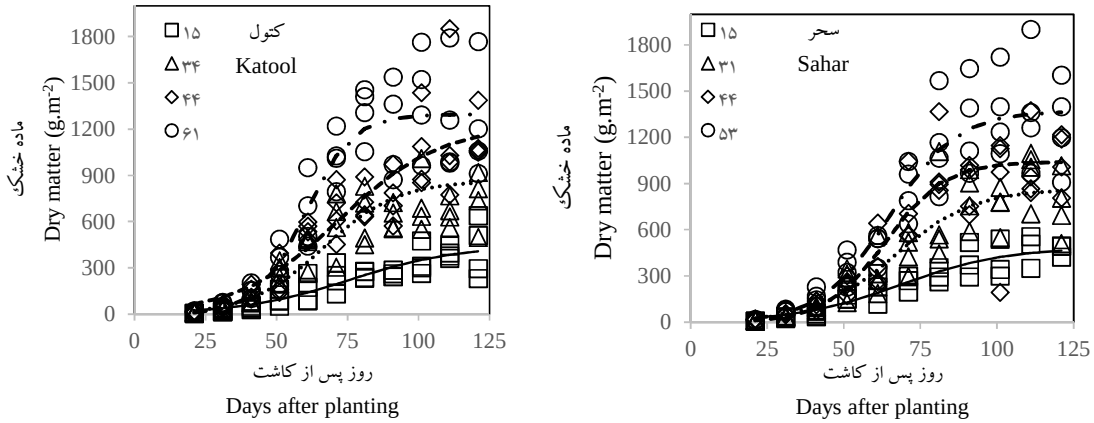
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

داده‌ها بر اساس الگوی دو قسمتی (Soltani *et al*, 2006) برای بدست آوردن روابط توزیع ماده خشک برازش داده شدند. برازش این رابطه و بررسی آن در چهار حالت: (۱) هر رقم در هریک از تراکم‌ها، (۲) ترکیب تراکم‌ها برای هر رقم، (۳) ترکیب ارقام برای هر تراکم و (۴) یک رابطه کلی برای همه تراکم‌ها و ارقام انجام شد. در هر حالت با بررسی حدود اطمینان ضرایب بدست آمده، اگر اختلاف معنی‌دار نبودند از حالت بعدی استفاده شد. برای مقایسه دقت معادلات از ضریب تبیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد. ضریب تبیین بالاتر و جذر میانگین مربعات خطای پایین‌تر نشان‌دهنده دقت بالاتر معادله در توصیف روابط توزیع ماده خشک است. تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی با استفاده از نرم‌افزار SAS (Soltani, 2007) انجام گرفت. از نرم افزار Excel برای ترسیم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

با ترسیم تغییرات تجمع ماده خشک در برابر زمان مشاهده شد که تغییرات تجمع ماده خشک یک الگوی سیگموئیدی دارد، بنابراین برای توصیف آن در تیمارهای مختلف از معادله لجستیک (رابطه ۱) استفاده شد. روند سیگموئیدی تجمع ماده خشک در رقم سحر و کتول در آزمایش دوم در شکل یک ارائه شده است. با استاده از این معادله تجمع ماده خشک در همه تیمارها به‌خوبی توصیف شد. بر این اساس، معادله لجستیک توصیف خوبی از تجمع ماده خشک در گیاه سویا (Malek *et al.*, 2012) باقلا (Puri *et al.*, 2013) و نخود (Pourreza *et al.*, 2008) داشت.



شکل ۱- روند تجمع ماده خشک گیاه سویا ارقام سحر و کتول. آزمایش دوم (۱۳۹۱)

Fig. 1. Dry matter accumulation in Sahar and Katool soybean cultivars. Second experiment (2012)

با توجه به جدول ۳ می‌توان گفت که یک رابطه مثبت بین تراکم بوته و عملکرد ماده خشک وجود دارد، به‌طوری که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، مقدار ماده خشک کل افزایش می‌یابد. در رقم سحر حداکثر تولید ماده خشک (۱۳۷۱ گرم در مترمربع) در تراکم ۵۳ بوته در مترمربع (بیشترین تراکم بوته) و حداقل تولید ماده خشک (۲۰۱ گرم در مترمربع) در تراکم ۶ بوته در مترمربع (کمترین تراکم بوته) به‌دست آمد. در رقم کتول حداکثر تولید ماده خشک (۱۲۹۶ گرم در مترمربع) در تراکم ۶۱ بوته در مترمربع (بیشترین تراکم بوته) و حداقل تولید ماده خشک (۴۴۵ گرم در مترمربع) در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

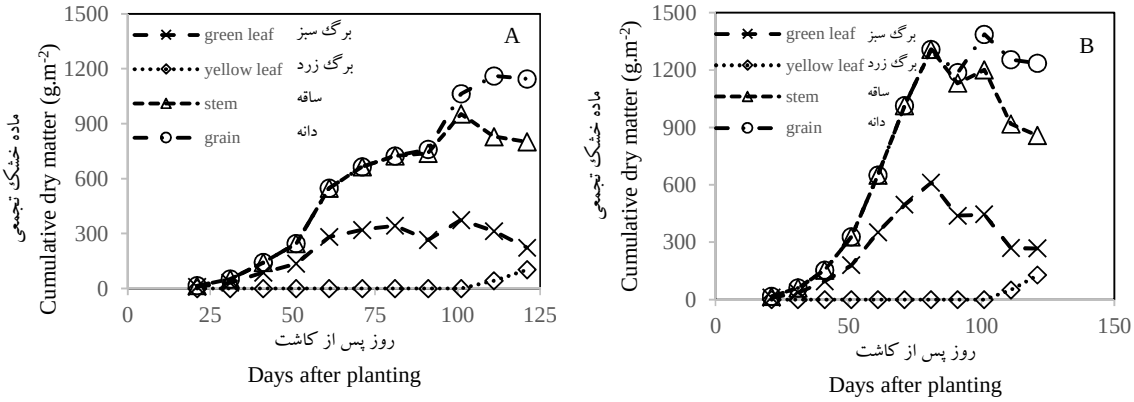
(کمترین تراکم بوته) به‌دست آمد. افزایش جمعیت گیاهی، میزان تجمع وزن خشک اندام‌های هوایی در واحد سطح و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد، دلیل این موضوع افزایش شاخص سطح برگ و افزایش جذب تابش خورشیدی و افزایش سرعت رشد گیاه می‌باشد (Razmi, 2010).

جدول۳- ضرایب پیش بینی تجمع ماده خشک (wmax، k و tm) برای دو رقم سویا در تیمارهای تراکم‌های کاشت

Table 3. Prediction of dry matter accumulation coefficients (wmax, k and tm) for tow cultivars of soybean in plant density treatments

ارقام سویا Soybean cultivars	تراکم Plant density	wmax±SE $g.m^{-2}$	k±SE	tm±SE	RMSE ($g.m^{-2}$)	R^2
Sahar						
	53	1371±68	0.09±0.02	65±2.51	207	0.96
	44	1041±48	0.11±0.02	64±2.21	157	0.96
	31	866±60	0.08±0.02	67±3.58	154	0.94
	25	652±51	0.13±0.05	65±2.83	133	0.95
	22	581±25	0.19±0.05	67±1.34	76	0.95
	18	478±33	0.18±0.07	65±2.22	97	0.90
	17	506±33	0.19±0.08	66±2.40	99	0.90
	15	486±43	0.06±0.01	69±4.88	67	0.96
	13	341±68	0.43±0.17	64±1.32	40	0.97
	11	252±26	0.23±0.14	65±3.10	84	0.77
	6	201±29	0.15±0.11	66±4.84	78	0.69
Katool						
	61	1296±59	0.12±0.28	60±2.22	224	0.94
	44	1224±125	0.06±0.01	72±5.58	190	0.95
	34	691±31	0.11±0.02	56±2.35	118	0.95
	15	445±59	0.05±0.01	76±7.29	72	0.93

بیشتر در هر مترمربع، وزن خشک تجمع یافته در هر یک از بخش‌های برگ، ساقه و دانه در مترمربع نیز افزایش یافت. پوری و همکاران (Puri *et al.*, 2013) در باقلا گزارش کردند که با افزایش فاصله ردیف از ۵ به ۱۵ سانتی‌متر، وزن خشک ساقه، برگ و دانه کاهش یافتند.



شکل ۲- توزیع ماده خشک بین اندام‌های گیاه سویا رقم کتول در تراکم ۴۴ (A) و ۶۱ (B) بوته در مترمربع. آزمایش دوم (۱۳۹۱)

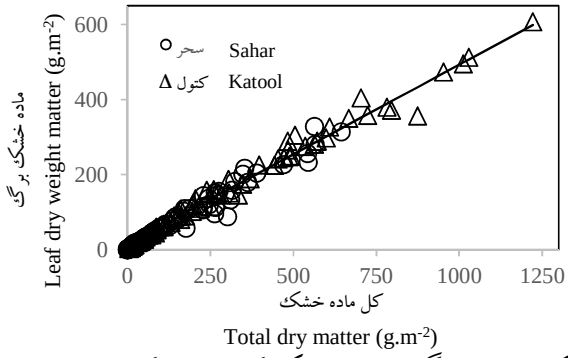
Fig. 2. Partitioning of dry matter in soybean plant (cv. Katool) in 44 (A) and 61 (B) plant.m^{-2}. Second experiment (2012)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

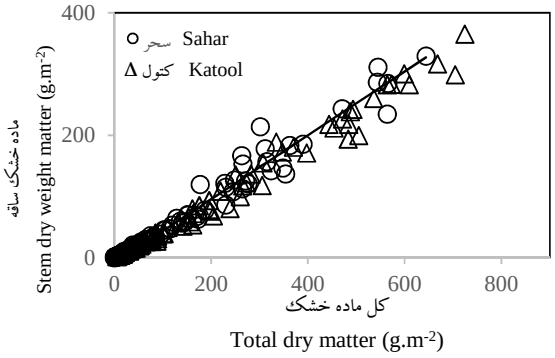
نـه‌بنـدانی و همکـاران (Nehbandani *et al.*, 2013) گزارش دادند که در سویا تولید برگ در ساقه اصلی در مرحلـه R_5 خاتمـه مـی‌یابـد، بنـابراین در ایـن آزمـایش مرحلهR_5 به‌عنوان مرحله پایان تولید برگ در ساقه اصلی در نظر گرفته شد. در واقع تا قبل از توقـف تولیـد بـرگ در ساقه اصلی، ماده خشک تولید شده فقط بین برگ‌هـا و ساقه‌ها توزیع می‌گردد و بعد از آن، ماده‌خشک تولیـد شده عمدتاً بین ساقه‌ها و غلاف‌ها توزیع شده و به‌مقـدار کمتری به برگ‌ها اختصاص می‌یابد.

نمـــودار وزن خشـــک ســـاقه و بـــرگ در مقابـــل وزن خشـک کـل نشـان داد کـه توزیـع مـاده خشـک بین برگ و ساقه تا قبل از توقـف تولیـد بـرگ در سـاقه اصـلی، از یـک الگـوی دو مرحلـه‌ای تبعیـت مـی‌کنـد (شکل‌های ۳ و ۴). این معادله به خـوبی توانسـت توزیـع ماده خشک بـین بـرگ و سـاقه تـا قبـل از توقـف تولیـد برگ در ساقه اصلی را در همه تیمارهـا توصـیف نمایـد. در مقـادیر کمتـر وزن خشـک کـل، سـهم بیشـتری از ماده خشک به برگ‌ها منتقل می‌شود (مرحلـه ۱). در طول دوره رشد، این نسـبت تغییـر یافتـه و بـه تـدریج بـر سـهم وزن خشـک سـاقه افـزوده شـده و از سـهم وزن خشـک بـرگ کاسـته مـی‌شـود. در مقـادیر بیشـتر وزن خشک کل (در شرایط مساعد برای رشد رویشی)، مـاده خشـک بیشـتری بـه سـاقه‌ها اختصـاص مـی‌یابـد (مرحله ۲).



شکل ۳- رابطه بین وزن خشک تجمعی برگ و وزن خشک کل بوته از کاشت تا مرحله R_5 در ارقام سحر و کتول سویا

Fig. 3. Relationship between cumulative leaf dry weight and total dry matter (planting to R_5 growth stage) in Sahar and Katool soybean cultivars



شکل ۴- رابطه بین وزن خشک تجمعی ساقه و وزن خشک کل بوته از کاشت تا مرحله R_5 در ارقام سحر و کتول سویا

Fig. 4. Relationship between cumulative stem dry weight and total dry matter (planting to R_5 growth stage) in Sahar and Katool soybean cultivars

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

پس از بررسی حدود اطمینان هر یک از ضرایب، بین ارقام و تراکم‌ها از نظر ضرایب توزیع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به عبارت دیگر بین رقم سحر در آزمایش اول با رقم سحر و کتول در آزمایش/ دوم و همچنین بین تراکم‌های آزمایش اول با تراکم‌های آزمایش دوم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بنابراین برازش یک معادله به کل داده‌های هر دو آزمایش (ارقام و تراکم‌ها) کافی بود. برای رابطه ماده خشک برگ در مقابل ماده خشک کل، ضرایب (اشتباه معیار) b_1، b_2 و x_0 به‌ترتیب ۰/۵۹ (۰/۰۲)، ۰/۴۸ (۰/۰۱) و ۱۳۹ (۲۶/۲۳) بدست آمد (جدول ۴). برای رابطه ماده خشک ساقه در مقابل ماده خشک کل، ضرایب (اشتباه معیار) b_1، b_2 و x_0 به‌ترتیب ۰/۴۱ (۰/۰۲)، ۰/۵۲ (۰/۰۱) و ۱۲۵ (۲۶/۱۸) بودند (جدول ۵). مقادیر ضرایب تبیین ۹۹ درصد و مقدار جذر میانگین مربعات خطا ۱۰/۶۸ گرم در متر مربع بدست آمد که این معادله با دقت بالایی می‌تواند رابطه بین وزن خشک برگ یا ساقه با وزن خشک کل را توصیف کند. بنابراین، می‌توان در مدل‌های شبیه‌سازی از مقادیر ۵۹ و ۴۱ برای ضریب تسهیم برگ و ساقه در طول مرحله اول و از مقادیر ۴۸ و ۵۲ برای مرحله دوم و از مقدار متوسط ۱۳۲ گرم در مترمربع ماده خشک در نقطه چرخش بین دو مرحله استفاده نمود.

جدول۴- ضرایب b1 و b2 و مقدار x_0 رابطه بین وزن خشک کل با وزن خشک برگ در سویا. RMSE جذر میانگین مربعات خطا و R2 ضریب تبیین هستند

Table 4. Coefficients b_1 and b_2, x_0 for total dry matter against leaf dry weight in soybean. RMSE is root mean square error and R^2 is coefficient of determination

		b_1±se	x_0±se	b_2±se	RMSE	R^2
Total cultivars and plant densities	مجموع ارقام و تراکم ها	0.59±0.02	139±26.23	0.48±0.01	10.86	0.99

جدول۵- ضرایب b_1 و b_2 و مقدار x_0 رابطه بین وزن خشک کل با وزن خشک ساقه درسویا. RMSE جذر میانگین مربعات خطا و R^2 ضریب تبیین هستند

Table 5. Coefficients b_1 and b_2, x_0 between the total dry matter against stem dry weight in soybean. RMSE is root mean square error and R^2 is coefficient of determination

		b_1±se	x_0±se	b_2±se	RMSE	R^2
Total cultivars and plant densities	مجموع ارقام و تراکم ها	0.41±0.02	125±26.18	0.52±0.01	10.68	0.99

سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2006)، مداح (Maddah, 2006) و بخشنده و همکاران (Bakhshandeh *et al.*, 2011) برای بیان توزیع ماده خشک در گندم و نخود نیز از این رابطه استفاده کردند. استفاده از این الگوی دو مرحله‌ای به دلایل زیر منطقی به‌نظر می‌رسد: (۱) وقتی شرایط رشد برای رشد رویشی (برگ و ساقه) مساعد باشد، ماده خشک بیشتری به ساقه‌ها اختصاص داده می‌شود تا اندام‌های هوایی گیاه سرپا نگه داشته شوند؛ (۲) ممکن است گسترش سطح برگ محدود باشد و برگ‌ها به‌عنوان یک مخزن فعال عمل نمی‌کنند؛ (۳) و یا احتمال می‌رود سرعت تجمع نیتروژن در گیاه زراعی کمتر از مقداری است که برای گسترش سطح برگ لازم است. برگ‌ها نسبت به ساقه‌ها دارای محتوای نیتروژن بیشتری هستند و حداکثر سرعت تجمع نیتروژن در بقولات دارای یک حد بالا (سقف) است (Soltani and Torabi ,2009).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

پوری و همکاران (Puri *et al.*, 2013) در باقلا گزارش کردند که میزان تسهیم ماده خشک به برگ در اوایل فصل رشد بین ۴۹ تا ۶۱ درصد بود که با گذشت زمان کاهش یافته و در مرحله شروع غلاف‌دهی به ۲۸ تا ۳۷ درصد رسید. این مقادیر برای ساقه در اوایل فصل رشد بین ۳۸ تا ۴۹ درصد و در شروع غلاف‌دهی بین ۵۶ تا ۷۱ درصد بود که حاکی از کاهش تسهیم ماده خشک به برگ‌ها و افزایش اختصاص ماده خشک به ساقه با پیشرفت نمو گیاه باقلا است. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است که در نخود (Singh, 1991)، باقلا (Turpin *et al.*, 2002)، سویا، ماش و لوبیا چشم‌بلبلی (Muchow *et al.*, 1993)، تسهیم ماده خشک به برگ و ساقه در طول دوره رویشی گیاه در حدود ۵۰:۵۰ بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که بین ارقام سویا و تراکم‌های مختلف در دو آزمایش مورد بررسی از نظر الگوی دو قسمتی توزیع ماده خشک اختلاف معنی داری وجود نداشته و این الگو به خوبی به ارقام و تراکم‌ها برازش داده شد و توصیف خوبی از تغییرات را نشان داد، بنابراین می‌توان عنوان کرد که تسهیم ماده خشک بین برگ‌ها و ساقه تا مرحله توقف تولید برگ در ساقه اصلی (R_5: شروع پرشدن دانه) در سویا از الگوی دو قسمتی پیروی می‌کند. براساس این الگو ضریب تسهیم ماده خشک به برگ و ساقه در مرحله اول به ترتیب ۵۹ و ۴۱ و برای مرحله دوم به ترتیب ۴۸ و ۵۲ درصد بدست آمد. مقدار متوسط ۱۳۲ گرم در مترمربع نیز به عنوان نقطه چرخش بین دو مرحله محاسبه گردید. ضرایب بدست آمده در این تحقیق تابع رقم و تراکم کاشت قرار نگرفتند. به نظر می‌رسد که از ضرایب بدست آمده در این آزمایش می‌توان در مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو سویا استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

References

Ahmadamini, T., B. Kamkar and A. Soltani. 2011. The effect of planting date on partitioning coefficient in some species of wheat. Electronic J. Crop Prod. 4: 131-150. (In Persian with English abstract).

Bakhshandeh, E., A. Soltani, E. Zeinali, M. KalateArabi and R. Ghadirian. 2011. Evaluation allometric growth relations and leaf growth characteristics in bread and durum wheat cultivars. Iran. J. Crop Sci. 13: 642-657. (In Persian with English abstract).

El-Darier, S., M. Hemada and L. Sadek. 2002. Dry matter distribution and growth analysis in soybean sunder natural agricultural conditions. Pak. J. Biol. Sci. 5: 545-549.

Ghadirian, R., A. Soltani, E. Zeinali, M. KelateArabi and E. Bakhshande. 2011. Evaluation of nonlinear regression models for the analysis of wheat growth. Electronic J. Crop Prod. 4: 78-55. (In Persian with English abstract).

Giunta, F., R. Motzo and M. Deidd. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in Mediterranean environment. Field Crops Res. 33: 339-499.

Jabbari, F., A. Ahmadi and M. Puryousef. 2010. Investigate RGR and allocation of assimilates in wheat varieties resistant to drought. New Agric. Technol. 4: 41-58. (In Persian with English abstract).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

Lak, S., R. Danaifar and M. Sharafizadeh. 2013. Effect of seed deterioration and plant density on yield and yield components Wheat in climate Chamran Khuzestan. J. Plant Physiol. Agron. 5: 41-58. (In Persian with English abstract).

Maddah, M., A. Soltani, B. Kamkar and E. Zeinali. 2008. Physiology A comparison of wheat and pea: LAI, receive and use of radiation and distribution of dry matter in the leaf. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 55-45. (In Persian with English abstract).

Malek, M. M., S. Galeshi, A. Zeinali, H. Ajamnorozi and M. Malek. 2012. Investigation of leaf area index, dry matter and crop growth rate on the yield and yield components of soybean cultivars. Electronic J. Crop Prod. 5: 1-17. (In Persian with English abstract).

Monajem, S., A. Ahmadi and V. Mohammadi. 2010. Effects of drought stress in reproductive stages on photo assimilates partitioning of rapeseed (*Brassica napus*). Electronic J. Crop Prod. 3: 163-178. (In Persian with English abstract).

Muchow, R. C., M. J. Robertson and B. C. Pengelly. 1993. Accumulation and partitioning of biomass and nitrogen by soybean, mungbean and cowpea under contrasting environmental conditions. Field Crops Res. 33: 13-36.

Nehbandani, A., A. Soltani, E. Zeinali, S. Raeisi, and R. Najafi. 2013. Allometric relationships between leaf area and vegetative characteristics in soybean. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6: 1127-1136.

Penning de Vries, F., D. Jansen, H. Ten Berge, A. Bakema. 1989. Simulation of Ecophysiological Processes of Growth in Several Annual Crops. Simulation monograph 29, Pudoc, Wageningen and Hnternational Rice Research Institiue, Manila.

Pourreza, J., A. Soltani, A. Rahemi, S. Galeshi and E. Zainali. 2008. Investigation of dry matter partitioning amount between different organs in chickpea (*Cicer arietinum*). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 163-178. (In Persian with English abstract).

Puri, K., E. Zeinali and E. Golchin. 2013. Effect of distance between the rows of dry matter accumulation and distribution of faba bean (*Vicia faba*). Iran. J. Field Crops Res. 11: 524-531. (In Persian with English abstract).

Razmi, N. 2010. Effect of sowing date and plant density on some agronomic characteristics, grain yield and its components in soybean genotypes in Moghan region. Seed Plant Prod. J. 26: 403-418. (In Persian with English abstract).

Singh, P. 1991. Influence of water deficit on phenology, growth and dry matter allocation in chickpea. Field Crops Res. 28: 1-15.

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

Soltani, A. 2007. Use of the SAS Statistical Analysis Software. Jahade-e-Daneshghahi Mashhad Press (In Persian).

Soltani, A. and B. Torabi. 2009. Crop modeling (case studies). Jahade-e-Daneshghahi Mashhad Press (In Persian).

Turpin, J. E., M. J. Robertson, N. S. Hillcoat and D. F. Herridge. 2002. Fababean (*Vicia faba*) in Australia's northern grains belt: canopy development, biomass and nitrogen accumulation and partitioning. Austr. J. Agric. Res. 53: 227-237.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]

Application of a biphasic pattern for describing dry matter partitioning between leaf and stem in soybean (*Glycine max* L.) cultivars

Nehbandani, A.R. [1], A. Soltani[2], E. Zeinali[3], S. Raeisi[4] and R. Najafi[5]

Abstract

Nehbandani, A. R., A. Soltani, E. Zeinali, S. Raeisi and R. Najafi. 2016. Application of a biphasic pattern for describing dry matter partitioning between leaf and stem in soybean (*Glycine max* L.) cultivars**. Iranian Journal of Crop Sciences. 18(1): 76-87. (In Persian).**

Recent studies have shown that dry matter partitioning between leaf and stem in vegetative growth satges of crops follows a biphasic pattern. The purpose of this experiment was to calculate biphasic pattern coefficients that describe the partitioning of dry matter between leaves and stems of soybean cultivars under irrigation conditions and assessment of the stability of these coefficients for different cultivars and and plant density. Two field experiments were conducted in the Research Field of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran in 2006 and 2012 cropping seasons. In the first experiment, seed of cultivar Sahar was deteriorated in different times then sown. In the second experiment, two soybean cultivars (Sahar and Katool were sown in four densities (15, 30, 45 and 60 plant.m^{-2}). Stem and leaf dry weights were measured every 10 days. From emergence to first-seed stage (R5), a biphasic pattern for allocation of dry matter between leaves and stems was observed. In the lower amount of total dry matter, 59% and 41% of dry matter produced was allocated to leaves and stems, respectively. Also, the mean value of 132 g.m^{-2} of dry matter in turning point between these two phases was determined. There were not significant differences between soybean cultivars for biphasic pattern of dry matter partitioning, and this pattern described the observed variations. Thus, it can be concluded that dry matter partitioning between leaves and stems in the termination of leaf production stage on main stem of soybean followed a biphasic pattern.

Keyword: Partitioning of dry matter, Plant density, Simulation model and Soybean.

Received: 20 December, 2015 Accepted: 28 May 2016,

1-PhD Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
(Corresponding author) (Email: a.nehbandani@yahoo.com)
2-Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3-Assistant prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4-Associate prof., Agriculturaland Natural Resources Research and Education Center of Golestan Province, Gorgan, Iran
5-Former MSc Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-12-24]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.1.6.5]