مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

مقایسه شاخص‌های رشد ارقام مختلف سویا در شرایط آب و هوایی ساری

سلمان دستان[1*]، رضا یدی[2]، عباس قنبری مالیدره[3]، حمیدرضا اسلامی رستمی[4]

۱- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جویبار، جویبار، ایران
۲- دانشگاه پیام نور، گروه علوم کشاورزی، ساری، ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جویبار، گروه زراعت، جویبار، ایران
۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، گروه جنگلداری، چالوس، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱/۲۱

چکیده

به منظور مقایسه شاخص‌های رشد ارقام مختلف سویا، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دشت‌ناز ساری در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. ارقام جی‌کا، ۰۳۳ و تلار به عنوان تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ در طول دوره رشد برای رقم جی‌کا مشاهده شد و دو رقم تلار و ۰۳۳ با اختلاف جزیی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. روند افزایش سرعت رشد محصول در هر سه رقم نسبتاً مشابه بود. بدین صورت که سرعت رشد محصول در ارقام سویا در ابتدای فصل به کندی افزایش یافت و سپس با شتاب بیشتری به حداکثر خود رسید و پس از آن روند نزولی پیدا کرد. دوام شاخص سطح برگ رقم جی‌کا در طول دوره رشد بیشتر از دو رقم دیگر بود و این شاخص برای رقم ۰۳۳ نیز در طول دوره رشد در مقایسه با دو رقم دیگر کمتر بود. دوام وزن خشک رقم جی‌کا در طول دوره رشد بیشتر از دو رقم دیگر بود و دو رقم تلار و ۰۳۳ با اختلاف جزیی با الگوی رشد مشابه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین، به دلیل افزایش شاخص‌های رشد تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و سرعت جذب خالص، رقم جی‌کا برای کشت در اقلیم ساری مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دوام سطح برگ، رقم، سویا، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ

* نگارنده مسئول (sdastan@srbiau.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

هدف از تعیین و تجزیه شاخص‌های رشد، تفسیر چگونگی عکس‌العمل‌های گونه‌های گیاهی به یک وضعیت محیطی معین است. شرایط محیطی به طور قابل ملاحظه‌ای طی سال‌ها و همچنین در یک سال متغیر هستند. بنابراین، برای مقایسه پاسخ‌های فیزیولوژیک، تجزیه‌های رشد باید از تغییرات محیطی کاملاً مستقل باشد. زمان شروع گلدهی سویا بستگی به اثر متقابل پیچیده بین طول روز و درجه حرارت دارد و یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی برای به دست آوردن حداکثر عملکرد با کیفیت مطلوب تعیین بهترین زمان کاشت محصول است. عوامل متعددی روی کیفیت بذر یعنی درصد روغن و پروتئین بذر سویا اثر دارد که از بین کلیه عوامل تغییرات آب و هوایی، اختلافات ژنتیکی و شرایط تغذیه گیاه از خاک مهم‌ترین عاملهایی هستند که درصد روغن و پروتئین دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (کوچکی، ۱۳۶۴). برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه در زراعت سویا، باید آن را در زمان مناسب کاشت تا بتواند رشد کامل نموده و به پتانسیل عملکرد دانه مورد انتظار برسد، اما مسایل مختلف از جمله شرایط اکولوژیکی و همچنین صرفه اقتصادی سبب می‌شود که سویا در خارج از محدوده زمانی مناسب آن کاشته شود، این محدوده می‌تواند شامل تاریخ کاشت‌های زودتر و یا دیرتر از موعد باشد. اگر چه معمولاً مورد دوم بیشتر اتفاق می‌افتد اما هر دو مورد فوق سبب ایجاد نارسایی‌هایی در نمو و رشد سویا می‌گردد که نهایتاً سبب کاهش عملکرد دانه در حد مطلوب آن می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۷۵). Stewart *et al* (2003) بیان کردند تعداد زیادی تحقیق روی مدل‌های توسعه نمو فنولوژیکی بر اساس درجه حرارت و فتوپریود در سویا وجود دارد ولی بایستی مدلی برای استفاده اصلاح کنندگان گیاهی در توسعه لاین‌های سویا برای هر منطقه و تاریخ کاشت تعیین شود. Horton (2000) پیشنهاد نمود، افزایش عملکرد در آینده ممکن است با افزایش فتوسنتز در واحد سطح یا افزایش شاخص سطح برگ حاصل شود. همچنین Yang *et al* (2002) نشان دادند، شاخص سطح برگ بالا و فتوسنتز بیشتر در طول دوره پر شدن دانه در هیبریدهای برنج ژاپونیکا با هم مرتبط هستند و فتوسنتز کانوپی در اوایل رشد رابطه نزدیکی با شاخص سطح برگ دارد، در حالی‌که پس از آن به طول دوره رشد وابسته است. مهم‌ترین محدودیتی که در مقابل افزایش عملکرد ارقام دارای شاخص سطح برگ زیاد وجود دارد، کاهش درصد باروری دانه‌هاست (مهدوی، ۱۳۸۳). به طور کلی کاهش ماده خشک کل در پایان فصل رشد در نتیجه منفی شدن شاخص‌های رشد، به دلیل سایه اندازی و وجود برگ‌های پیر و نیز فتوسنتز خالص منفی و در نتیجه، استفاده گیاه از سطح فتوسنتز کننده برای تنفس می‌باشد (بنایان و کوچکی، ۱۳۷۷).

Karimi & Siddigye (1991) ارقام قدیم و جدید گندم را مورد مقایسه قرار دادند و اظهار داشتند که سرعت رشد محصول ارقام جدید و پر محصول در مرحله گرده افشانی نسبت به ارقام قدیمی و کم محصول بیشتر بود و بین سرعت رشد محصول مرحله گرده افشانی و عملکرد نهایی همبستگی بالایی وجود داشت. میزان رشد نسبی گیاهان زراعی در طول فصل رشد کاهش می‌یابد، چون قسمت‌های افزوده شده به وزن گیاه بافت‌های ساختمانی بوده و بافت‌های فعال متابولیکی نمی‌باشند و چنین بافت‌هایی سهمی در رشد ندارند (امام، ۱۳۷۴). بنابراین، هدف از این آزمایش مقایسه شاخص‌های رشد ارقام سویا در شرایط آب و هوایی ساری بود.

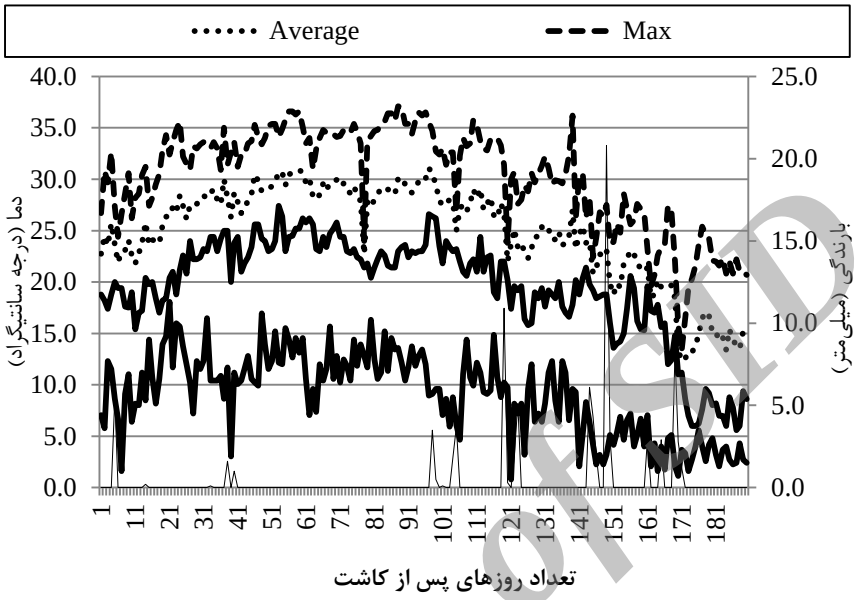
مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی دشت ناز ساری با عرض جغرافیائی ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳

Archive of SID

www.SID.ir

درجه و ۱۱ درجه شرقی با ارتفاع ۱۱/۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا گردید. خاک محل آزمایش لوم رسی بود. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد که دارای pH برابر ۷/۵، هدایت الکتریکی ۰/۲۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر، ماده آلی برابر ۱/۵ درصد و غلظت فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب برابر با ۴۴/۲ و ۳۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل آن برابر ۰/۱۳ درصد بود. مهمترین پارامترهای آب و هوایی در طی دوره نمو و رشد گیاه سویا نیز در شکل ۱ بیان گردید.



شکل ۱- شرایط آب و هوایی منطقه در طول دوره رشد سویا در سال ۱۳۹۰

مطالعه از نوع میدانی و مزرعه‌ای بود. در این تحقیق از طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارقام سویا شامل جی‌کا (ساری)، ۰۳۳ و رقم تلار به‌عنوان تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین پس از شخم برگردان‌دار زمستانه با دو شخم عمود بر هم توسط دیسک و تسطیح در بهار با لولر انجام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، کود اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود پتاسیم به صورت اکسید پتاسیم (K_2O) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم استفاده گردید. در این تحقیق علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ از طریق وجین کنترل شدند و یک بار سم‌پاشی با سم سوین برای کنترل کرم برگ‌خوار سویا انجام پذیرفت.

ارزیابی شاخص‌های رشد

در هر پلات و به طور تصادفی از ابتدای فصل رشد تعداد ۱۰ بوته علامت گذاری شد تا مراحل فنولوژیک، بر اساس شاخص Zadoks *et al* (1974) تا پایان زمستان تقریباً هر ۱۰ تا ۱۵ روز یک بار و از ابتدای بهار هر ۷ تا ۱۰ روز یک بار تعیین گردد. برای سنجش سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ استفاده شد. وزن خشک پس از خشک کردن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه گردید. در مرحله برداشت نهایی از هر کرت چهار متر مربع برداشت و عملکرد دانه محاسبه گردید. در این مطالعه، صفات اندازه‌گیری دوره‌ای سطح برگ، اندازه‌گیری دوره‌ای ماده خشک تجمعی، تعداد روز تا سنبله‌دهی هر رقم و تعداد روز از کاشت

Archive of SID

www.SID.ir

تا سبز شدن بر اساس مقیاس Zadoks *et al* (1974) تعیین شد. همچنین طی دو دوره روز تا گرده افشانی ظهور پرچم‌ها روی سنبله، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک سختی کامل دانه‌ها (مرحله ۹۱ زادوکس) و سهم انتقال مجدد در پر شدن دانه مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های رشد شامل ماده خشک تجمعی، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان رشد نسبی محاسبه شد. برای برآورد شاخص‌های رشد و به منظور دستیابی به روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد از معادلات زیر استفاده شد:

$$DM= dmmax / (1+EXP(-a*(dap - b)))$$

dmmax، b و a پارامترهای مدل هستند و دارای توجیه فیزیکی می‌باشند. dmmax حداکثر ماده خشک است، b_1 مقداری از (Day after planting) dap است که در آن dm تقریبا به نصف dmmax می‌رسد و a_1 نیز تندی افزایش dm همراه با افزایش dap را نشان می دهد. برای برآورد پارامترهای این مدل از رویه NLIN در برنامه نرم افزاری SAS استفاده شد، باید توجه داشت که باید مقدار تقریبی این پارامترها به برنامه داده شود. روند تغییرات شاخص سطح برگ نیز در طول فصل رشد با معادله لجستیک زیر به دست آمد و پارامترهای مدل مشابه روش بالا محاسبه شد:

$$LAI=(a_1*EXP (-a_1(dapb_1)) *LAImax) / (1 + EXP (-a_1*(-dap-b_1)))$$

LAI max حداکثر شاخص سطح برگ است، b_1 مقداری از dap است که در آن LAI تقریبا به نصف LAImax می‌رسد و a_1 نیز تندی افزایش LAI همراه با افزایش dap را نشان می‌دهد. برای محاسبه CGR از مشتق معادله بالا و برای محاسبه RGR از معادله زیر استفاده شد.

$$RGR= (1/DM) (\Delta DM/\Delta t)$$

در این معادلات، DM وزن خشک اندام‌های هوایی بر حسب گرم در متر مربع و Δt فاصله زمانی بین دو نمونه‌گیری بر حسب روز پس از کاشت است (سلطانی، ۱۳۸۶).

درجه روز رشد[1] نیز بر اساس رابطه زیر محاسبه شده است.

$$GDD= \Sigma [(Tmax + Tmin / 2)] - T_b$$

نتایج و بحث

تغییرات (تجمع) وزن خشک

بین ارقام مختلف از نظر تجمع ماده خشک در روزهای ابتدایی تغییرات چندانی مشاهده نشد. روند تغییرات ماده خشک ارقام مختلف سویا در طول فصل رشد دارای سه مرحله بود. مرحله اول، فاز نمایی که در آن سرعت تغییرات تا ۵۰ روز پس از کاشت به کندی صورت می‌گرفت. پس از این مرحله ماده خشک تا حدود ۹۰ روز پس از کشت (همزمان با شروع دانه بندی) با سرعت بیشتری افزایش یافت و دارای رشد خطی بود. در مرحله سوم تغییرات ماده خشک تا شروع رسیدگی فیزیولوژیک (۱۲۰ روز پس از کاشت) که در آن ماده خشک به حداکثر میزان خود می‌رسید تقریباً ثابت بود و به آرامی افزایش می‌یافت (داده‌ها نشان داده نشده است). به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که تولید ماده خشک ابتدا به آهستگی صورت گرفته و سپس با گذشت زمان سرعت می‌یابد. رشد بوته در اواخر فصل مجدداً کند شده تا این‌که گیاه به مرحله بلوغ فیزیولوژیک رسیده و رشد متوقف می‌گردد (شکل ۱). بررسی تجمع ماده خشک ارقام سویا در مراحل مختلف نشان داد که طی دوره رشد، ماده خشک تجمع یافته افزایش پیدا کرد و مقدار آن در اوایل دانه‌بندی به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن تجمع ماده خشک کاهش یافت. به‌طور کلی تجمع ماده خشک سویا در طول زمان از یک رابطه سیگموئیدی تبعیت کرد. بیشترین تجمع ماده خشک در طول دوره رشد برای رقم جی‌کا مشاهده شد و دو رقم تلار و ۰۳۳ با اختلاف جزیی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. به نظر می رسد در رقم جی‌کا، کاهش رقابت درون بوته‌ای

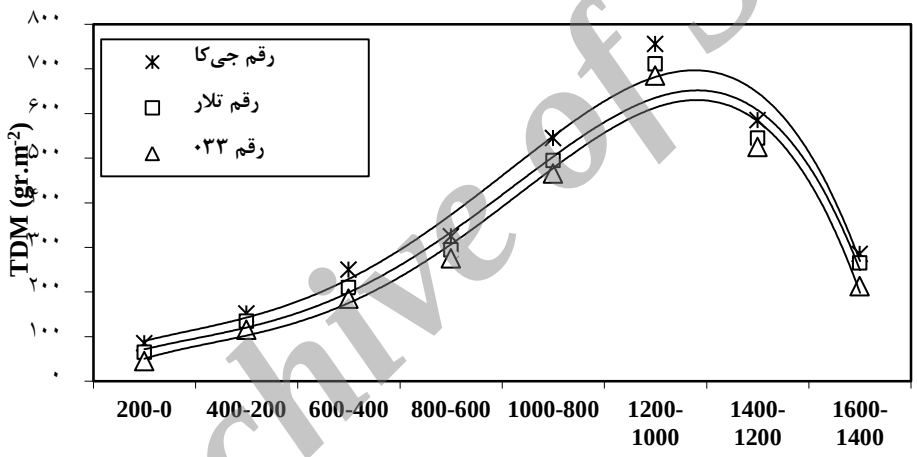
1- Growth Degree Days (GDD)

Archive of SID

www.SID.ir

منجر به افزایش جذب نور و مواد غذایی و بهبود فتوسنتز شده و به دنبال آن افزایش تجمع ماده خشک شده است (شکل ۱). بالا بودن میزان ماده خشک در رقم جی‌کا نسبت به دو رقم دیگر می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت این رقم در شرایط آب و هوایی منطقه می‌باشد، به طوری که باعث بهبود توانایی سویا در استفاده از پتانسیل محیط شده است. این یافته‌ها با نتایج Koocheki *et al* (2010) مطابقت دارد. Hatami *et al* (2009) گزارش کردند که روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد در ارقام مورد آزمایش تا مرحله R_5 از الگوی یکسانی پیروی کرد، اما از این زمان به بعد اختلاف محسوسی در تجمع ماده خشک بین رقم هابیت و سایر ارقام دیده شد.

Jason *et al*., 2009 ;Liu *et al* (2005) به این نتیجه رسیدند که تولید بیشتر ماده خشک کل در مرحله دانه بندی از طریق افزایش تأمین مواد آسمیلات و نگه‌داشتن تعادل بین منبع به مخزن منجر به افزایش تعداد و وزن دانه و نهایت عملکرد می‌گردد. در این گزارش‌ها شرایط نامناسب دمایی در دوره‌های زایشی وجود نداشته است. اما با نتایج Soltani *et al* (1999) که در بررسی انجام داده روی سهم صفات فیزیولوژیک در عملکرد سورگوم نشان دادند، شاخص سطح برگ و وزن خشک زیاد نه تنها منجر به عملکرد بالا نگردید، بلکه به واسطه رقابت رشد رویشی با توسعه گلاذین موجب کاهش عملکرد شد مطابقت دارد.



شکل ۱- روند تغییرات وزن خشک ارقام سویا در طول فصل رشد

شاخص سطح برگ

تغییرات شاخص سطح برگ ارقام سویا در هر سه رقم روند مشابهی داشت، یعنی با گذشت زمان مقدار آن افزایش یافت و نهایتاً نزدیک به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به حداکثر خود رسید و بعد از آن به دلیل ریزش برگ‌ها کاهش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ برای رقم جی‌کا و کمترین آن در رقم ۰۳۳ حاصل شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

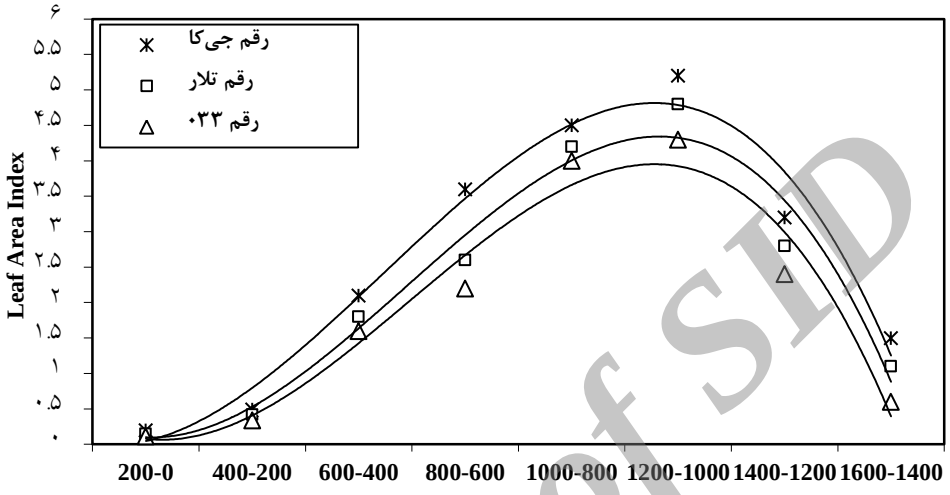
بیشترین کاهش در متوسط شاخص سطح برگ در رقم ۰۳۳ و کمترین آن در رقم جی‌کا رخ داده است.

از مقایسه این نتایج با نتایج عملکرد ماده خشک متوجه شباهت آنها با یکدیگر می‌شویم. در واقع ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری نداشته و به‌طور کلی از روند رشد یکسانی در طول فصل تبعیت می‌کنند (شکل ۲). در واقع می‌توان بیان نمود که تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف سویا دارای سه مرحله اصلی بود. مرحله اول که در آن سرعت تغییرات کند و از کشت تا حدود ۴۰ روز پس از کشت ادامه داشت. روند تغییرات پس از این مرحله نشان داد سطح برگ تا ۱۰۰ روز بعد از کشت به طور

Archive of SID

www.SID.ir

خطی افزایش یافت. در شکل ۲ مشاهده گردید که حداکثر شاخص سطح برگ در ۹۵ روز پس از کشت همزمان با مرحله غلاف‌دهی کامل به‌دست آمد. با پیشرفت زمان و افزایش GDD تجمعی، شاخص سطح برگ شروع به افزایش سریع می‌کند و کمی پس از ورود گیاه به مرحله R_5 به حداکثر خود رسیده و از انتهای دانه‌بندی شروع به کاهش می‌کند. این کاهش عمدتاً به خاطر زرد شدن و ریزش برگ‌ها می‌باشد. Jian Jin *et al* (2010) نیز در آزمایش انجام داده روی ارقام قدیم و جدید سویا، حداکثر شاخص سطح برگ را در مرحله غلاف‌دهی کامل تا شروع دانه‌بندی گزارش کردند. شیب نزولی نمودار مذکور نشان می‌دهد سطح برگ تا انتهای فصل به علت پیری و خشک شدن رو به کاهش می‌نهد.



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام سویا در طول فصل رشد

سرعت رشد محصول

فاصله روند تغییرات سرعت رشد محصول در شکل ۳، نشان داده است. روند افزایش سرعت رشد محصول در تمامی تیمارها نسبتاً مشابه بود. بدین صورت که سرعت رشد محصول در ارقام سویا در ابتدای فصل به کندی افزایش یافت و سپس با شتاب بیشتری به حداکثر خود رسید و پس از آن روند نزولی پیدا کرده است. بالاتر بودن سرعت رشد محصول رقم جی‌کا در مقایسه با دو رقم دیگر به علت بالا بودن شاخص سطح برگ و متعاقب آن بالا بودن وزن خشک تولیدی می‌باشد. حداکثر مقدار سرعت رشد محصول در رقم جی‌کا و حداقل آن متعلق به رقم ۰۳۳ بود (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد دلیل افزایش سرعت رشد محصول برای رقم جی‌کا، کاهش رقابت درون بوته‌ای و ایجاد کانوپی موجی بوده است که در نتیجه نور بیشتری به برگ‌های پایینی رسیده و باعث افزایش فتوسنتز و به دنبال آن سرعت رشد محصول در این رقم نسبت به دو رقم دیگر شده است. احتمالاً رقم ۰۳۳ به‌دلیل دیررس بودن و رشد کند اولیه، کاهش بیشتری را از نظر حداکثر سرعت رشد محصول در ارقام سویا داشته است. سرعت رشد محصول با پیشرفت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به حد نهایی خود شروع به کاهش نموده و در پایان فصل رشد حتی ممکن است منفی شود. کاهش سرعت رشد محصول پس از مرحله دانه‌بندی به خاطر اختصاص شدید و متراکم شدن مواد فتوسنتزی در دانه، پیر شدن بخش رویشی گیاه و ریزش برگ‌ها صورت می‌گیرد (عزیزی، ۱۳۷۷). سرعت رشد محصول روند تقریباً مشابهی با روند تغییرات سطح برگ دارد. از این‌رو افزایش سرعت رشد محصول در طول فصل رشد را

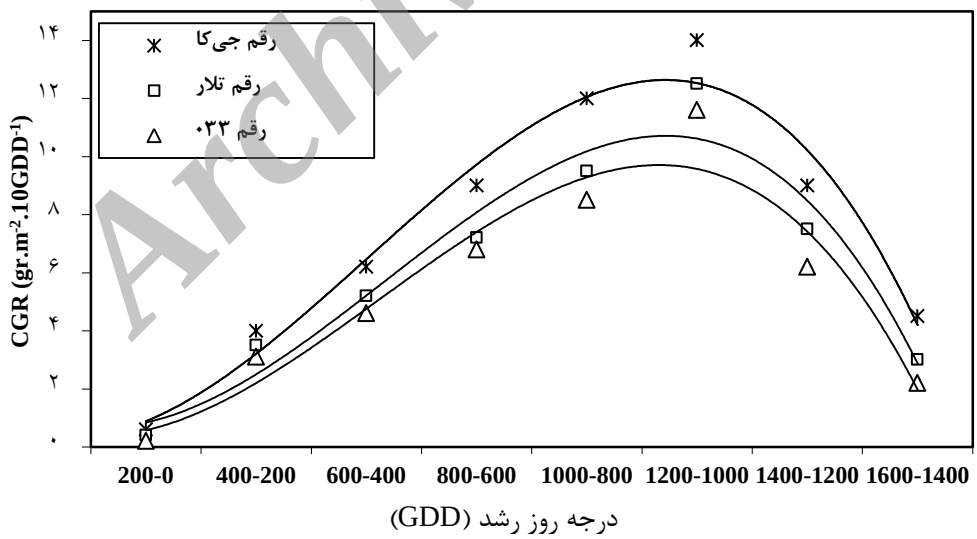
Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان به افزایش سطح برگ و کاهش سرعت رشد محصول را می‌توان به کاهش فتوسنتز خالص و ریزش برگ ها نسبت داد. این نتایج توسط سایر محققان نیز تأیید شده است. در اوایل رشد، به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد جذب تابش، کوتاه بودن روزها و دمای پایین هوا، گیاه از سرعت رشد کم‌تری برخوردار بود. با خروج از مرحله روزت و افزایش سطح برگ و در نتیجه بهره‌گیری بهتر از تابش خورشیدی، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافت و به‌دنبال آن سرعت رشد گیاه نیز روند افزایشی پیدا کرد. تولید مخازن جدید زایشی در بخش اعظم مراحل گلدهی تا غلاف‌بندی ادامه داشته، لذا با سرعت رشد محصول، به دلیل افزایش تخصیص منابع فتوسنتزی به آنها، عملکرد افزایش می‌یابد. با توجه به شکل ۳، متوجه می‌شویم که اختلاف رقم ۰۳۳ با دو رقم دیگر بعد از مرحله R_5 ایجاد شده است که به‌نظر می‌رسد به‌علت رشد محدود بودن این رقم باشد. به طور کلی، برخی از محققان معتقدند که سرعت رشد محصول رابطه مستقیمی با سطح فتوسنتز کننده دارد، به طوری‌که در تراکم‌های مطلوب توزیع بوته‌ها و سطح برگ در واحد سطح یکنواخت‌تر شده و برگ‌ها موقعیت مناسب‌تری برای جذب تابش و فتوسنتز پیدا می‌کنند و در نتیجه سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد (Ozoni Davaji *et al.*, 2008).

Sadeghi *et al* (2003) در بررسی شاخص‌های رشد سویا، Attarbashi *et al* (2002) در گندم گزارش دادند روند افزایش سرعت محصول در تمامی تیمارها نسبتاً مشابه بود. بدین صورت که سرعت رشد محصول در ابتدای فصل به کندی افزایش و سپس با شتاب بیشتری به حداکثر خود رسید و پس از آن روند نزولی پیدا کرد. ارقام از نظر سرعت رشد محصول در مرحله شروع گلدهی اختلاف معنی‌داری داشتند. این اختلاف را با در نظر گرفتن ارتباط بین سرعت ر شد محصول با ماده خشک می‌توان ناشی از اختلاف بین ماده خشک در این مرحله دانست.

Vega *et al* (2001) اعلام کردند، افزایش سرعت رشد گیاه در طول دوره دانه‌بندی اولین عامل مؤثر بر عملکرد است.



شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام سویا در طول فصل رشد

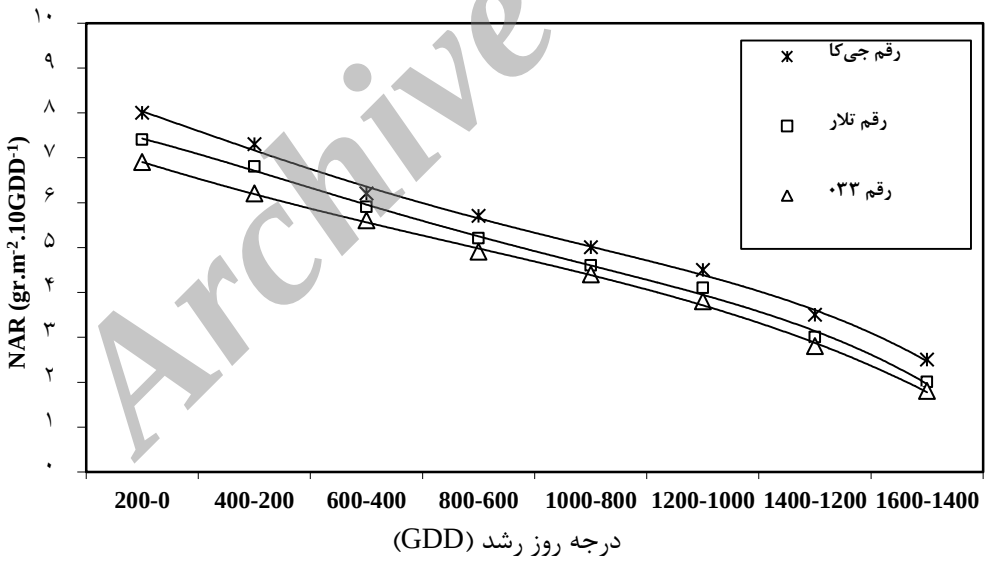
Archive of SID

www.SID.ir

سرعت جذب خالص

سرعت افزایش ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان بیان کننده کارایی فتوسنتزی برگ‌ها در پوشش گیاهی می‌باشد. بیش‌ترین سرعت جذب خالص در طول دوره رشد مربوط به رقم جی‌کا بود و دو رقم دیگر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. به‌طور کلی در هر سه رقم سرعت رشد محصول در طول دوره رشد روند نزولی داشته است (شکل ۴). چون با افزایش رشد، شاخص سطح برگ و سایه‌اندازی و همین‌طور رقابت درون بوته‌ای افزایش یافته و این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت این شاخص بر کارایی فتوسنتزی برگ‌ها می‌باشد. احتمالاً این موضوع ناشی از مسن شدن برگ‌ها و کاهش ظرفیت تولید مواد پرورده، تخریب تدریجی کلروفیل و کاهش غلظت آن در سطح برگ و همچنین افزایش تنفس در مقایسه با فتوسنتز در اثر نزدیک شدن به مرحله فیزیولوژیک می‌باشد (Ozoni Davaji *et al.*, 2008). سرعت آسیمیلاسیون خالص شاخص نسبتاً خوبی از میزان فتوسنتز همه برگ‌های گیاه به‌صورت تجمعی در واحد سطح برگ‌های آن گیاه است (Poorter & Werf, 1998). سرعت جذب خالص نشان دهنده میزان تولید فتوسنتزی در واحد سطح برگ می‌باشد.

بنابراین هر نوع مدیریتی که بتواند دوام سطح سبز برگ را بیشتر کند و یا سایه‌اندازی برگ‌ها را کم نماید، باعث افزایش سرعت جذب خالص می‌گردد. روند سرعت جذب خالص در طول دوره رشد به صورت کاهشی است که دلیل آن اندازه کوچک گیاه در ابتدای رشد و افزایش راندمان مصرف نوری در مراحل اولیه رشد می‌باشد. لازم به ذکر است افزایش سرعت جذب خالص بیانگر افزایش تولید نیست، بلکه میزان فعالیت برگ را نشان می‌دهد (کریمی و عزیزی، ۱۳۷۶؛ سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹).



شکل ۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص ارقام سویا در طول فصل رشد

سرعت رشد نسبی

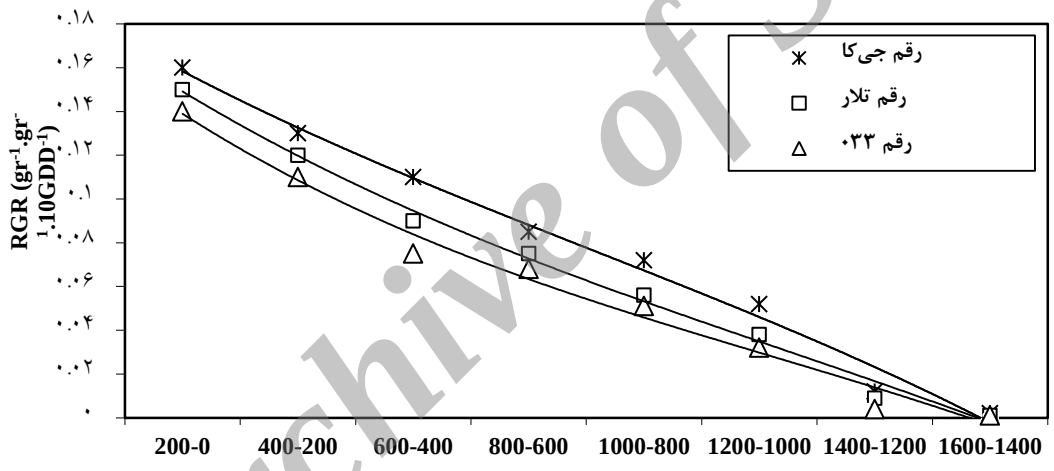
تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد برای هر سه رقم روند نزولی داشته است. بیشترین مقدار سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد متعلق به رقم جی‌کا و کمترین مقدار آن متعلق به رقم ۰۳۳ بود. با مقایسه سرعت رشد نسبی ارقام متوجه می‌شویم که سرعت رشد نسبی در رقم ۰۳۳ در اوایل فصل

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر از دو رقم دیگر بوده است. احتمالاً به دلیل دیررس‌تر بودن رقم ۰۳۳، در اوایل فصل رشد، این رقم سرعت رشد نسبی کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشته و به مرور زمان سرعت رشد نسبی آن از دو رقم دیگر پیشی گرفته و دیرتر از دو رقم دیگر به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و برداشت رسید. افزایش سن برگ‌ها، سایه‌اندازی برگ‌های بالایی روی برگ‌های پایین‌تر و همچنین تخصیص منابع از برگ‌ها به ریشه‌ها با افزایش اندازه گیاه از دلایل مهم کاهش سرعت رشد نسبی در طول زمان می‌باشد (شکل ۵). سرعت رشد نسبی نمایان‌گر وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است که آن را شاخص کارآیی نیز نامیده و بر حسب گرم بر گرم در روز بیان می‌نمایند.

تغییر سرعت رشد نسبی از نوع خطی با شیب منفی است، یعنی با سپری شدن دوره رشد، با روند ثابتی از میزان رشد نسبی کاسته شد. کاهش سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد با افزایش سن برگ‌های پایین‌تر گیاه، در سایه قرار گرفتن آنها و نیز افزایش رشد بافت‌های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی ندارند، در ارتباط است. از طرف دیگر با زیاد شدن سن گیاه قسمت مهمی از ساختمان گیاه غیرفعال می‌شود و قسمت‌های زیادی از گیاه شامل ساقه و سایر بافت‌ها فعالیت متابولیکی خود را از دست داده و سهم زیادی در رشد گیاه ایفا نمی‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام سویا در طول فصل رشد

دوام شاخص سطح برگ

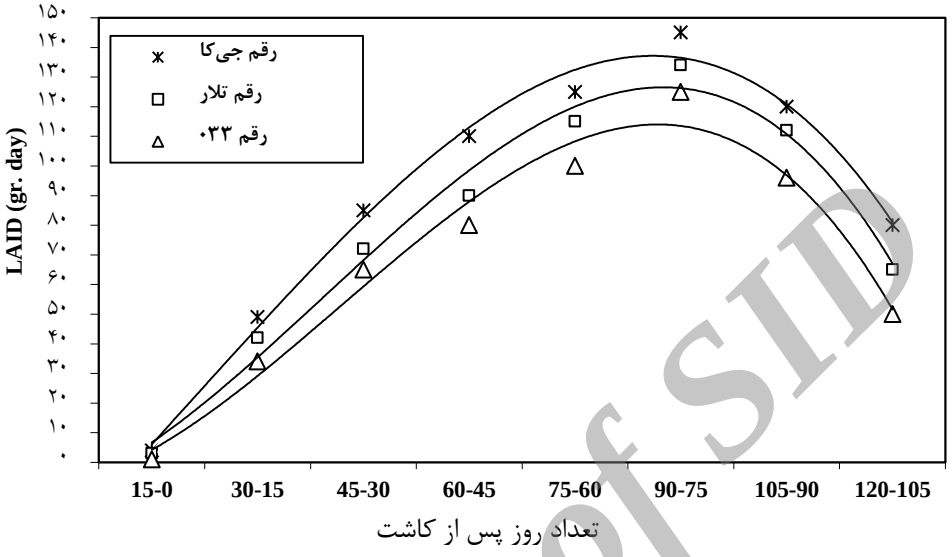
دوام شاخص سطح برگ رقم جی‌کا در طول دوره رشد بیشتر از دو رقم دیگر بود و این شاخص برای رقم ۰۳۳ نیز در طول دوره رشد در مقایسه با دو رقم دیگر کمتر بود و رقم تلار نیز حد واسط دو رقم دیگر بود. به نظر می‌رسد هر چه رقم دیررس‌تر باشد، دوام شاخص سطح برگ آن بیشتر بوده و احتمالاً رقم ۰۳۳ به‌دلیل رشد کند اولیه، دوام شاخص سطح برگ آن نسبت دو رقم دیگر کاهش بیشتری داشته است.

همچنین رقم جی‌کا با داشتن بیشترین شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ، بیشترین تولید ماده خشک را داشته است و رقم ۰۳۳ با تولید کمترین شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ، کمترین ماده خشک را تولید کرده است (شکل ۶). به‌منظور تولید عملکرد بالا، گیاه بایستی به سرعت شاخص سطح برگ خود را توسعه دهد تا حداکثر نور را به منظور حداکثر تولید جذب نماید. در جایی‌که عملکرد اقتصادی مورد نظر است، نیازمند شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتری می‌باشیم. در این حالت ساخت مواد فتوسنتزی به میزان فراوانتر از آنچه رشد و تنفس نگه‌داری نیاز دارند، برای تولید لازم می‌باشد. میزان دوام شاخص سطح برگ از مرحله ظهور خوشه به‌علت پیری برگ‌ها، ریزش و کاهش سطح برگ روند نزولی را طی نموده است. این امر نشان دهنده این نکته است که با پیر شدن برگ‌ها تولید ماده فتوسنتزی کاهش می‌یابد. لذا هر نوع مدیریت زراعی برای ارقام سویا که بتواند زرد شدن برگ‌ها در مرحله پر شدن دانه را کاهش دهد میزان عملکرد اقتصادی افزایش می‌یابد که به افزایش تولید در واحد سطح منجر می‌گردد.



شکل ۶- روند تغییرات دوام شاخص سطح برگ ارقام سویا در طول فصل رشد

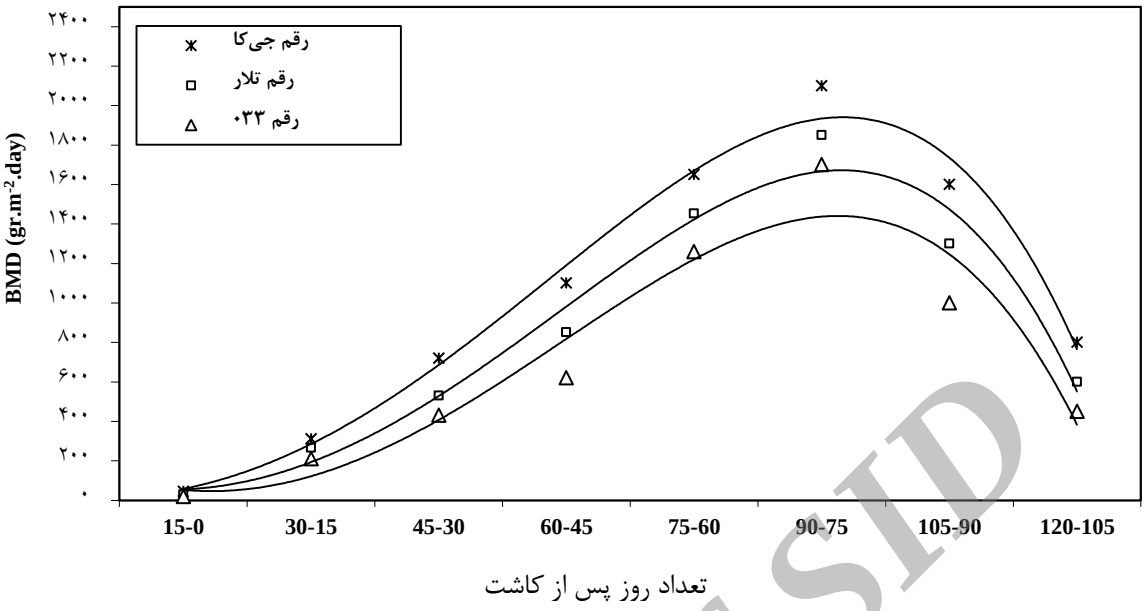
دوام وزن خشک (زیست‌توده)

این شاخص مشابه با دوام شاخص سطح برگ می‌باشد. دوام وزن خشک رقم جی‌کا در طول دوره رشد بیشتر از دو رقم دیگر بود و دو رقم تلار و ۰۳۳ با اختلاف جزیی با الگوی رشد مشابه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. به نظر می‌رسد هر چه رقم دیررس‌تر باشد، دوام شاخص سطح برگ که منجر به افزایش دوام وزن خشک (زیست توده) شده که در نهایت به افزایش عملکرد منجر خواهد شد. احتمالاًرقم ۰۳۳ به‌دلیل رشد کند اولیه، دوام شاخص سطح برگ آن نسبت دو رقم دیگر کاهش بیشتری داشته است که منجر به کاهش دوام وزن خشک شده است. همچنین رقم جی‌کا با داشتن بیشترین شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ، بیشترین تولید ماده خشک را داشته است و رقم ۰۳۳با تولید کمترین شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ، کمترین ماده خشک را تولید کرده است (شکل ۷). اگر تلفات در طول زمان (که تابع وزن گیاه زنده و دما می‌باشد) در محاسبه دوام بیوماس منظور نگردد، در این صورت دوام بیوماس کمتر قابل استفاده می‌باشد. این کمیت‌ها و دیگر کمیت‌های به‌دست آمده می‌توانند در تفهیم بهتر واکنش‌های محصول کمک نمایند. این کمیت‌ها می‌توانند جهت ساخت مدل واکنش‌های گیاه نسبت به متغیرهای قابل اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گیرند. معمولاً همبستگی خوبی بین عملکرد BMD و LAID وجود دارد. چون هرچه دریافت انرژی خورشید در طول زمان، زیادتر باشد، به معنای آن است که تولید ماده خشک هم بیشتر خواهد بود. اختلافات زیادی که در عملکرد کل ماده خشک گیاهان دیده می‌شود، غالباً هم نتیجه اختلاف در

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت فتوسنتز آنها است و هم نتیجه تفاوت در طول مدتی که فتوسنتز در آن ادامه دارد.



شکل ۷- روند تغییرات دوام وزن خشک ارقام سویا در طول فصل رشد

نتیجه‌گیری

بین ارقام مختلف از نظر تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ و دیگر شاخص‌های رشد در روزهای ابتدایی تغییرات چندانی وجود نداشت. بررسی تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول ارقام سویا در مراحل مختلف نشان داد که طی دوره رشد، این شاخص‌ها افزایش یافته و در اوایل دانه‌بندی به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن کاهش یافت. بالاتر بودن سرعت رشد محصول رقم جی‌کا در مقایسه با دو رقم دیگر به علت بالا بودن شاخص سطح برگ و متعاقب آن بالا بودن وزن خشک تولیدی می‌باشد. دوام وزن خشک رقم جی‌کا در طول دوره رشد بیشتر از دو رقم دیگر بود و دو رقم تلار و ۰۳۳ با اختلاف جزیی با الگوی رشد مشابه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. به نظر می‌رسد هر چه رقم دیررس‌تر باشد، دوام شاخص سطح برگ که منجر به افزایش دوام وزن خشک (زیست توده) شده که در نهایت به افزایش عملکرد منجر خواهد شد.

منابع

امام، ی. ۱۳۷۴. فیزیولوژی تولید گیاهان زراعی گرمسیری. انتشارات دانشگاه شیراز. ۳۱ ص.

بنایان اول، م.، و ع. کوچکی، ع. ۱۳۷۷. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد.

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۵. گیاهان صنعتی. جهاد دانشگاهی اصفهان.

سرمدنیا، غ.، و ع. کوچکی. ۱۳۶۹. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاه مشهد.

سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه آماری (برای رشته‌های کشاورزی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ ص.

Archive of SID

www.SID.ir

عزیزی، م. ۱۳۷۷. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود پتاسیم بر خصوصیات زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا. رساله دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۳ ص.

کریمی، م.، و م. عزیزی. ۱۳۷۳. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۱۱ ص.

کوچکی، ع. ۱۳۶۴. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری، و ر. صدرآبادی. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی نمو و رشد گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی.

مهدوی، ف. ۱۳۸۳. مطالعه شاخص های فیزیولوژیک و مورفولوژیک رشد در ارقام جدید و قدیم برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه مازندران. ۱۲۴ ص.

Attarbashi, M. R., S. Galeshi, A. Soltani, and A. Zeinali. 2002. Relationship phonology and physiology with wheat seed yield in dry land condition. J. Agron. Sci. 33: 21-28.

Hatami, H., A. Ainehband, M. Azizi, and A. Dadkhah. 2009. Effect nitrogen fertilizer on soybean yield and growth in north Khorasan. Elect. J. Crop production. 2: 25-42.

Horton, P. 2000. Prospects for crop improvement through the genetic manipulation of photosynthesis: morphological and biochemical aspects of light capture. Journal of Experimental Botany. 51: 475-485.

Jason, L., B. De, and P. Pedersen. 2009. Growth, yield and yield component changes among old and new soybean cultivar. Agron. J. 101: 124-130.

Jian Jin, A., A. Xiaobing Liu, A. Guanghua Wang, A. Liang Mi, B. Zhongbao Shen, B. Xueli Chen, J. Stephen, and C. Herbert. 2010. Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. Field Crops Res. 115: 116-123.

Karimi, M. M. and H. M. Siddigye. 1991. Crop growth hand relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.

Koocheki, A., M. Nasiri Mahalati, S. Khoramdel, S. Anvarkhah, M. Sabet Teimouri, and S. Sanjani. 2010. Evaluation of growth indices of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in intercropping with replacement and additive series. J. Agroecol. 2: 27-36.

Liu, X. B., J. Jin, S. J. Herbert, Q. Y. Zhang, and G. H. Wang. 2005. Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybean in northeast China. Field Crops Res. 93: 85-93.

Ozoni Davaji, A., M. Esfahani, H. Sami Zadeh, and M. Rabiei. 2008. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled rapeseed cultivars. Iran J. Crop Sci. 9: 382-400.

Poorter, H. and A. Werf. 1998. Is Inherent variation in RGR determined by LAR at low irradiance and by NAR at high irradiance? A review of herbaceous species. Physiological mechanisms and ecological consequences. Edited by H. Lambers, H. Poorter & M.M.I. Van Vuuren, pp. 309-336.

Sadeghi, H., M. A. Baghestani, G. A. Akbari, and A. Hejazi. 2003. Evalution soybean and some weed species growth trails in comparison condition. J. Pests and Plant Path. 71: 87-106.

Soltani, A., A. M. Rezaei, M. R. Khajehpoor, and A.F. Mirluhi. 1999. Relationship and contribute different morphological and physiology characteristic in determinate sorghum seed yield. J. Agric. Sci and Natur. Resource. 7: 89-94.

Archive of SID

www.SID.ir

Yang, J., S. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R. M. Visperas, and Q. Zhu. 2002. Grain and dry matter yield and partitioning of assimilate in Japonica/Indica hybrid rice. Crop Sci. 42: 760-771.

Zadoks, J. C., T. T. Change, and C. F. Konzak. 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. Weed Res. 14: 415-421.

Stewart, D. W., E. R. Cober, and R. L. Bernard. 2003. Modeling genetic effects on the photothermal response of soybean phenological development. Agron. J. 95:65-70.

Vega, C. R. C., F. H. Andrade, V. Q. Sadras, S. A. Uhart, and O.R. Valentinuz. 2001. Seed number as a function of growth, a comparative study in soybean, sun flower and maize. Crop Sci. 41: 748-754.

Archive of SID

www.SID.ir