# بررسی آنالیز رشد ارقام سویا تحت تأثیر نژادهای باکتری *Rhizobium japonicum*

امین فرنیا[1]، قربان نورمحمدی[2] عطاءالله سیادت[3]

**چکیده**

به منظور بررسی سازگاری و تأثیر نژادهای مختلف باکتری *Rhizobium japonicum* بر گیاه سویا و در نتیجه انتخاب بهترین رقم سویا و سویه باکتری سازگار با شرایط منطقه، آزمایشی با سه رقم سویا بنام‌های کلارک، ویلیامز و زین با عملکرد بالا در منطقه و نژادهای هلی‌نیترو و ریزوکینگ از باکتری با یک سطح بدون باکتری (شاهد)، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. جهت آنالیز رشد گیاه سه مؤلفه رشد از جمله شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و وزن خشک برگ در طول دوره رشدی گیاه اندازه‌گیری و سایر مؤلفه‌ها نیز محاسبه شد. نتایج حاصل نشاندهندهٔ برتری رقم ویلیامز نسبت به سایر ارقام بواسطه سازگاری با محیط رشد و نیز با باکتری بود. استفاده از باکتری، بخصوص باکتری هلی‌نیترو بدلیل برقراری رابطه همزیستی بهتر با گیاه و شرایط خاکی منطقه، موجب تثبیت نیتروژن بیشتری شد که در نتیجه سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ بیشتری حاصل گردید و با توجه به برتری افزایش شاخص سطح برگ نسبت به کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص، در نهایت سرعت رشد گیاه افزایش یافته و منجر به افزایش تولید ماده خشک گیاه و در نتیجه عملکرد بالاتر گردید. در حالیکه در تیمار شاهد، تمام مؤلفه‌های رشد نسبت به تیمارهای کاربرد باکتری، به جز مؤلفه میزان اسیمیلاسیون خالص، پایین‌تر بود. نهایتاً اینکه کاربرد باکتری هلی‌نیترو و رقم ویلیامز در هنگام کاشت بهترین نتیجه را در منطقه داد.

---

***واژه های کلیدی:*** *سویا، آنالیز رشد، باکتری، Rhizobium japonicum*

## مقدمه و بررسی منابع

اغلب، پژوهشگران لازم است که علاوه بر اطلاع از عملکرد محصول، از روند تغییرات ماده خشک نیز آگاهی یابند. وقایع مربوط به دوره رشدی گیاه ممکن است تأثیر ویژه‌ای بر محصول نهایی داشته باشد. یکی از روشهای

---

۱ - عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد - دانشجوی دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی واحد علوم و تحقیقات - Afarnia@yahoo.com

۲ - استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳ - دانشیار مجتمع عالی آموزشی و پژوهشی رامین - دانشگاه شهید چمران اهواز

تحلیل و تجزیه عوامل مؤثر بر عملکرد و تکامل گیاه که به آنالیز رشد معروف است، براساس تجمع مواد فتوسنتزی خالصی است که به مرور زمان بطور طبیعی تجمع یافته است (۱). آنالیز رشد عبارتست از تجزیه و تحلیل سرعت رشد گیاه از طریق حاصل جبری مجموعه‌ای از عوامل. عموماً آنالیز رشد توسط شاخص‌هایی نظیر سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، میزان اسیمیلاسیون خالص و شاخص سطح برگ بیان می‌شود (۵ و ۳).

کاپلن و کلن (۱۹۹۷) در مطالعات خود بر روی ۱۶ رقم سویا در شرایط گلخانه بیان داشتند که سرعت رشد گیاه همبستگی نزدیک و مثبتی با میزان رشد سطح برگ دارد (٤). برمر و کسل (۱۹۹۰) واکنشهای میزان اسیمیلاسیون خالص و سرعت رشد سویا را به افزایش تراکم گیاه و کود مصرفی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که با گذشت زمان میزان اسیمیلاسیون کاهش می‌یابد و این کاهش را به افزایش شاخص سطح برگ نسبت دادند. سرعت رشد گیاه تا ۵۰ الی ٦۰ روز پس از کاشت، روندی افزایشی داشت ولی بعد از آن کاهش یافته و سرعت رشد نسبی نیز با گذشت زمان روند نزولی را نشان داد (۲). واسیلاس و نیلسون (۱۹۹۲) و وندز و سینکلر (۲۰۰۰) نیز بیان داشتند که سرعت رشد نسبی تک بوته سویا با گذشت زمان بطور یکنواخت کاهش می‌یابد. ایشان اظهار داشتند که سرعت رشد هر قسمت از گیاه پس از رسیدن به حد نهایی رشد، کاهش پیدا کرده و این عمل را به افزایش سایه‌اندازی در جامعه گیاهی نسبت دادند (۹ و ۱۰). اسنلر (۲۰۰۰) و سراج و همکاران (۱۹۹۹)، رابطه عملکرد دانه سویا را با سرعت رشد گیاه در مرحله دانه‌بندی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که بطور کلی سرعت تجمع ماده خشک از مرحله گلدهی کامل تا پایان مرحله دانه‌بندی، بطور خطی ادامه یافته و با آغاز رسیدگی دانه و ریزش برگ رو به نقصان می‌نهد. منحنی تغییرات سرعت رشد گیاه در طول فصل رشد، بیانگر این واقعیت است که این مؤلفه با گذشت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر، شروع به کاهش نموده است. نتیجه اینکه در اکثر موارد، مرحله پرشدن دانه‌ها بر زمان حداکثر سرعت رشد گیاه منطبق است (۸ و ۷). واسیلاس و همکاران (۱۹۹۲) اظهار داشتند که در ارقام مختلف سویا یک رابطه خطی مثبت بین سرعت رشد گیاه با تعداد دانه در متر مربع وجود دارد. همچنین سرعت رشد گیاه در مرحله پر شدن دانه‌ها با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری داشت. لذا از این شاخص برای انتخاب ارقام بر اساس عملکرد آنها می‌توان استفاده نمود (۹). لیفل و کریگان (۱۹۹۲) و همچنین زهران (۱۹۹۹) نتیجه گرفتند که مقدار سرعت رشد گیاه و رشد نسبی آن در انتهای فصل رشد ممکن است به طور ناگهانی افزایش یابد. علت این امر افزایش ناگهانی تقاضای دانه برای اسیمیلات عنوان شده است. در واقع فعالیت برگها به خاطر افزایش تقاضای دانه‌ها افزایش و منجر به بالا رفتن مقدار سرعت رشد گیاه و رشد نسبی آن می‌گردد (٦ و ۱۱).

هدف از اجرای این آزمایش، انتخاب ارقام سویا و سویه باکتری با توجه به آنالیز رشد و همچنین تعیین مراحل حساستر رشد گیاه می‌باشد. با دست یابی به این اطلاعات، عواملی از قبیل آب، مواد غذایی و ... را که می‌توانند اثرات بسیار زیادی بر کمیت و کیفیت محصول نهایی داشته باشند را در حد مطلوب حفظ نموده و بروز هر گونه تنش را به حداقل رساند.

## مواد و روش‌ها

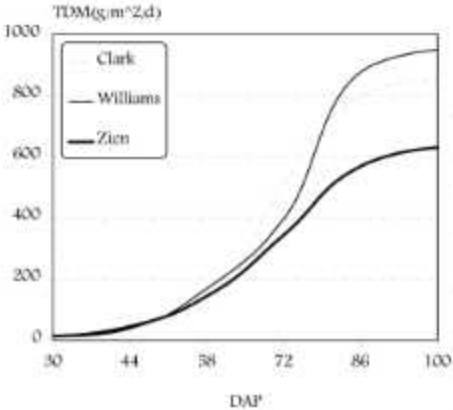
این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد، در فصل زراعی ۱۳۸۱ انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور اجرا گردید. فاکتور اول شامل ارقام در سه سطح شامل کلارک، ویلیامز و زین و فاکتور دوم شامل نژادهای باکتری شامل هلی‌نیترو و ریزوکینگ و بدون باکتری (شاهد) هرکدام با ٤ تکرار بود. هر کرت آزمایشی شامل ٦ خط کشت به طول ۸ متر با فاصله ٦۰ سانتی‌متر بین خطوط کاشت و ۵ سانتیمتر فاصله دو بوته در نظر گرفته شد. تلقیح بذر با باکتری قبل از کاشت انجام گرفت که مقدار مصرف باکتری بر اساس یک بسته ۵۰۰ گرمی به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر مصرفی (توصیه شده از سوی شرکت تولید کننده) صورت گرفت. بذور کمی مرطوب شده و سپس با باکتری آغشته شدند و بلافاصله بعد از تلقیح، بذور کاشته سپس آبیاری شدند

به منظور بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی و بررسی کمی مؤلفه‌های رشد نمونه‌برداری‌ها به فواصل ١٤ روز صورت گرفت. در هر نمونه برداری، پارامترهای رشد شامل شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک کل اندازه گیری شدند. برای این منظور پنج بوته در هر دوره نمونه برداری برداشت و در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت در دستگاه آون خشک و سپس توزین گردید. مؤلفه شاخص سطح برگ به روش کپی برداری محاسبه گردید. بر اساس مطالعات باتری (۱۹٦۹)، هربرت و همکاران (۱۹۸٤) و هاشمی (۱۹۹۰) پیشنهاد شده که تغییرات وزن خشک گیاه، وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ از یک معادله چند جمله ای درجه دوم، پیروی می‌کند و جهت کاهش وابستگی واریانس به میانگین، از لگاریتم نپری هر کدام از صفات استفاده می‌شود. براین اساس بقیه فاکتورهای رویشی شامل سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی، سرعت اسیمیلاسیون خالص و ... محاسبه گردیدند(۳ و ۵). ۱۲۰ روز پس از کاشت، برداشت محصول انجام و عملکرد نهایی مورد ارزیابی قرار گرفت.

## نتایج و بحث

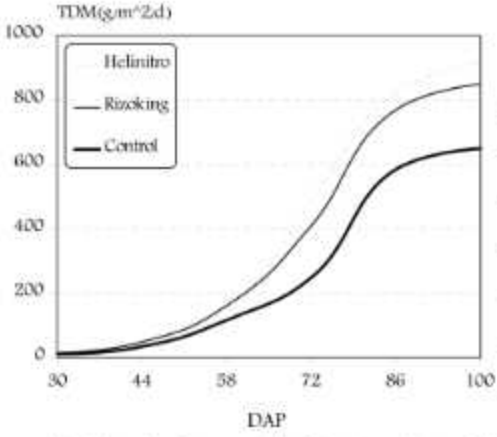
### ماده خشک کل

میزان تولید ماده خشک در گیاهان نشاندهندهٔ توانایی گیاه در انجام فرایند فتوسنتز است که بسته به ژنوتیپ و شرایط محیطی متفاوت است. بدیهی است که تولید ماده خشک بیشتر نشاندهندهٔ قدرت فتوسنتز بیشتر گیاه و توانایی استفاده بیشتر از شرایط محیطی می‌باشد. تولید ماده خشک در سویا نیز تابعی از فاکتورهای محیطی، رقم کاشته شده و مسائل مدیریتی است. وزن گیاه سویا با یک روند تدریجی تا ۵۸-۵۰ روز پس از کاشت افزایش می‌یابد و بعد از آن بدلیل گسترش قسمتهای هوایی و همچنین پراکندگی ریشه گیاه، وزن خشک آن با یک روند تقریبا ثابت روزانه، افزایش می‌یابد. شکل ۱، نشاندهنده منحنی تغییرات




شکل ۱- تغییرات ماده خشک کل در ارقام سویا

ماده خشک ارقام سویا نسبت به زمان است. همانطور که مشخص است، منحنی تجمع مواد فتوسنتزی ارقام سویا تا۵۰-٤٤ روز پس از کاشت تقریبا نزدیک بهم می‌باشد که بدلیل کوچکی بوته‌های گیاه و گسترش پیدا نکردن آنها در اوایل دوره رشد می‌باشد اما از این زمان به بعد، توانایی گیاه مشخص می‌گردد. تولید مواد فتوسنتزی رقم کلارک تا۸۰ روز پس از کاشت بالاتر از ویلیامز است وپس از آن، ویلیامز برتری می‌یابد. داشتن برگ بیشتر در مرحله گلدهی وبعد از آن تا زمان تشکیل دانه، در میزان تجمع مواد فتوسنتزی گیاه مؤثر می‌باشد. علاوه براین، رقم ویلیامز دارای تعداد غلاف بیشتری در هر گره خود می‌باشد. بنابراین مواد فتوسنتزی بیشتری را در مراحل رویشی تولید کرده و در نتیجه شیب منحنی این رقم، تندتر از سایر ارقام است. شکل۲، روند تجمع ماده خشک تحت تأثیر سطوح باکتری را نشان می‌دهد.

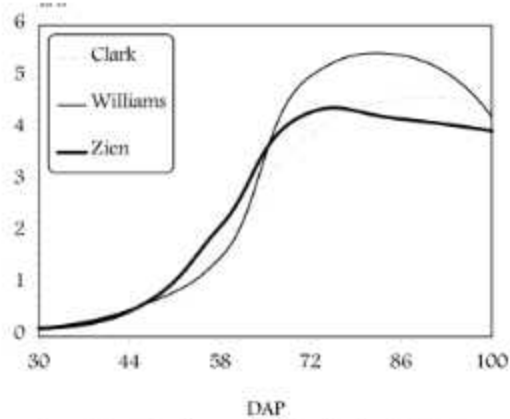


شکل ۲ - تغییرات وزن خشک کل نسبت به نژادهای مختلف باکتری

منحنی تجمع ماده خشک مربوط به شاهد، به دلیل عدم تلقیح بذور با باکتری و در نتیجه عدم وجود نیتروژن کافی جهت رشد، دارای تجمع مواد فتوسنتزی کمتری نسبت به ارقام تلقیح شده با باکتری می‌باشد. دو منحنی هلی‌نیترو و ریزوکینگ دارای روندی شبیه بهم هستند ولی منحنی هلی‌نیترو بالاتر از ریزوکینگ واقع شده که بدلیل تثبیت بیشتر نیتروژن و تولید نیتروژن بیشتر برای گیاه می‌باشد.

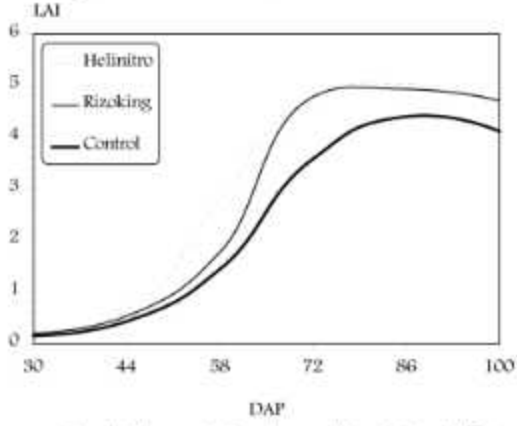
### شاخص سطح برگ

سطح برگ برای جذب نور توسط گیاه امری حیاتی بوده، بنابراین اثر اساسی بر روی عملکرد گیاه زراعی دارد. حداکثر سطح برگ تولید شده، در رقمهای با رشد محدود سویا، نزدیک به شروع گلدهی و در رقمهای با رشد غیرمحدود، تقریبا در پایان گلدهی بدست می‌آید. شکل۳، روند تغییرات شاخص سطح برگ را در ارقام سویا نشان می‌دهد. در مرحله پر شدن دانه، حداکثر شاخص سطح برگ جهت تولید مواد فتوسنتزی به طرف دانه ها حاصل شده و پس از آن ساخت برگها متوقف شده و برگهای پایین بتدریج شروع به زرد شدن می‌کنند و در نتیجه مقدار شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. تا حدود ٦٨ روز پس از کاشت مقدار



شکل ۳ - روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام سویا

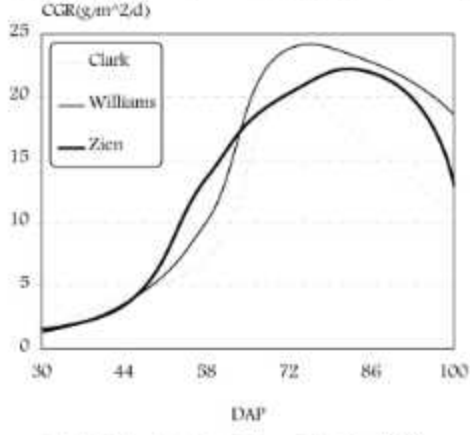
سطح برگ ارقام سویا نزدیک بهم بوده و از این زمان به بعد برتری رقم ویلیامز کاملا روشن است که این مرحله دقیقا مصادف با حداکثر نیاز به مواد فتوسنتزی جهت تولید و پرشدن دانه ها است و به همین دلیل است که در نهایت رقم ویلیامز ماده خشک بیشتری تولید نموده است و می‌توان نتیجه گیری نمود که این رقم نسبت به ارقام دیگر، درصد بیشتری از فعالیت خود را به تولید و توسعه برگها اختصاص داده و حداکثر شاخص سطح برگ، ۵/۲ در ۷۵ روز پس از کاشت نتیجه شده و این درحالیست که بنابر گزارش برمر و کسل، گیاه سویا به حداقل شاخص سطح برگ ۳/۲ برای جذب ۹۵٪ نور و تولید ۹۵٪ ماده خشک احتیاج دارد (۲). شکل ٤، روند تغییرات شاخص سطح برگ را برای سطوح مختلف باکتری نشان می‌دهد که در کلیه مراحل رشد، شاخص سطح برگ تولید شده تحت تأثیر نژاد هلی‌نیترو بیشتر از ریزوکینگ بوده و در نتیجه هلی‌نیترو به دلیل فعالیت بیشتر(تشکیل تعداد گرهکهای فعال بیشتر برروی ریشه)، رشد رویشی بیشتری را باعث گردیده، ولی در نمونه شاهد به دلیل کمبود نیتروژن در گیاه، در تمام مراحل رشد، گیاه دارای شاخص سطح برگ پایین تری است و همانطور که ذکر شد ماده خشک کمتری نیز تولید گردید که یکی از علل آنرا می‌توان به پایین بودن شاخص سطح برگ مربوط دانست.



شکل ٤ - تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به نژادهای باکتری

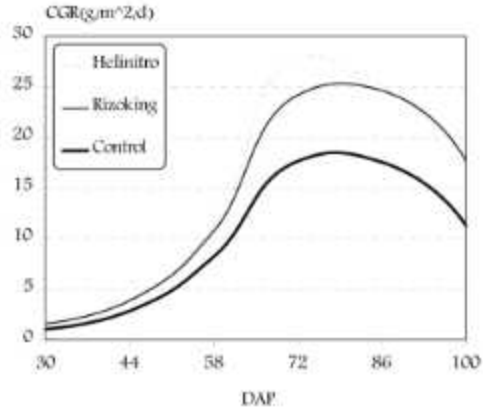
## سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول، افزایش وزن یک جامعه گیاهی در واحد سطح در واحد زمان می‌باشد(۵). شکل ۵، روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام سویا را نشان می‌دهد. حداکثر سرعت رشد محصول در زمان تشکیل غلاف و کمی پس از آن حاصل شده، رقم ویلیامز دارای سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به رقمهای کلارک و زین است که به دلیل بیشتر بودن شاخص سطح برگ وسرعت رشد نسبی این رقم است. سرعت کاهش سرعت رشد محصول ویلیامز آهسته تر از کلارک و زین بوده و سرعت رشد محصول این دو رقم با سرعت بیشتری کاهش می‌یابد. با توجه به منحنی شاخص سطح برگ می‌توان دریافت زمانی که شاخص سطح برگ به حداکثر خود می‌رسد، مقدار سرعت رشد محصول نیز به حداکثر خود خواهد رسید و روند افزایش و کاهش منحنی سرعت رشد محصول مشابه روند شاخص سطح برگ است، در واقع حداکثر سرعت رشد محصول



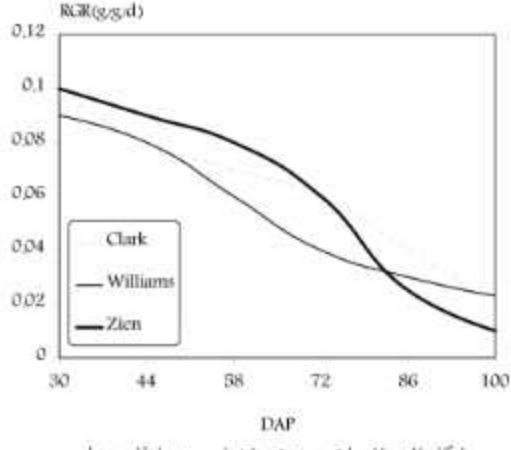
شکل۵ - تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام

زمانی بدست می‌آید که گیاهان به اندازه کافی بلند یا متراکم شده باشند که بتوانند از تمام عوامل محیطی حداکثر استفاده را بنمایند.




شکل ٦ - تغییرات سرعت رشد محصول نسبت به نژادهای باکتری

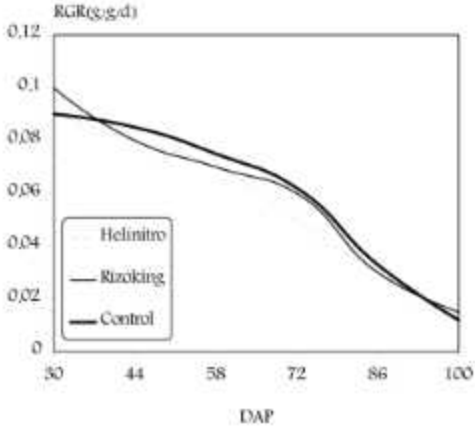
شکل ٦، تغییرات سرعت رشد محصول را نسبت به نژادهای باکتری نشان می‌دهد. دو منحنی هلی‌نیترو و ریزوکینگ دارای روندی شبیه بهم می‌باشند و هلی‌نیترو دارای سرعت رشد محصول بالاتری نسبت به ریزوکینگ است ولی پس از رسیدن به حداکثر، به سرعت کاهش می‌یابد. سرعت رشد محصول بالاتر هلی‌نیترو به دلیل تولید نیتروژن بیشتر بوده، زیرا نیتروژن باعث افزایش سطح برگ و دوام سطح برگ می‌گردد. بنابراین تولید مواد فتوسنتزی بیشتر شده و عملکرد بیشتری نیز حاصل خواهد شد. مقادیر منحنی سرعت رشد محصول تیمار شاهد کمتر بوده، که بدلیل عدم وجود نیتروژن کافی برای رشد گیاه می‌باشد. در نتیجه با توجه به تثبیت نیتروژن بیشتر توسط باکتری هلی‌نیترو، پوشش گیاهی(شاخص سطح برگ) بیشتری حاصل و در نتیجه سرعت رشد محصول افزایش یافته است. رقم ویلیامز بالاترین سرعت رشد را در حدود ۲۳ گرم بر مترمربع در روز داشته و این درحالیست که حداکثر سرعت رشد محصول گزارش شده برای سویا ۳۰ گرم بر مترمربع در روز بوده است. بنابراین جا دارد که از طرق مختلف مقدار سرعت رشد محصول را افزایش دهیم با توجه به اینکه در مقدار عملکرد نهایی مؤثر است در نتیجه عملکرد بیشتری را بدست می‌آوریم.




شکل ۷ - تغییرات سرعت رشد نسبی در ارقام سویا

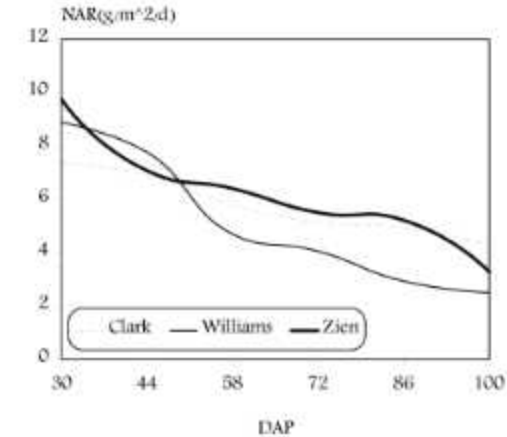
سرعت رشد نسبی. سرعت رشد نسبی نشاندهنده تجمع ماده خشک گیاه در واحد وزن در زمان می‌باشد، که بیشترین مقدار سرعت رشد نسبی در اوایل رشد حاصل می‌گردد. بدین دلیل است که در اوایل دوره رشد گیاه بیشتر بافتها، بافتهای فعال (بافتهای متابولیکی) هستند و با گذشت زمان مقدار بافتهای ساختمانی (غیرمتابولیکی) افزایش می‌یابد. به همین دلیل سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد گیاه، دارای روندی نزولی است.

شکل ۷، روند تغییرات سرعت رشد نسبی را در ارقام سویا نشان می‌دهد. روند نزولی منحنی در دو رقم کلارک و ویلیامز شبیه بهم است. رقم زین تا ۷۲ روز پس از کاشت دارای سرعت رشد نسبی بیشتری نسبت به ویلیامز دارد، اما در مرحله تشکیل و پرشدن دانه، سرعت رشد نسبی ویلیامز بالاتر از سایر ارقام است، که بیانگر دارا بودن بافتهای فتوسنتز کننده بیشتر و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر در این مرحله از رشد گیاه است.




شکل ۸ - تغییرات سرعت رشد نسبی نسبت به نژادهای باکتری

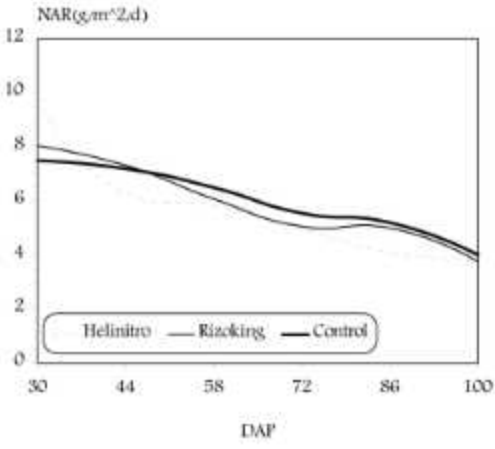
شکل ۸، روند تغییرات سرعت رشد نسبی را در نژادهای باکتری نشان می‌دهد. منحنی سرعت رشد نسبی هلی‌نیترو و ریزوکینگ نزدیک بهم است و عدم تلقیح باکتری(شاهد) باعث کاهش سرعت رشد نسبی نسبت به سایر سطوح باکتری گردیده، به عبارتی کمبود نیتروژن سبب کاهش رشد بافتهای فتوسنتز کننده و در نتیجه پایین بودن سرعت رشد نسبی شاهد شده که در مراحل انتهایی رشد، سرعت رشد نسبی شاهد بالاتر از نژادهای باکتری قرار گرفته، که بدلیل نفوذ بهتر نور به قسمتهای پایین گیاه می‌شود و نور کافی منجر به دوام بیشتر بافتهای فتوسنتز کننده شده و باعث فعال ماندن برگها می‌گردد. بیشتر بودن سرعت رشد نسبی نژادهای باکتری نسبت به شاهد، به دلیل فعالیت باکتریها و در نتیجه تولید بیشتر بافتهای فتوسنتزکننده (بافت فعال) است که منجر به تولید ماده خشک بیشتر می‌شود که قسمت اعظم این مواد به خصوص در مراحل اولیه رشد جهت تولید برگ و اندامهای جدید فتوسنتز کننده مصرف می‌شود.




شکل ۹ - تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در ارقام سویا

سرعت اسیمیلاسیون خالص. میزان فتوسنتز خالص عبارتست از مقدار مواد ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان. سرعت اسیمیلاسیون خالص تخمینی از میانگین راندمان برگها در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است. سرعت اسیمیلاسیون خالص زمانی به بالاترین مقدار می‌رسد که تمام برگها در معرض نور کامل خورشید باشند. بنابراین بیشترین میزان فتوسنتز زمانی است که گیاه کوچک و برگها به اندازه ای باشند که هیچکدام در سایه دیگری قرار نگیرند.

با رشد گیاه برگهای بیشتری بطور کامل یا نسبی در سایه قرار می‌گیرند و از این رو سرعت اسیمیلاسیون خالص در طول فصل رشد، کاهش می‌یابد. کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص با افزایش سن گیاه تا حدودی مربوط به افزایش سن برگها است که در نتیجه راندمان فتوسنتز کاهش می‌یابد(۳).



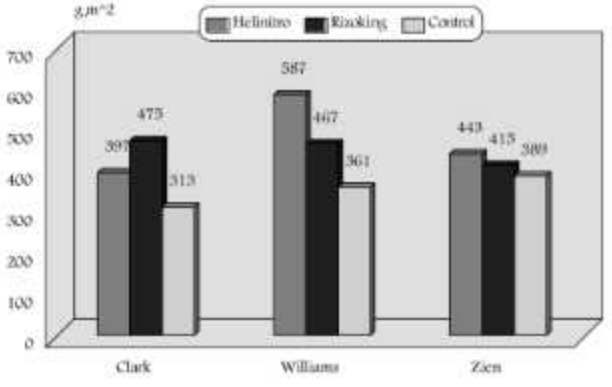

شکل ۱۰ – تغییرات اسیمیلاسیون خالص نسبت به نژادهای باکتری

شکل۹، نشاندهنده روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در ارقام سویا است. رقم زین دارای سرعت اسیمیلاسیون خالص بیشتری است. به این دلیل که همانطوریکه در منحنی شاخص سطح برگ مشاهده می‌گردد این رقم دارای سطح برگ کمتری است که در نتیجه نور بیشتری به برگهای پایین بوته رسیده و مقدار سرعت اسیمیلاسیون خالص، بیشتر می‌باشد. همانطور یکه در منحنی مشاهده می‌گردد روند سرعت اسیمیلاسیون خالص در سه رقم نزولی است ولی در رقم ویلیامز با سرعت بیشتری کاهش می‌یابد که دلیل بر شاخص سطح برگ بیشتر و در نتیجه سایه اندازی بیشتر در این رقم است.

شکل ۱۰، روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص را بین نژادهای باکتری نشان می‌دهد. روند منحنی ها شبیه یکدیگر است، با این تفاوت که مقدار سرعت اسیمیلاسیون خالص در تیمار شاهد بیشتر از بقیه است، که علت آن کمبود نیتروژن و در نتیجه کمتر بودن مقدار شاخص سطح برگ و سایه اندازی کمتر در این تیمار می‌باشد. درصورتیکه باکتری هلی‌نیترو به دلیل تثبیت بیشتر نیتروژن و تولید بیشتر شاخص سطح برگ، از سرعت اسیمیلاسیون خالص کمتری برخوردار است. عملکرد دانه. با توجه به شکل ۱۱ مشخص است رقم ویلیامز تحت تأثیر باکتری هلی‌نیترو بیشترین مقدار عملکرد دانه را دارا می‌باشد، که در ارتباط با آنالیز رشد می‌توان به بالا بودن ماده خشک کل در این رقم و از طرفی اختصاص سهم بیشتری از ماده خشک کل تولید شده به قسمتهای زایشی اشاره نمود که منجر به افزایش شاخص برداشت در این رقم گردید. همچنین ماده خشک کل تولید شده در این رقم نتیجه بیشتر بودن فاکتورهایی از قبیل شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول می‌باشد و زمانیکه این دو مؤلفه به حداکثر مقدار خود رسیدند برای مدت زمان بیشتری این حداکثر را حفظ نموده و تولید بیشتری را داشتند.

بنابراین با توجه به مؤلفه‌های ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ می‌توان رقم برتر را تشخیص داد. همانطور که ذکر گردید رقم ویلیامز از لحاظ ژنتیکی دارای برتری بیشتری در ارتباط با سازگاری به شرایط منطقه نسبت به دو رقم کلارک و زین بود و این درحالیست که باکتری هلی‌نیترو به دلیل فعالیت و همچنین دوام بیشتر آن در طول دوره رشد گیاه(تولید تعداد گرهکهای فعال بیشتر) و در نتیجه تثبیت بیشتر نیتروژن، باعث افزایش رشد اندامهای رویشی و افزایش فتوسنتز گیاه گردید، که در نتیجه مقدار ماده خشک کل

و شاخص سطح برگ و... افزایش یافت ولی با توجه به رابطه معکوس بین شاخص سطح برگ و سرعت اسیمیلاسیون خالص(میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ)، سرعت اسیمیلاسیون خالص کاهش یافت. ولی نهایتاً میزان فتوسنتز در واحد سطح زمین به دلیل افزایش شاخص سطح برگ، افزایش یافت.




شکل ۱۱. عملکرد دانه ارقام سویا تحت تأثیر نژادهای باکتری

علاوه براین، با استفاده از این مؤلفه ها مراحل حساستر و پر نیاز گیاه به مواد غذایی، رطوبت و سایر عوامل مشخص گردید که تقریبا ٤٤ تا ٧٥ روز پس از خروج گیاهچه از خاک گیاه بیشترین نیاز به مواد غذایی و آب را دارا می‌باشد(با توجه به اینکه شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول و در نتیجه ماده خشک کل تقریبا بطور خطی افزایش می‌یابد) و هر گونه تنش محیطی مخصوصا در این دوره می‌تواند عملکرد دانه را از لحاظ کمی و کیفی کاهش دهد.

## منابع


۱. کوچکی، ع. و ج. خلقانی. ۱۳۷٤. شناخت مبانی تولید محصولات زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

2. Bemer, E. and C. V. Kessl.1990. Selection of Rhizobium leguminosarum strains for lentil under growth room and field condition. Plant and soil Sc.121, 47-56.

3. Fajeria, K. L. and V. C. baliyer .1991. Growth and mineral nutrition of field crops. 245-279.

4. Kaplan, S. L. and H. R. Kollen.1997. Leaf area and $co_2$ -exchange rate as determination of rate of vegetative growth in soybean plants. Crop Sci., 17,35-38.

5. Koller, H. R., W. E. Nyiquist and I. S. Kourosh. 1995. Growth analysis of soybean community. Crop Sci., 10,215-218.

6. Leffel, R. C. and P. B. Cregan. 1992. Nitrogen metabolism of normal and high-seed-protein soybean. Crop Sci., 32, 805-808.

7. Serraj, R., L. H. Allen., J. R. Sinclair. 1999. Soybean leaf growth and gas exchange response to drought under carbon dioxide enrichment. Global Change Bio. 5, 283-291.

8. Sneller, C. H. 2000. Improved soybean drought tolerance through improved nitrogen fixation and genetic transformation. Agron. univer. arkansas.

9. Vasilas, B.L. and R.L. Nelson. 1992. N2-fixation, dry matter and N accumulation in soybean lines with different seed fill periods. Can. j. plant Sci. 12,1067-1074.

10. Vandez, V. and R.T.Sinclair. 2000. Leaf ureide degradation and $N_2$ fixation tolerance to water deficit in soybean. Agri. Res. Ser., 35. 201-206.

11. Zahran, H. H. 1999.Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. Micro. Mol. Biol., 63. 968-989.