بررسی اثرات باکتری‌های حل کننده فسفات و بیوچار بر شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک در گیاه سویا

جواد رحمانی ارچنگانی ، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان rahmani.j.71@gmail.com
بهنام کامکار (نویسنده مسئول)، دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان behnamkamkar@yahoo.com
محمد انتصاری، دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان mentesari@alumni.ut.ac.ir

بررسی اثرات باکتری‌های حل کننده فسفات و بیوچار بر شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک در گیاه سویا

چکیده

از مؤلفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بیشتر انواع نهاده‌ها، به ویژه کودهای شیمیایی است که کاربرد آن‌ها مشکلاتی را برای انسان، خاک و محیط زیست فراهم می‌نماید. به منظور بررسی اثرات تلقیح باکتری (سودوموناس فلورسنت، باسیلوس سوبتیلیس و شاهد) و بیوچار (سیب زمینی، خمیرکاغذ و شاهد) بر شاخص سطح برگ و ماده خشک گیاه سویا، آزمایشی به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به صورت کشت مزرعه‌ای انجام شد. نتایج نشان دادند که بیشترین افزایش شاخص سطح برگ مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی با باکتری سودوموناس فلورسنت در مراحل هشت‌برگی، شروع غلاف‌دهی و پرشدن دانه به ترتیب به میزان ۴/۱۱، ۷/۷۳ و ۶/۷۶ بود که شاخص سطح برگ را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (عدم تلقیح و کاربرد باکتری و بیوچار) افزایش داد ($P<0/50$) اما تفاوت معنی‌داری با تیمار برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ با باکتری باسیلوس سوبتیلیس نشان نداد ($P<0/50$). همچنین، بالاترین مقدار وزن خشک در مراحل چهار برگی و شروع گلدهی به ترتیب ۳۷/۷۳ و ۶۸۵/۹۰ گرم در متر مربع مربوط به برهمکنش باکتری باسیلوس سوبتیلیس با بیوچار خمیرکاغذ و در مرحل هشت‌برگی و غلاف‌دهی به ترتیب ۰۴۰۱ مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی با باکتری سودوموناس فلورسنت بود که وزن خشک را به طور معنی‌داری /۵۴۳ و ۱/۱۹ نسبت به شاهد افزایش داد ($P<0/50$). کمترین مقدار تجمع ماده خشک (۱۵۱۱/۶) مربوط به شاهد و بالاترین میزان تجمع ماده خشک (۸۶۶۱/۴) مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی با باکتری سودوموناس فلورسنت بود که افزایش ۴۴ درصدی نسبت به شاهد داشت.

کلید واژه‌ها: باکتری، بیوچار، شاخص سطح برگ، وزن خشک، سویا

۱- مقدمه

سویا (*Glycine max L.*) *گیاهی علفی از خانواده بقولات است که* سرآمد گیاهان روغنی تولید شده در جهان است. سویا گیاهی است که از آسیای جنوب شرقی به آمریکا رفته و بالاترین سطح زیر کشت و تولید دانه‌های روغنی و پروتئین را در جهان به خود اختصاص داده است. (مرادی تلاوت و سیادت، ۱۹۳۱).استفاده از ریزوباکترهای محرک رشد به طور پیوسته در کشاورزی در حال افزایش است و راهی برای جایگزینی کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و مکمّل‌ها برای جلوگیری از آلودکی محیط زیست ارایه می‌دهند (اشرف زمان و همکاران، ۲۰۰۹).

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

باکتری‌های جنس سودوموناس از سری باکتری‌های محرک رشد هستند که به طور وسیعی در طبیعت گسترش پیدا کرده‌اند و می‌توانند از بیشتر محیط‌ها شامل خاک، ریزوسفر و فیلوسفرگیاه یا آب جدا شوند (الکساندر و همکاران، ۳۹۹۱) و به عنوان یک کنترل کننده زیستی نیز عمل کنند. باکتری‌های جنس سودوموناس به دلیل توزیع گسترده در خاک، توانایی کلونیزاسیون ریزوسفر بسیاری از گیاهان و تولید طیف متنوعی از متابولیت‌های محرک رشد گیاهی از جمله تولید سیدروفور (میر، ۰۰۰۲)، تولید سیانید هیدروژن (اسچیپرز و همکاران، ۰۹۹۱)، تولید اکسین (پتنو، ۲۰۰۲) و حل‌کنندگی فسفات (رشید و همکاران، ۴۰۰۲) از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

باکتری‌های *B. ilitbus* با تشکیل ساختارهای شبه بیوفیلم، آرابیدوپسیس را کلونیزه نموده و گیاهان را در مقابل آلودگی به بیمارگرها محافظت می‌نمایند (بایس و همکاران، ۴۰۰۲). دورسان و همکاران (۰۱۰۲) طی محلول‌پاشی سویه‌های مختلف باکتری باسیلوس روی گیاهانی مثل خیار و گوجه، شاهد افزایش جذب نیتروژن، منیزیم و منگنز در گیاه بودند که در نتیجه آن میزان سبزینگی برگ هم افزایش یافت. باست و شمس‌الدین (۰۱۰۲) اظهار داشتند که مقدار عناصری مثل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و حتی آهن در گیاهان تلقیح شده با باکتری افزایش داشت.

بیوچار زغال تهیه شده از زیست توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که سوختن آن‌ها در حضور اکسیژن کم یا عدم حضور اکسیژن انجام می‌شود. این ماده به علت تجزیه بسیار کند نسبت به سایر مواد آلی ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی اکسید کربن و متان دارد و می‌تواند کربن را برای دوره‌های طولانی ذخیره کند (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۲). بیوچار را می‌توان از کود و بقیه ضایعات حیوانات نیز تولید کرد که می‌توان به عنوان نمونه ضایعات پوست و پر پرندگان را نام برد (کو و همکاران، ۰۱۰۲). پیرولیز این گونه مواد باعث تولید توأم انرژی و بیوچار شده که مقادیر نسبتا زیادی از عناصر

مغذّی گیاهی مانند فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم دارد. اضافه کردن مواد بیوچار شده به خاک ترکیب شیمیایی ماده آلی خاک را با جذب کربن آلی محلول تغییر می‌دهد (پیتیکاینن و همکاران، ۲۰۰۰). این تغییرات باعث مقاومت ماده آلی خاک در برابر تخریب میکروبی و معدنی‌شدن می‌شود، در نتیجه ماده آلی خاک می‌تواند از چند صد تا چند هزار سال در خاک باقی بماند (لهمن و همکاران، ۲۰۰۶).

۳- توسعه فرضیه‌ها و الگوی مفهومی

بیوچار به عنوان یک نهاده مهم برای کشاورزی پایدار می‌تواند راهی برای خلاصی از ضایعات کشاورزی، فاضلاب و نظایر آن با کمترین انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد و هنگامی که در زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد علاوه بر افزایش حاصلخیزی باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی هم می‌شود (لل، ۲۰۰۶). این تحقیق به منظور بررسی اثر بیوچار ضایعات سیب‌زمینی و خمیرکاغذ و تلقیح سویه‌هایی از باکتری‌های سودوموناس فلورسنس و باسیلوس سوبتیلیس و اثرات متقابل آن‌ها بر شاخص سطح برگ و ماده خشک گیاه سویا در طول فصل زراعی در شرایط مزرعه‌ای انجام شده است.

٤- روش شناسی

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی پژوهشی شماره یک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در ۵ کیلومتری جاده قدیم گرگان – کردکوی به اجرا درآمد.

خمیر کاغذ و ضایعات سیب‌زمینی با همکاری سازمان محیط زیست کرج تهیه شد. ضایعات در داخل کوره در دمای ۰۰۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت حرارت داده شدند. یک شبانه روز به نمونه‌ها فرصت داده شد تا به دمای محیط برسند.

فاکتورهای مورد بررسی شامل بیوچار (در سه سطح A_1, A_2, A_3؛ به ترتیب سیب‌زمینی، خمیرکاغذ و شاهد) و باکتری (در سه سطح B_1, B_2, B_3 ؛ به ترتیب سودوموناس، سوبتیلیس و شاهد) در چهار تکرار به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. طریقه قرار گرفتن تیمارها در هر بلوک به شکل تصادفی بود. بدین منظور باکتری‌ها در کرت‌های اصلی و بیوچار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

در داخل هر تکرار نه تیمار (فاصله تیمارها از یکدیگر یک متر، اندازه هرکرت ۱۲ متر و فاصله هر تکرار از یکدیگر یک متر) قرار گرفت. هر کرت شامل هفت خط کاشت به طول ۴ متر بود. فاصله بوته‌ها در ردیف ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده دی پی ایکس بود که در استان گلستان دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشد. عمق کاشت برای همه بذرها یکسان و بین ۵-۳ سانتی‌متر بود. بر اساس نتیجه آزمایش تجزیه خاک ۰۰۱ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۰۰۱ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۰۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره در زمان کاشت به خاک اضاف شد. میزان کاربرد بیوچار ۵ تن در هکتار (نیم کیلوگرم در متر مربع) بود.

باکتری‌های پروبیوتیک شامل سودوموناس فلورسنت (*Pseudomonas fluorescens*) و باسیلوس سوبتیلیس (*Bacillus_subtilis*) نیز از موسسه آب و خاک کشور تهیه شدند. باکتری‌ها پس از کمی مرطوب‌شدن توسط آب با جمعیت $^{۷}۰۱$ با بذور آغشته شدند و به مدت نیم ساعت در هوای آزاد خشک گردید. بدلیل اینکه باکتری‌ها به نور خورشید حساس بودند کلیه مراحل آغشته‌سازی تا خشک‌کردن در سایه انجام پذیرفت.

با توجه به اینکه کشت محصول به عنوان کشت دوم بود با کشت بعد از برداشت گندم انجام شد. قبل از کاشت به منظور تعیین درصد جوانه‌زنی بذر، تست جوانه‌زنی در آزمایشگاه انجام گرفت. عملیات کاشت به شکل دستی در ششم تیرماه صورت گرفت. در طول دوره آزمایش آفات و بیماری‌ها از طریق سم‌پاشی کنترل و سله‌شکنی و وجین علف‌های هرز به صورت دستی در دو نوبت و همزمان انجام شد. فاصله زمانی آبیاری در طول فصل رشد بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی صورت گرفت، به مقداری که تنشی به سویا وارد نشود.

به منظور بررسی تاثیر تیمارهای مورد نظر بر شاخص سطح برگ و ماده خشک گیاه سویا در مراحل چهار برگی، شش برگی، شروع گلدهی، شروع غلاف‌دهی و شروع پرشدن دانه اندازه‌گیری شد. در هر مرحله اندازه‌گیری به طور تصادفی از خطوط اصلی هر واحد آزمایشی، ۵ بوته از بین سایر بوته‌ها به تصادف انتخاب و با حذف یک ردیف از کناره‌ها و ۰۲ سانتی‌متر از ابتدا و انتها با در نظر گرفتن اثر حاشیه اندازه‌گیری شد. در هر نمونه‌گیری، نمونه‌ها در داخل کیسه پلاستیکی ریخته شده و جهت انجام بررسی‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، برگ‌های خشک، زرد و سیاه جدا شدند و در اندازه‌گیری سطح برگ فقط مساحت برگ‌های سبز ثبت شد (برگ‌هایی که ۰۵ درصد یا بیشتر مساحت آن سبز بودند به عنوان برگ سبز در نظر گرفته شد). پس از آن با دستگاه سطح برگ سنج (T-ATLED) و از رابطه ۱ شاخص سطح برگ محاسبه شد.

$$LAI= PLA\times DEN/10000 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن LAI شاخص سطح برگ، PLA متوسط سطح برگ هر بوته (سانتی‌متر مربع در بوته) و NED تراکم واقعی (بوته در متر مربع) می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای توصیف سطح برگ از مدل لجستیک (راحمی کاریزکی، ۱۳۸۵) (رابطه ۲) استفاده شد.

$$Y=((a\times\exp((-a)*(x-b))*c))/((1+\exp((-a)*(x-b)))^2) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این معادله، a و C یک ضریب ثابت هستند و میزان چرخش منحنی را نشان می‌دهد، b زمان پس از کاشت است که در آن شاخص سطح برگ به حداکثر می‌رسد. پس از برازش این مدل متغیرهای مرتبط با پویایی شاخص سطح برگ مثل حداکثر شاخص سطح برگ با حل عددی به دست آمد (غدیریان و همکاران، ۰۹۳۱).

برای توصیف ماده خشک تجمعی نیز از مدل بتا (ین و همکاران، ۲۰۰۳) و از رابطه ۳ استفاده شد.

$$Y=W_{max}(1+ (te-x)/(te-tm))*(x/te)^{(te/(te-tm)} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در آن؛ W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، te زمان پایان دوره رشد، t_m مدت زمانی است که سرعت رشد محصول به حداکثر خود می‌رسد(در این زمان مقدار ماده خشک به نصف مقدار حداکثر خود رسیده است)، X روز پس از کاشت گیاه و Y ماده خشک تجمعی را نشان می‌دهد.

تجزیه واریانس داده‌ها، تجزیه رگرسیون، برازش محنی‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش DSL با استفاده از نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۶۸۳۱) انجام شد.

۵- تحلیل داده‌ها و یافته های پژوهش

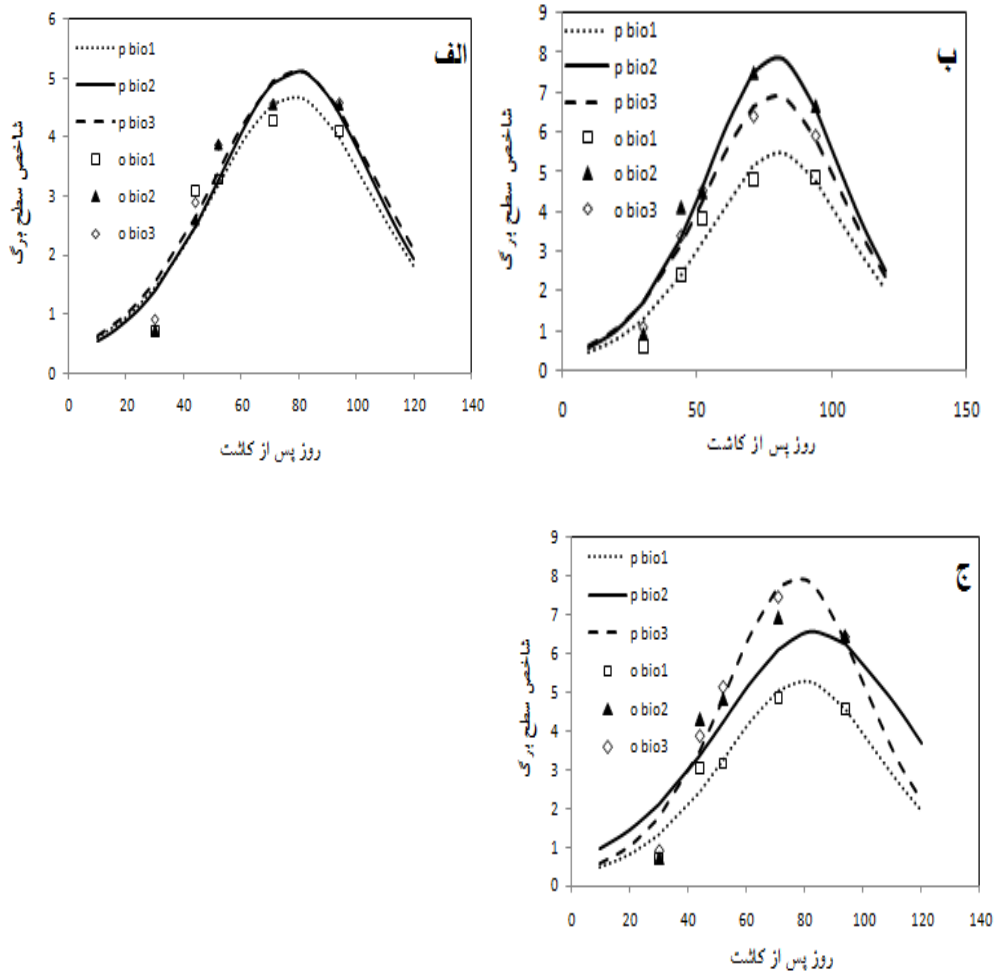
شاخص سطح برگ: تغییرات شاخص سطح برگ در باکتری و بیوچار دارای سه مرحله اصلی بود (شکل ۱). مرحله اول که در آن سرعت تغییرات کند و از کشت تا حدود ۳۵ روز پس از کاشت ادامه داشت. روند تغییرات پس از این مرحله نشان داد سطح برگ تا ۸۵ روز پس از کاشت به طور خطی افزایش یافت. نمودار نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ در ۸۲ روز پس از کاشت همزمان با مرحله غلاف‌دهی کامل بدست آمد. ملک و همکاران (۱۹۳۱) و جیان جین و همکاران (۰۱۰۲) نیز در آزمایش انجام داده روی ارقام 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 سایه اندازی، پیری، خشک شدن و ریزش برگ‌ها کاهش می‌یابد. در بررسی‌های مختلف نیز چنین نتایجی گزارش شده است (پورهادیان و خواجه‌پور، ۶۸۳۱). بررسی ضرایب a، b و c به ترتیب مربوط به سرعت تولید سطح برگ، زمان لازم رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ و سرعت کاهش سطح برگ را نشان می‌دهد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس مربوط به میزان شاخص سطح برگ نشان می‌دهد باکتری، بیوچار و برهمکنش آن‌ها اختلاف معنی‌داری دارند، بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، بیوچار در کلیه مراحل فیزیولوژیکی در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود، باکتری در مراحل 4v، 8v، 1R و 5R در سطح احتمال ۱ درصد و در مرحله 3r در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و برهمکنش بیوچار و باکتری در مراحل 4v، 8v و 1r در سطح احتمال ۱ درصد و در مراحل 3r و 5r در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

مقایسه میانگین داده‌ها در مراحل اولیه رشد (4V) نشان داد که بالاترین شاخص سطح برگ (۱/۸۰) مربوط به برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ و باکتری سودوموناس فلورسنت و حداقل شاخص سطح برگ (۰/۵۹) مربوط به باکتری سودووناس فلورسنت است؛ در مرحله V8 بالاترین شاخص سطح برگ (۴/۳) مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی و باکتری باسیلوس سوبتیلیس و کمترین شاخص سطح برگ (۲/۹۵) مربوط به بیوچار سیب‌زمینی بود، در مرحله گلدهی (1R) بالاترین شاخص سطح برگ (۵/۱) مربوط به برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ و باکتری باسیلوس سوبتیلیس و حداقل شاخص سطح برگ (۳/۱) مربوط به باکتری باسیلوس سوبتیلیس بود، در مرحله غلاف‌دهی (5r) بالاترین شاخص سطح برگ (۷/۲۴) مربوط به برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ و باکتری باسیلوس سوبتیلیس و حداقل شاخص سطح برگ (۴/۸۲) مربوط به شاهد بود و در مرحله شروع پر شدن دانه (5r) بالاترین شاخص سطح برگ (۶/۷۶) مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی و باکتری سودوموناس فلورسنت و حداقل شاخص سطح برگ (۴/۹۰) مربوط به شاهد بود (جدول ۴). بالاترین شاخص سطح برگ (۷/۴۸) مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی و باکتری سودوموناس فلورسنت و کمترین شاخص سطح برگ (۴/۳۶) مربوط به شاهد بود (شکل ۱). آما و همکاران (۰۱۰۲) مشاهده کردند که سطح برگ در نتیجهٔ تلقیح باکتری سودوموناس با بذر افزایش یافته است. همچنین، شیخ علیپور و همکاران (۴۹۳۱) استفاده از باکتری سودوموناس به عنوان کود زیستی را در بهبود عملکرد و جذب بهتر عناصر و افزایش سطح برگ و کیفیت میوه گوجه فرنگی توصیه کردند.

ضرایب همبستگی (جدول ۳) ارتباط مثبت و معنی‌داری بین شاخص سطح برگ در کلیه مراحل رشدی با عملکرد نشان می‌دهد، به دلیل اینکه شاخص سطح برگ بیشتر سبب افزایش استفاده از تشعشع و افزایش فتوسنتز شده و در نتیجه افزایش وزن خشک و عملکرد می‌شود. نتایج بدست آمده با گزارش سایرین از جمله گاردنر و همکاران (۵۸۹۱)،

کومودینی و همکاران (۲۰۰۲) که نشان دادند افزایش شاخص سطح برگ در مراحل زایشی به ویژه در طی مرحله پر شدن دانه باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد، همخوانی دارد.



شکل ۱- روند تغییرات سطح برگ در بیوچارهای مختلف در عدم تلقیح باکتری (الف)، باکتری سودوموناس فلورسنت (ب) و باکتری باسیلوس سوبتیلیس (ج) توسط مدل لجستیک. علائم اختصاری bio1، bio2 و bio3 به ترتیب نشان دهنده عدم استفاده بیوچار، بیوچار سیب‌زمینی و بیوچار خمیرکاغذ هستند. همچنین علامت O نشان دهنده داده‌های مشاهده شده و P نشان دهنده خط برازش یافته بین داده‌ها توسط مدل می‌باشد.

Web: Agrinat.ir
gmail: Agrinat@gmail.com

		df	سطح برگ در (v4)	سطح برگ در (v8)	سطح برگ در (r1)	سطح برگ در (r3)	سطح برگ در (r5)
	تکرار	۳	۰/۰۱۱ns	۱/۰۴۸**	۰/۰۰۷ns	۰/۸۱۷ns	۰/۸۱۷ns
	باکتری	۲	۰/۰۲۹**	۲/۲۷۴**	۱/۶۹۳**	۱۰/۳۰۸*	۷/۹۵۳**
	باکتری*تکرار	۶	۰/۰۰۲ns	۰/۰۸۶ns	۰/۰۵۷ns	۱/۴۷۱ns	۰/۲۴۲ns
	بیوچار	۲	۰/۲۷۱**	۲/۱۰۵**	۴/۲۲۶**	۷/۱۷۳**	۶/۳۳۰**
	بیوچار*باکتری	۴	۰/۰۳۳**	۱/۳۳۱**	۰/۶۵۰**	۳/۴۸۰*	۰/۸۴۰*
	R^2		۰/۹۶	۰/۸۲	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۹۱
ج	Cv		۴/۷۴	۱۳/۸۰	۴/۵۷	۱۸/۲۵	۷/۷۰
د	R MSE		۰/۰۳	۰/۴۵	۰/۱۸	۱/۰۰	۰/۴۱۲
و							
ل	خطا	۱۸					
۱							
–							

میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های سطح برگ (در مراحل چهار برگی (4v)، هشت برگی (8v)، شروع گلدهی (1r)، غلاف‌دهی (3r) و شروع پر شدن دانه (5r))، ضریب تبیین (R^2)، ضریب تغییرات (VC) و میانگین مربعات خطا (ESMR)

باکتری	بیوچار	a±SE	b±SE	c±SE	RMSE	CV	R^2
شاهد	شاهد	۰/۰±۰۵۰/۰۰۵	۷۷/۲±۷۵/۵۳۲	۳۷۴/۳۱±۰۰/۶۱۷	۰/۸۲	۲۶/۶۶	۰/۶۴
	کل			۳۵			

**، * و ns به ترتیب معنی‌داري در سطح احتمال ۱ درصد، ، ۵ درصد و عدم معنی‌داري است.

	سیب‌زمینی	۰/۰±۰۵۱/۰۰۴	۷۸/۲±۸۴/۰۸۶	۳۹۶/۲۷±۲۰/۵۳	۰/۸۰	۲۴/۶۳	۰/۷۲
	خمیرکاغذ	۰/۰±۰۴۴/۰۰۴	۷۸/۲±۸۲/۲۹۷	۴۱۵/۳۱±۵۰/۱۱۵	۰/۷۹	۲۳/۶۶	۰/۷۱
سودوموناس فلورسنت	شاهد	۰/۰±۰۵۴/۰۰۴	۸۰/۱±۱۵/۸۵۶	۴۰۵/۲۵±۱۰/۲۰۵	۰/۷۸	۲۳/۷۹	۰/۷۹
	سیب‌زمینی	۰/۰±۰۵۷/۰۰۳	۷۸/۱±۹۶/۴۶۶	۵۵۳/۲۸±۹۰/۵۷۷	۱/۲۱	۲۵/۸۲	۰/۷۴
	خمیرکاغذ	۰/۰±۰۵۰/۰۰۳	۷۸/۱±۶۴/۲۹۲	۵۰۵/۲۲±۷۰/۵۴۰	۱/۰۱	۲۳/۸۱	۰/۷۵
باسیلوس سوبتیلیس	شاهد	۰/۰±۰۵۳/۰۰۴	۷۹/۱±۳۱/۸۲۲	۳۹۳/۲۴±۵۰/۱۲۷	۰/۷۹	۲۴/۲۷	۰/۷۴
	سیب‌زمینی	۰/۰±۰۴۳/۰۱۲	۸۳/۸±۶۰/۷۶۲	۵۹۸/۱۴۸±۳۰/۵۰۰	۱/۷۰	۳۹/۳۴	۰/۵۲
	خمیرکاغذ	۰/۰±۰۵۹/۰۰۳	۷۷/۱±۲۰/۱۲۳	۵۳۹/۲۲±۸۰/۱۳۹	۱/۳۱۸۷	۲۷/۸۴	۰/۶۹

جدول ۲- ضرایب پیش بینی شاخص سطح برگ (a±SE، b±SE، c±SE)، میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تغییرات (CV) و ضریب تبیین (R^2) برای مدل لجستیک در توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ و روز پس از کاشت برای بیوچار (شاهد، سیب‌زمینی و خمیرکاغذ) در باکتری‌های مختلف.

همایش جامع کشاورزی
منابع طبیعی و محیط زیست پایدار
Comprehensive conference on agriculture,
natural resources and sustainable environment
Web: Agrinat.ir
gmail: Agrinat1@gmail.com

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱) سطح برگ در v4	۱														
۲) سطح برگ در v8	۰/۳۱ ns	۱													
۳) سطح برگ در r1	۰/۴۸**	۰/۶۴**	۱												
۴) سطح برگ در r3	۰/۴۸**	۰/۵۷**	۰/۶۱**	۱											

جدول ۳- ضرایب همبستگی شاخص‌های رشدی سویا در مراحل مختلف فیزیولوژیک.

۵) سطح برگ در r5	۰/۴۱**	۰/۶۷**	۰/۸۱**	۰/۷۱**	۱								
۶) ماده خشک در v4	۰/۷۳**	۰/۱۴ns	۰/۵۴**	۰/۴۸**	۰/۴۲**	۱							
۷) ماده خشک در v8	۰/۲۹ns	۰/۷۹**	۰/۵۶**	۰/۵۸**	۰/۶۹**	۰/۲۶ns	۱						
۸) ماده خشک در r1	۰/۵۶**	۰/۵۸**	۰/۸۷**	۰/۶۲**	۰/۶۹**	۰/۶۹**	۰/۵۲**	۱					
۹) ماده خشک در r3	۰/۳۵*	۰/۶۶**	۰/۷۲**	۰/۷۱**	۰/۸۵**	۰/۴۵**	۰/۷۷**	۰/۷۳**	۱				
۱۰) ماده خشک در r5	۰/۳۹*	۰/۴۷**	۰/۷۸**	۰/۵۰**	۰/۷۹**	۰/۴۶**	۰/۵۲**	۰/۷۱*	۰/۷۸**	۱			
۱۱) ماده خشک در r8	۰/۴۱*	۰/۵۶**	۰/۷۵**	۰/۶۴**	۰/۸۳**	۰/۴۶**	۰/۶۶**	۰/۶۸**	۰/۸۵**	۰/۸۹**	۱		
۱۲) غلاف دربوته	۰/۳۰ns	۰/۶۷**	۰/۶۰**	۰/۴۳**	۰/۷۲**	۰/۲۰ns	۰/۷۷**	۰/۴۴**	۰/۶۶**	۰/۶۳**	۰/۶۴**	۱	
۱۳) دانه در غلاف	۰/۰۷ns	-۰/۲۷ns	-۰/۳۰ns	-۰/۳۵*	-۰/۴۵**	۰/۱۲ns	-۰/۴۷**	-۰/۲۲ns	-۰/۵۶**	-۰/۳۹*	-۰/۴۸**	-۰/۳۹*	۱
۱۴) وزن هزاردانه	۰/۲۵ns	۰/۶۱**	۰/۶۳**	۰/۶۳**	۰/۸۰**	۰/۲۰ns	۰/۷۸**	۰/۵۳**	۰/۸۶**	۰/۷۱**	۰/۸۳**	۰/۷۰**	-۰/۸۱**
۱۵) عملکرد در هکتار	۰/۴۲**	۰/۶۸**	۰/۷۳**	۰/۶۹**	۰/۸۷**	۰/۳۹*	۰/۸۰**	۰/۶۳**	۰/۸۸**	۰/۸۰**	۰/۹۲**	۰/۷۵**	-۰/۵۲**

**، * و ns به ترتیب معنی‌داري در سطح احتمال ۱ درصد، ، ۵ درصد و عدم معنی‌داري است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و بیوچارهای مختلف بر شاخص‌های سطح برگ در مراحل چهار برگی (4v)، هشت برگی(8v)، گلدهی (1R)، تشکیل غلاف (3R) و پرشدن دانه (5R).

باکتری	بیوچار	شاخص سطح برگ در (V4)	شاخص سطح برگ در (V8)	شاخص سطح برگ در (R1)	شاخص سطح برگ در (R3)	شاخص سطح برگ در R5()
شاهد	شاهد	۰/۷^{cd}	۳/۰۷^{cd}	۳/۲۸^{e}	۴/۲۸	۴/۰۹^{d}
	سیب‌زمینی	۰/۷۴^{c}	۲/۵۹^{ed}	۳/۸۷^{d}	۴/۵۴^{c}	۴/۵۳^{cd}
	خمیرکاغذ	۰/۸۹^{b}	۲/۸۹^{ecd}	۳/۸۷^{d}	۴/۵۷^{c}	۴/۵۹^{cd}
سودوموناس فلورسنت	شاهد	۰/۵۹^{e}	۲/۴۲^{e}	۳/۸۴^{d}	۴/۸۲^{c}	۴/۸۹ ^{c}
	سیب‌زمینی	۰/۸۹^{b}	۴/۱۱^{a}	۴/۴۸^{cb}	۷/۳۷^{a}	۶/۶۷^{a}
	خمیرکاغذ	۱/۰۸^{a}	۳/۳۸^{bc}	۴/۵۳^{cb}	۶/۴۲^{ab}	۵/۹۳^{b}
باسیلوس سوبتیلیس	شاهد	۰/۶۷^{d}	۳/۰۳^{ecd}	۳/۱۴^{e}	۴/۸۶^{c}	۴/۵۸^{cd}
	سیب‌زمینی	۰/۷۱^{cd}	۴/۳^{a}	۴/۸۱^{ab}	۵/۳۸^{cb}	۶/۴۳^{ab}
	خمیرکاغذ	۰/۸۹^{b}	۳/۸۵^{ab}	۵/۱^{a}	۷/۴۲^{a}	۶/۳۹^{ab}

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

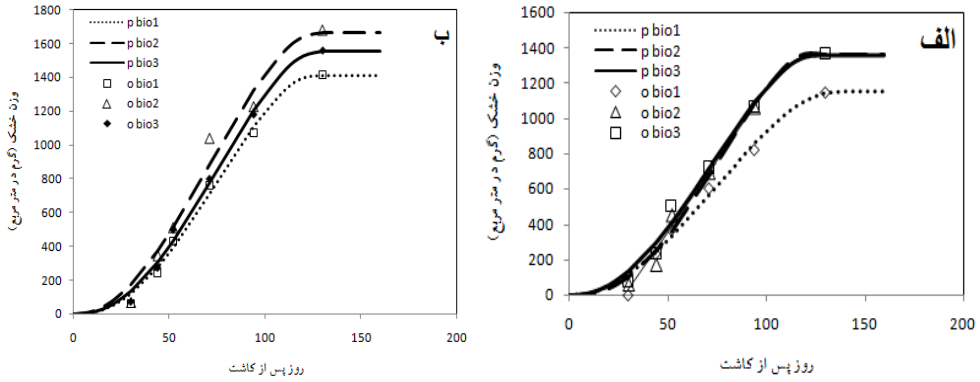
تجمع ماده خشک: روند تغییرات ماده خشک ارقام مختلف سویا در طول فصل رشد دارای سه مرحله بود (شکل ۲). مرحله اول، فاز نمایی که در آن سرعت تغییرات تا ۳۵ روز پس از کاشت به کندی صورت می‌گرفت. پس از این مرحله ماده خشک تا حدود ۰۰۱ روز پس از کاشت (مرحله دانه‌بندی) با سرعت بیشتری افزایش یافت و دارای رشد خطی بود. در مرحله سوم تغییرات ماده خشک تا شروع رسیدگی فیزیولوژیک (۰۳۱ روز پس از کاشت) که در آن ماده خشک به حداکثر میزان خود می‌رسید به آرامی افزایش می‌یافت. این نتایج توسط سایر محققان نیز تایید شده است. به طوری که لطیفی (۶۹۹۱) در گزارش خود اعلام کرد 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 فیزیولوژیکی رسیده و رشد متوقف می‌گردد. نتایج همبستگی صفات نشان داد که داری بین شاخص سطح برگ با وزن خشک به خصوص در مراحل رشد زایشی، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

جهت توصیف تجمع ماده خشک در گیاه از معادله بتا (رابطه ۴) استفاده شد. که حداکثر ماده خشک تولید شده و زمان حصول ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک از این معادله بدست آمد، به طوری که مقادیر ضرایب تبیین همگی بزرگتر از ۰/۹۵ بودند (جدول ۷). مدت زمان لازم برای رسیدن ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر در ۹ تیمار بررسی شد و نتایج نشان داد (جدول ۷) که مدت زمان رسیدن به این حد بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست.

برهمکنش بین بیوچار و باکتری به غیر از مرحله پر شدن دانه در سایر مراحل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسات میانگین در مرحله 4V نشان داد که بالاترین مقدار وزن خشک در مترمربع (۳۷/۷۳) مربوط به

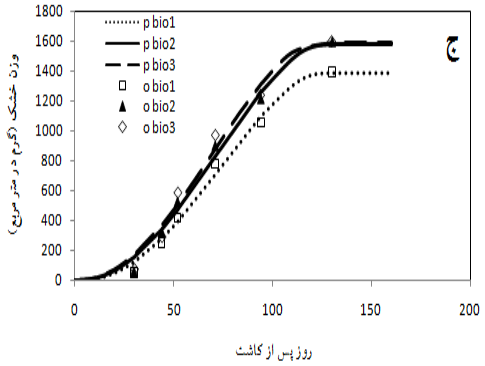
برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ با باکتری باسیلوس سوبتیلیس و کمترین مقدار وزن خشک در متر مربع (۸۴/۴۵) مربوط به باکتری باسیلوس سوبتیلیس است (جدول ۶)؛ با ادامه رشد و شروع گلدهی بالاترین مقدار وزن خشک در مترمربع (۵۸۰/۰۹) مربوط به برهمکنش بیوچار خمیرکاغذ با باکتری باسیلوس سوبتیلیس و کمترین مقدار وزن خشک در مترمربع (۳۶۹/۹۳) مربوط به شاهد بود، در ادامه و در مرحله تشکیل غلاف بالاترین مقدار وزن خشک در مترمربع (۱۰۴۰/۹۱) مربوط به برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی با باکتری سودوموناس فلورسنت و کمترین مقدار وزن خشک در مترمربع (۶۰۵/۸۱) مربوط به شاهد بود (جدول ۶). برهمکنش بیوچار سیب‌زمینی و سودوموناس فلورسنت دارای حداکثر ماده خشک تولیدی (۸۶۶۱/۴) در مترمربع و تیمار شاهد دارای حداقل ماد خشک تولیدی (۱۵۱۱/۶) در مترمربع بودند که افزایش ۴۴ درصدی نسبت به شاهد را به دنبال داشت (جدول ۷). زهیر و همکاران (۲۰۰۲) افزایش وزن تر و خشک بوته ذرت (*Zea mays* syam) با تلقیح بذر با باکتری *سودوموناس* را گزارش نمودند. رائی‌پور و اصغرزاده (۶۸۳۱) گزارش کردند استفاده از باکتری سودوموناس وزن خشک در گیاه سویا را بطور معنی‌دار افزایش داد همچنین، کومار و همکاران (۱۰۰۲) نشان دادند که تلقیح بذور نخود با *سودوموناس فلورسنس* منجر به افزایش و وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهای شاهد شد.

نتایج همبستگی صفات نشان داد که وزن خشک وزن خشک در تمامی مراحل فیزیولوژیک داری همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دارد (جدول ۳). یکی از شرایط لازم جهت حصول عملکرد دانه بالا در گیاه، تولید ماده خشک بیشتر است، زیرا ذخیره مواد فتوسنتزی در برگ‌ها و کل ماده خشک ذخیره شده در واحد سطح از بارزترین خصوصیات رشد است که بر روی عملکرد دانه تأثیر میگذراد (نظامی و راشدمحصل، ۴۷۳۱).



	df	وزن خشک در (v4)	وزن خشک در (v8)	وزن خشک در (r1)	وزن خشک در (r3)	وزن خشک در (r5)
تکرار	۳	۲۹/۵۳ ns	۱۶۵۱/۲۵ ns	۱۴۶۸/۷۱ ns	۲۴۲۳/۴۲ ns	۱۳۱۳/۱۱ ns
باکتری	۲	۱۵۹/۰۴**	۲۱۵۳۳/۴۰**	۱۲۳۴۱/۴۶*	۵۹۶۳۱/۰۶**	۵۹۶۳۱/۰۶**

Web: Agrinat.ir
gmail: Agrinat1@gmail.com



شکل ۲- روند تغییرات وزن خشک در بیوچارهای مختلف در عدم تلقیح باکتری (الف)، باکتری سودوموناس فلورسنت (ب) و باکتری باسیلوس سوبتیلیس (ج) توسط مدل بتا. علائم اختصاری bio1، bio2 و bio3 به ترتیب نشان دهنده عدم استفاده بیوچار، بیوچار سیب‌زمینی و بیوچار خمیرکاغذ هستند. همچنین علامت O نشان دهنده داده‌های مشاهده شده و P نشان دهنده خط برازش یافته بین داده‌ها توسط مدل می‌باشد.

جدول ۵- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس وزن خشک (در مراحل چهار برگی (v4)، هشت برگی (v8)، شروع گلدهی (r1)، غلاف‌دهی (3r) و شروع پر شدن دانه (5r)، ضریب تبیین (R^2)، ضریب تغییرات (VC) و میانگین مربعات خطا (ESMR).

باکتری*تکرار	۶	۴۴/۶۲^{ns}	۱۲۷۲/۱۲*	۱۵۸۷/۳۷*	۲۶۲۲/۳۴^{ns}	۱۵۳۸/۰۱^{ns}
بیوچار	۲	۱۲۳۳/۵۲**	۳۹۱۵/۵۵**	۵۱۰۳۴/۳۸**	۸۵۶۶۷/۷۷**	۸۶۲۸۳/۰۰**
بیوچار*باکتری	۴	۱۳۷/۱۸**	۹۲۲۸/۵۱**	۳۳۴۰/۰۷**	۳۱۰۹۳/۰۰**	۶۴۱/۵۴^{ns}
R^2		۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۴
Cv		۳/۶۲	۷/۵۲	۵/۰۱	۴/۰۲	۴/۳۲
R MSE		۲/۲۲	۱۹/۶۴	۲۳/۹۱	۳۲/۵۱	۳۷/۸۵
خطا	۱۸					
کل	۳۵					

**، * و ns به ترتیب معنی‌داري در سطح احتمال ۱ درصد، ، ۵ درصد و عدم معنی‌داري است.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری و بیوچارهای مختلف بر وزن خشک در مترمربع در مراحل چهار برگی (V4)، هشت برگی(V8)، گلدهی (R1)، تشکیل غلاف (R3).

باکتری	بیوچار	وزن خشک در (v4)	وزن خشک در (v8)	وزن خشک در (r1)	وزن خشک در (r3)
شاهد	شاهد	۵۰/۴۳^{dc}	۲۳۴/۷۸^{d}	۳۶۹/۹۳^{e}	۵۰۶/۱۸^{g}
	سیب‌زمینی	۵۵/۴۶^{c}	۱۶۷/۸۵^{e}	۴۵۰/۸۴^{c}	۶۹۰/۵۱^{f}
	خمیرکاغذ	۷۵/۱۶^{a}	۲۳۴/۱۰^{d}	۵۰۸/۶۸^{b}	۷۲۴/۰۱^{ef}
سودوموناس فلورسنت	شاهد	۵۸/۷۳^{c}	۲۳۸/۸۴^{d}	۴۲۸/۱۸^{c}	۷۵۸/۵۸^{de}
	سیب‌زمینی	۶۸/۹۹^{ab}	۳۴۵/۱۰^{a}	۵۱۲/۴۷^{b}	۱۰۴۰/۹۱^{a}
	خمیرکاغذ	۶۹/۰۴^{ab}	۲۷۰/۸۳^{c}	۴۹۶/۶۲^{b}	۷۹۹/۱۲^{d}
باسیلوس سوبتیلیس	شاهد	۴۸/۵۴^{d}	۲۵۱/۰۳^{cd}	۴۱۳/۸۴^{cd}	۷۷۴/۶۰^{d}
	سیب‌زمینی	۵۳/۸۶^{c}	۳۱۸/۴۶^{ab}	۵۲۱/۳۶^{b}	۸۹۷/۳۴^{c}
	خمیرکاغذ	۷۳/۳۷^{a}	۲۸۲/۳۶^{b}	۵۸۶/۰۹^{a}	۹۷۱/۷۰^{b}

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۷- تخمین ضرایب مدل بتا که در آن؛ w_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، te زمان پایان دوره رشد، t_m مدت زمانی است که سرعت رشد محصول به حداکثر خود می‌رسد، ESMR میانگین مربعات خطا، VC ضریب تغییرات، R^2 ضریب تبیین و افزایش وزن خشک نسبت تیمارها نسبت به شاهد می‌باشد.

باکتری	بیوچار	Wmax±SE	tm±SE	te±SE	RMSE	CV	R^2	افزایش وزن نسبت به شاهد
شاهد	شاهد	۱۱۵۱/۴۵±۶/۵۵	۷۳/۲±۴۵/۴۴	۱۳۷/۹±۱۰/۱۰	۵۹/۲۶	۱۱/۰۰	۰/۹۷	-
	سیب‌زمینی	۱۳۷۴/۲۷±۲۰/۲۳	۷۶/۱±۴۶/۶۵	۱۲۴/۳±۶۰/۱۹	۸۵/۲۵	۱۳/۴۸	۰/۹۶	۱۹%
	خمیرکاغذ	۱۳۵۶/۲۸±۶۰/۸۲	۷۱/۱±۷۶/۹۸	۱۲۶/۴±۶۰/۳۲	۸۷/۵۰	۱۳/۲۴	۰/۹۶	۱۷%
سودوموناس فلورسنت	شاهد	۱۴۱۱/۲۳±۰۰/۰۹	۷۴/۱±۹۰/۴۲	۱۲۷/۳±۰۰/۲۵	۷۳/۳۲	۱۱/۰۸	۰/۹۷	۲۲%
	سیب‌زمینی	۱۶۶۸/۴۶±۴۰/۱۸	۷۱/۲±۰۰/۵۲	۱۲۸/۶±۶۰/۱۹	۱۱۴/۸۳	۱۴/۱۲	۰/۹۶	۴۴%
	خمیرکاغذ	۱۵۵۷/۲۵±۸۰/۷۸	۷۴/۱±۹۰/۳۷	۱۲۸/۳±۹۰/۵۷	۷۳/۶۷	۱۲/۰۹	۰/۹۸	۳۵%
باسیلوس سوبتیلیس	شاهد	۱۳۸۵/۲۹±۸۰/۰۳	۷۴/۱±۱۹/۸۵	۱۲۶/۴±۷۰/۱۲	۸۳/۶۱	۱۲/۷۸	۰/۹۷	۲۰%
	سیب‌زمینی	۱۵۷۸/۳۱±۳۰/۷۵	۷۲/۱±۲۳/۸۲	۱۲۷/۴±۴۰/۲۰	۹۲/۶۱	۱۲/۰۹	۰/۹۷	۳۷%
	خمیرکاغذ	۱۵۹۹/۳۹±۷۰/۴۲	۶۹/۲±۹۷/۴۱	۱۲۴/۴±۷۰/۵۶	۱۲۲/۱۱	۱۵/۳۹	۰/۹۵	۳۸%

٦- بحث و نتیجه‌گیری:

با توجه به جدول مقایسات میانگین مشخص شد که به طور کلی در تمامی مراحل رشدی برهمکنش هر دو نوع بیوچار (سیب‌زمینی و خمیرکاغذ) با باکتری سودوموناس فلورسنت مثبت و معنی‌دار بود. می‌توان نتیجه گرفت که پوشش‌دار کردن بذر با باکتری‌های محرک رشد (سودوموناس فلورسنت و باسیلوس سوبتیلیس) و بیوچار (سیب‌زمینی

و خمیرکاغذ) با توسعهٔ نظام ریشه‌ای موجب بهبود جذب آب و عناصر غذایی، افزایش سطح برگ و در نتیجه بالا بردن کارایی نورساختی و تولید مادهٔ خشک در دورهٔ رویش سویا شده و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه بالا شد.

منابع

پورهادیان، ح.، خواجه پور، م. ر. (۱۳۸۶). تأثیر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص‌های رشد عملکرد گلرنگ، توده محلی اصفهان (کوسه) در کشت تابستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۹، شماره ۲۴. ص ۱۳-۷۱.

رائی‌پور، ل.، علی‌اصغرزاده، ن. (۶۸۳۱). اثرات متقابل باکتری‌های حل‌کننده فسفات و رایزوبیوم بر شاخص‌های رشد، غده‌بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴.

ربیعی، ه.، داوری، م.، مقیمی‌نژاد، س.، ارمغان، ف. (۱۳۹۲). بیوچار (ماده زیستی نیم‌سوز)، ماده اصلاح‌کننده خاک در کشاورزی پایدار. همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، ملایر.

شیخ علی‌پور، پ.، بلندنظر، ص.، ساریخانی، م. ر.، ایرانی، ف. (۴۹۳۱). اثر مایه کوبی برخی جدایه‌های سودوموناس بر رشد و جذب عناصر غذایی گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۶۲، شماره ۱.

مرادی تلاوت، م.، سیادت، ع. (۱۳۹۱). معرفی و تولید گیاهان دانه روغنی. آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۳۷۴ ص.

ملک، م. م.، گالشی، س.، زینلی، ا.، عجم‌نوروزی، ح.، ملک، م. (۱۹۳۱). بررسی أثر شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد محصول بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۵، شماره ۴. ص ۷۱-۱.

نظامی، ا.، راشد محصل، م. ح. (۱۳۷۴). بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۹، شماره ۲. ص ۳۹-۲۲.

Alexander, D. B., & Zuberer, D. A. (1993). Responses by iron-efficient oat cultivation with siderophore-producing bacteria in a calcareous soil. Biol Fert soils. 16: 118-124.

Ashrafuzzaman, M., Farid Akhtar, H. M., Razi Ismail, M., Anamul Hoque, M., Zahurul Islam, S., Shahidullah, M., & Sariah, M. (2009). Efficiency of plantgrowth - promoting *rhizobacteria* (PGPR) for the enhancement of rice growth. Afri. J. Biotechnol. 8 (7): 1247 - 1252.

Bais, H. P., Fall, R., & Vivanco J. M. (2004). Biocontrol of *Bacillus subtilis* against infection of Arabidopsis roots by *Pseudomonas syringae* is facilitated by biofilm formation and surfactin production. Plant Physiol. 134: 307–319.

Baset, M. A., & Shamsuddin, Z. H. (2010). *Rhizobium* as a crop enhancer and biofertilizer for increased cereal production. African Journal of Biotechnology 9(37): 6001-6009.

Cao, X. H. (2010). Properties of dairy-manure-derived biochar pertinent to its potential use in remediation.Bioresource Technology 101 (14): 5225-5228.

Dileep Kumar, S. B., Berggren, I., & Martensson, A. M. (2001). Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent *Pseudomonas* and *Rhizobium*. Plant and Soil 229 (1): 25-34.

Dursun, A., Kinci, M. E., & Donmez, M. F. (2010). Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomat (*Lycopersicon esculent* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). Pakistan Journal Botany 42(5): 3349-3356.

Gardner, F., Pearce, R., & Mitchell, R. L. (1985). Physiology of crop plants. Lowa state university press. Ames. USA. 327 pp.

Jian Jin, A., Xiaobing Liu, A., Guanghua Wang, A., Liang Mi, A., Zhongbao Shen, B., Xueli Chen, B., Stephen, J., & Herbert, C. (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.

Kumudini, S., Hume, D. J., & Chu, G. (2002). Genetic improvements in shortseason soybean, nitrogen accumulation, remobilization and partitioning. Crop Sci. 24: 141–145.

Lal, R. (2006). Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. Land Degradation & Rehabilitation, 17 (2): 197 - 209.

Latifi, N. (1996). Soybean Production (translate). JDM press, Mashhad, Iran. 282 p.

Lehmann, J., & Gaunt, M. R. (2006). Biochar sequestration in terrestrial ecosystems a review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 11 (2): 395-419.

Meyer, D. M. (2000). Pyoverdins:Pigments siderophores and potential taxanomic markers of fluorescent *pseudomonas* species. Arch. Microbiol. 174: 135-142.

Patten, C., & Glick, B .R. (2002). Role of *Pseudomonas putida* Indole acetic Acid in Development of the Host plant Root System. Appl. Environ. Microbiol. 68: 8. 3795-3801.

Pietikäinen, J., & Kiikkilä, O. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. Oikos, 89 (2): 231-242.

Rashid, M., Khalil, S., Ayub, N., Alam, S., & Latif, F. (2004). Organic acids productions solubilization by phosphate solubilizing microorganisms (PSM) under *in vitro* conditions. Pak. J. Biol. Sci. 7: 187-196.

Schippers, B., Bakker, A. W., Bakker, P. A. H. M., & Vanpeer, R. (1990). Beneficial and deleterious effects of HCN-production *pseudomonads* on rhizosphere interaction. Plant and Soil. 129: 75-83.