Archive of SID

"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دوم، شماره ۴، ۱۳۷۹

بررسی افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری در سیستم‌های کشاورزی پایدار در سویا (*Glycine max L.*)

Maximizing of crop yield with the best revenue of using nitrogen fertilizer and inoculation of seed with bacteria in sustainable agricultural systems in soybean (*Glycine max L.*)

محمد رضا دادنیا[۱] و ناصر خدابنده[۲]

چکیده

این بررسی به منظور تعیین بهترین زمان مصرف کود ازت و اثرات متقابل کود-باکتری برای تولید علوفه و دانه بر روی رقم ویلیامز، سویا صورت گرفت. طرح آماری به‌کار رفته در این تحقیق کرت‌های خرد شده (Split Plot Design) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. در این تحقیق عامل A به عنوان تیمار کودی در پنج سطح و عامل B به عنوان تیمار باکتری بود که در دو سطح در نظر گرفته شد. در این پژوهش صفاتی از جمله عملکرد بذر، عملکرد غلاف، شاخص سطح برگ، وزن صددانه، و شاخص برداشت با اندازه‌گیری ده نمونه تصادفی از هر کرت یادداشت شدند. نتایج حاصله از آزمایش نشان دادند که تلقیح بذر با باکتری *Rhizobium japonicum* باعث افزایش رشد گیاه می‌شود به‌طوری که اختلاف معنی داری بین رشد تیمارهایی که با باکتری تلقیح شده بودند وتیمارهایی که بذر آن‌ها با باکتری تلقیح نشده بود مشاهده شد. سپس با استفاده از تجزیه واریانس بهترین تیمار برای تولید علوفه و تولید بذر تشخیص داده شد. نتایج آزمایش نشان دادند که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی از نظر تولید بذر و تولید علوفه وجود دارد، به طوری که میزان تولید علوفه در تیمار کودی دو و میزان تولید بذر در تیمار کودی نسبت به بقیه تیمارها بالاتر است.

واژه‌های کلیدی: سویا، ریزوبیوم، کشاورزی پایدار، تجزیه و تحلیل رشد.

مقدمه

عملکرد دانه در حبوبات از چهار جزء تشکیل می‌یابد، تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد غلاف در هر گیاه یا در هر مترمربع، تعداد بذر در غلاف، وزن بذر یا وزن هزار دانه (Miller, 1973). یکی از پارامترهای مهّم که امروزه در کشاورزی نوین حائز اهمیّت می‌باشد کشاورزی پایدار است. در کشاورزی پایدار بر ثبات عملکرد در طولانی مدّت با حداقل تأثیر بر محیط تأکید می‌شود (Hildebrand, 1990). پس با توجّه به مفاهیم بالا می‌توان به این نتیجه رسید که ترکیبی از ارقام اصلاح شده گیاهان زراعی و ابداع تکنولوژیکی به افزایش تولید تداوم می‌بخشد ولی حداکثر عملکرد به محدودیت‌های ناشی از شرایط بیولوژیک نزدیک می‌شود (Evans, 1980). این بدان معنی است که تولید گیاهان زراعی در آینده با سرعت کمتری افزایش خواهند یافت.

تاریخ دریافت: ۱۳۷۹/۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۰/۲/۲۳

۱و۲- به ترتیب کارشناس ارشد زراعت و استاد دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

در مقایسه با غلات سه عامل باعث کاهش عملکرد در حبوبات می‌شود: تنفس نوری، تثبیت نیتروژن ، و روابط انرژی فتوسنتزی (Hymowitz, 1987). اهمیّت تثبیت همزیستی ازت میان سویا و باکتری، تشکیل گره مربوط به آن یعنی باکتری *Rhizobium japonicum* در سال‌های اخیر توسط افراد زیادی از محققان که جنبه‌های مختلف این ارتباط را بررسی می‌کنند شناخته شده است. واسیلاز و فوهرمن (Vasillaz and Foherman, 1993) در آزمایش مزرعه‌ای خود بر روی اثر سم تولید شده از باکتری‌های گروه ریزوبیوم ژاپونیکوم به این نتیجه رسیدند که بعضی از نژادهای باکتری میزان سمی که تولید می‌کنند بر روی فعالیت گیاه اثر دارد و علاوه بر کاهش محصول دانه، تعداد غلاف و رشد رویشی را کاهش می‌دهد.

ویرسما و اورف (Wiersma and Orf, 1992) در تحقیق خود بر روی وضعیت گره بندی و رویش سویای زودرس بر اثر تلقیح با گونه‌های ریزوبیوم ژاپونیکوم به این نتیجه رسیدند که افزایش معنی داری در واکنش به تلقیح برای عملکرد دانه، وزن دانه و تجمع ازت صورت می‌گیرد. کود نیتروژن به میزان ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به تلقیح، وزن دانه و تجمع ازت در دانه را بیشتر افزایش داد.

نتایج مطالعاتی که برروی تثبیت ازت در خلال رشد رویشی و زایشی در سویای آبیاری شده انجام شد بدین شرح بود که در دورهٔ رشد اولیه، میزان ازت گیاه بر اثر تثبیت ازت بالارفت و افزایش ۲۶ تا ۴۲ درصدی در ۵۸ روز و ۴۹ تا ۵۷ درصدی در ۷۱ روز داشت. رشد و تجمع ازت در ساقه‌ها و برگ ها در حدود ۱۰۸ روز متوقف شد، همچنین رشد و تجمع ازت دانه‌ها از ۱۰۰ تا ۱۴۲ روزگی ادامه داشت. در خلال مرحلهٔ رشد خیلی سریع دانه (۱۰۰ تا ۱۲۵ روزگی)، ۷۵ تا ۸۵ درصد ازت دانه براثر تثبیت ازت افزایش یافت (Bergoson, 1992) . تلقیح پوششی بذر سویا با باکتری *Rhizobium japonicum* بر روی گره بندی و تثبیت ازت و افزایش عملکرد مؤثر است (Lombardo, 1991). در این آزمایش تلقیح پوششی بذر با باکتری در خاک انجام شد. اضافه‌کردن تلقیح پوششی در هنگام کاشت عملکرد دانه را ۵۰ گرم در متر مربع افزایش داد. همچنین تلقیح بذر با باکتری، تثبیت ازت و تجمع آنرا در گیاه افزایش داد.

آتکینز (۱۳۷۳)، نیز بامطالعه بررسی رقم ویلیامز سویا دریافت که کودازت را باید به صورت سرک و در مناسب ترین زمان در اختیار گیاه قرار داد به طوری که حداکثر میزان نیاز گیاه به کود سرک بلافاصله بعد از گلدهی و در زمان دانه بندی باشد.

هدف از اجرای این تحقیق تعیین بهترین زمان مصرف کود و اثر تلقیح بذر با باکتری بر روی عملکرد سویا است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۷۶ اجرا شد. برای اجرای این تحقیق پنج تیمار کودی (عامل اصلی) و دو تیمار باکتری (عامل فرعی) در سه تکرار به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی اجرا شد. برای هر تیمار کودی یک کرت ۱۸ متر مربعی در نظر گرفته شد به طوری که هر کرت اصلی به دو کرت فرعی تقسیم گردید و فاصله هر کرت فرعی از همدیگر حدوداً یک متر بود. در هر متر طول سی بذر کاشته شد که با توجّه به طول هر خط (۱۸ متر) تعداد بوته در هر خط حدوداً ۵۴۰ عدد بود.

لازم به ذکر است که دراین طرح از کود اوره و باکتری *Rhizobium japonicum* استفاده شد. چون ۵۰ تا ۸۴ درصد کل ازت مورد نیاز سویا از طریق فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ ازت به دست می‌آید لذا مقدار مصرف کود نیتروژن ۱۸ تا ۲۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار در نظر گرفته شد. بنابراین میزان کود نیتروژن مصرف شده با توجّه به مساحت زمین مورد نظر ($۹۶۳ m^2$) و همچنین نیاز سویا در مراحل مختلف رشد بر اساس تقسیم بندی فهر که شامل مراحل رشد رویشی Vegetative Growth (V) که شامل مراحل جوانه زنی (V_1)، ظهور تمامی گره‌ها (V_4) با مرحله بعد از تنک دوم و مراحل رشد زایشی Reprouductive Growth (R) که شامل مرحله گل دهی کامل (R_2)، مرحله خمیری شدن دانه (R_7)، می‌باشد. در تحقیق مورد نظر مجموعاً ۵۳ گرم برای هر خط بوده که با توجّه به مراحل کودی ۱ تا ۴ به شرح زیر به هر خط

www.SID.ir

Archive of SID

اضافه شد.

تیمارهای کودی عبارت بودند از:

۱ـ تمام کود هنگام کاشت (۵۳ گرم).

۲ـ $\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود بعد از تنک دوم(۲۶/۵ گرم در زمان کاشت، ۲۶/۵ گرم بعد از تنک دوم).

۳ـ $\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود مرحله گلدهی (۲۶/۵ گرم در زمان کاشت، ۲۶/۵ گرم در زمان گلدهی).

۴ـ $\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود بعد از مرحله گلدهی و خمیری شدن دانه (۲۶/۵ گرم در زمان کاشت، ۲۶/۵ گرم بعد از گلدهی و خمیری شدن دانه).

۵ـ شاهد یا بودن کود ازت.

و تیمارهای باکتری عبارت بودند از: ۱ـ شرایط عدم تلقیح بذر با ریزوبیوم ۲ ـ شرایط تلقیح بذر با ریزوبیوم

آخرین ردیف از هر کرت فرعی و نیم متر از ابتدای آن برای صفات مورد مطالعه به طور تصادفی در داخل محدودهٔ باقی مانده در نظر گرفته شد. در طی فصل رشد هر ۱۵ روز یکبار ۱۷ صفت: سرعت رشد گیاه ($g/m^2/day$)، شاخص سطح برگ (با استفاده از دستگاه Leaf area meter و برحسب cm^2، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی (g/g/day)، نسبت سطح برگ (g/m^2) سطح ویژه برگ، دوام عملکرد، دوام سطح برگ براساس شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، وزن خشک برگ کل، وزن خشک بوته با غلاف (عملکرد بیولوژیکی)، وزن خشک بوته بدون غلاف، تعداد غلاف در متر مربع، عملکرد بذر، عملکرد غلاف، وزن صد دانه و شاخص برداشت با اندازه‌گیری ۱۰ نمونه و در پنج نوبت اندازه‌گیری شدند. اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن هزار دانه در هر نمونه تعیین گردید. برای به دست آوردن وزن خشک نمونه‌ها در آون تهویه دار به مدّت ۴۸ ساعت قرار داده شد. محاسبات آماری ازجمله جدول تجزیه واریانس و تعیین صفات همبستگی توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

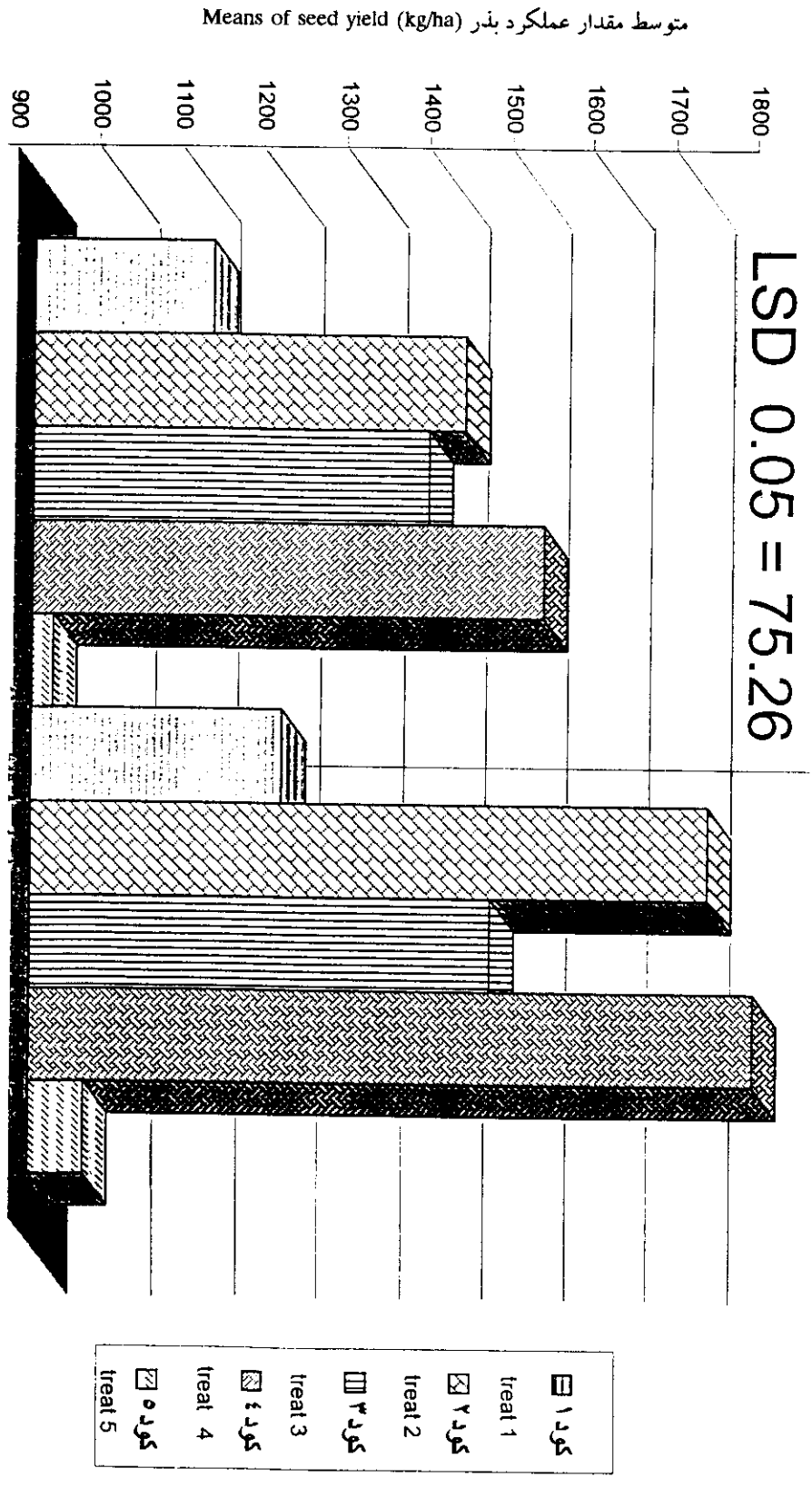
نتایج حاصله از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که عملکرد بذر به شدت تحت تأثیر تیمارهای کود و باکتری قرار می‌گیرد، به طوری که بین تیمارهای مختلف کودی در سطح ۱٪ خطا، اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد (جدول ۱) و بالاترین عملکرد بذر و عملکرد غلاف در هفت گروه، وزن صد دانه در ده گروه، و وزن خشک بوته با غلاف (عملکرد بیولوژیک) در هشت گروه قرار می‌گیرند (جدول ۲). بالاترین عملکرد بذر (۱۷۷۹ kg) در تیمار کودی ۴ ($\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود در مرحله گلدهی و خمیری شدن دانه) در شرایط تلقیح با ریزوبیوم دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که فرآیندهای فیزیولوژیک که در سنتز مواد فتوسنتزی به دانه نقش دارند، بیش از سایر فرآیندها تحت تأثیر زمان مصرف کود قرار می‌گیرد (Fageria and Wood, 1993). از طرف دیگر وزن صد دانه به سطح جذب گیاه، فضای تغذیه‌ای و حاصلخیزی خاک بستگی دارد(Gong, 1993) و حداکثر آن در تیمار کودی ۴ (۱۱/۵g) مشاهده می‌شود که این امر ناشی از فزونی عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

منحنی‌های مندرج در نمودار ۳، شاخص سطح برگ را در تیمارهای کودی مختلف نشان می‌دهد به طوری که حداکثر LAI در تیمار کودی ۲ ($\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود در بعد از تنک دوم) در شرایط تلقیح بذر با ریزوبیوم مشاهده می‌شود. میزان LAI حداکثر در سویا در ۱۱ هفته پس از کاشت در شرایط مطلوب، ۵ بود. کاهش سطح برگ، بیشتر حاصل کاهش تعداد برگ است تا کاهش اندازه هر برگ (Glass, 1994). به نظر می‌رسد این گونه اثر کود مربوط به اثر بیشتر آن در تشکیل آغازی برگ‌ها نسبت به اثر آن بر رشد برگ‌هاست (Wood, 1992) بدین ترتیب می‌توان گفت که رابطه مثبتی بین وزن خشک کل اندام‌های هوائی گیاه و عملکرد دانه وجود دارد، بنابراین وجود حداکثر تولید ماده خشک کل لزوماً رابطه مستقیمی با بیشترین عملکرد دانه ندارد. زیرا مسیر تشکیل عملکرد بیولوژیکی (ماده خشک کل) و عملکرد اقتصادی (ماده خشک دانه) متفاوت است (Walter, 1990).

بالاترین عمکرد غلاف در تیمار کودی ۴ ($\frac{1}{2}$ کود هنگام

www.SID.ir

Archive of SID

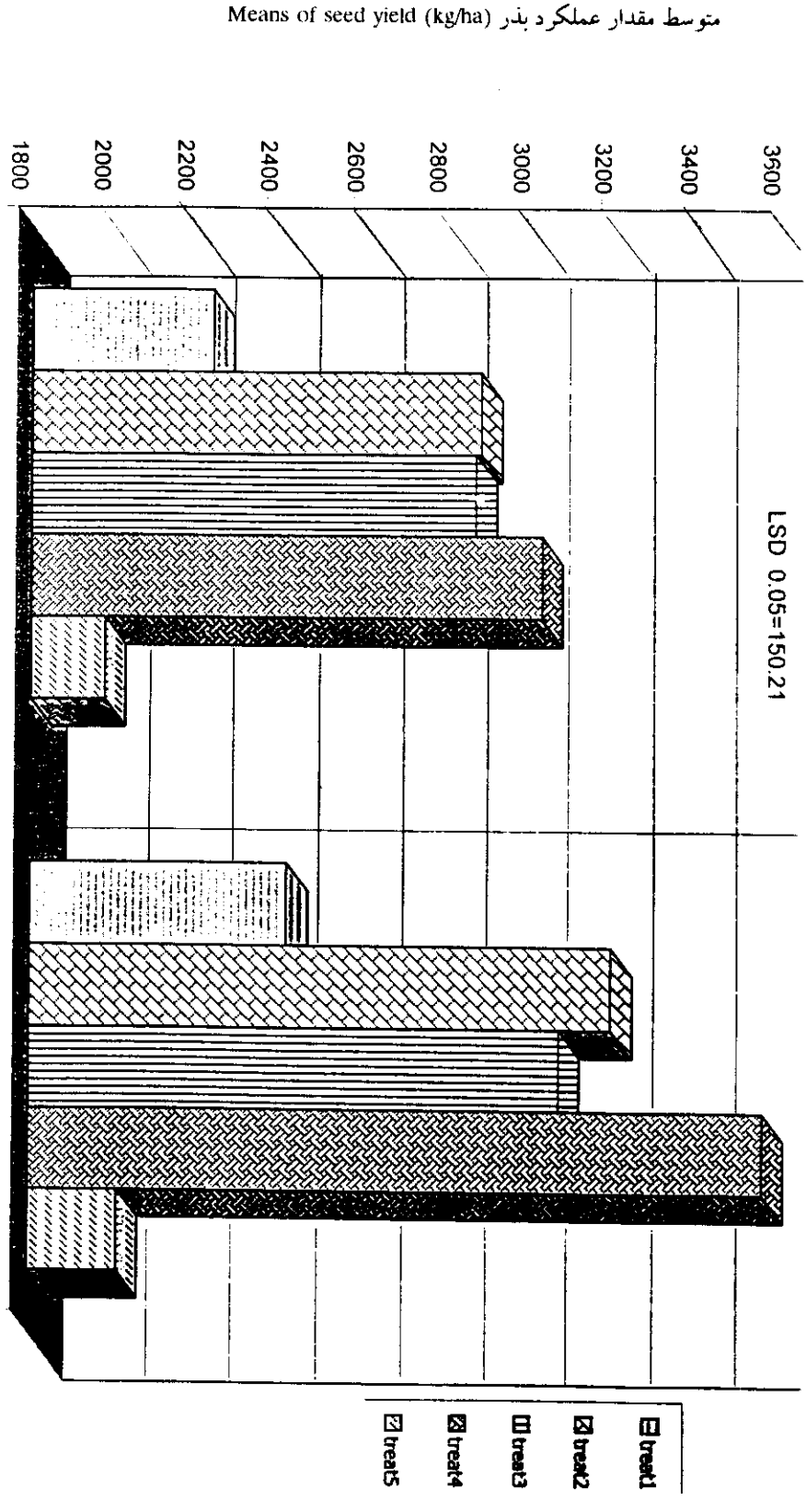


نمودار ۱- ارتباط بین عملکرد بذر در تیمارهای مختلف کود و تلقیح و عدم تلقیح با ریزوبیوم

Fig. 1. The relation among seed yield and different fertilizer treatments with and without inoculation with rhizobium

www.SID.ir

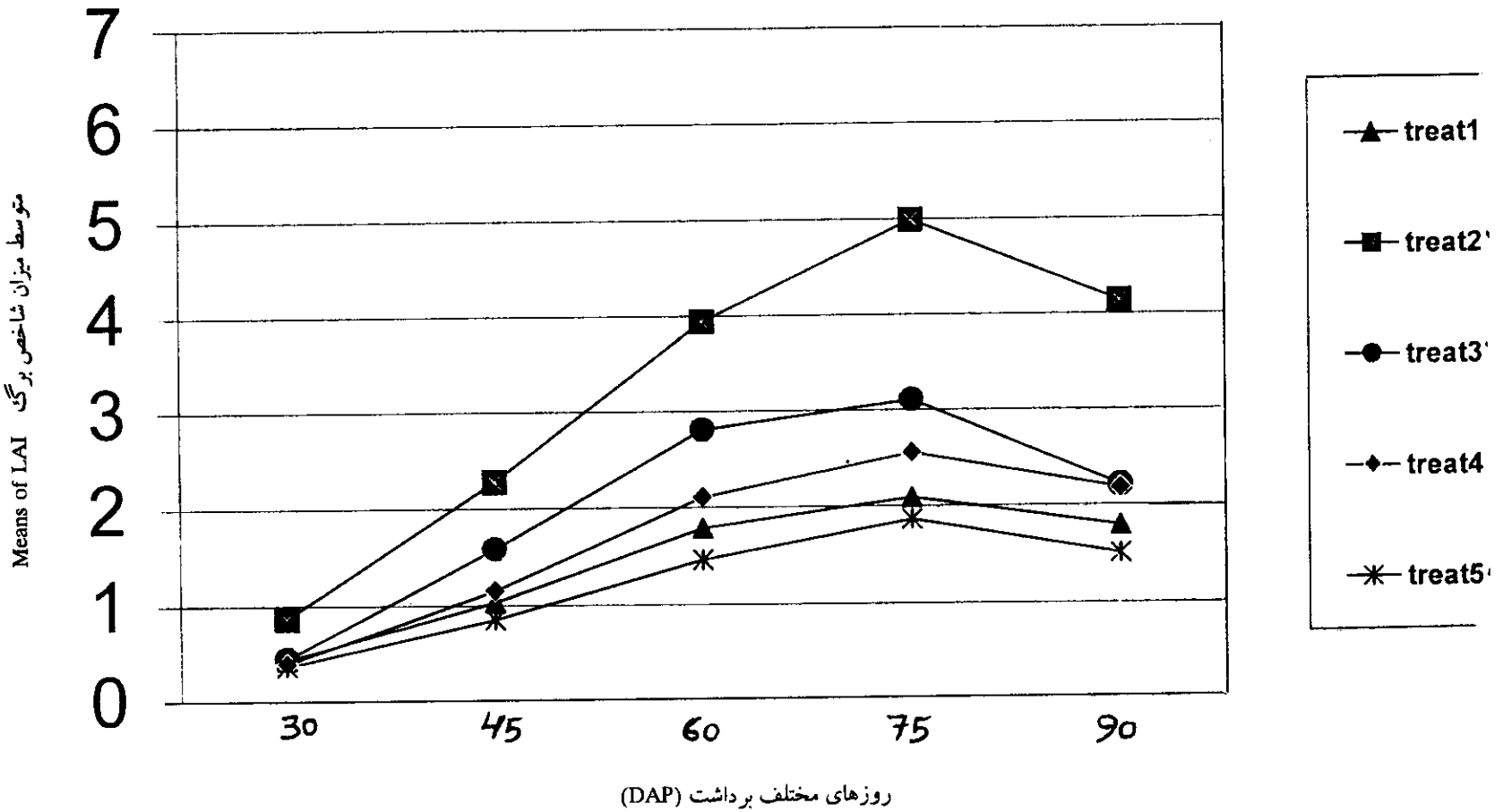
Archive of SID



نمودار ۲- ارتباط بین عملکرد غلاف در تیمارهای مختلف کود و تلقیح و عدم تلقیح با ریزوبیوم

Fig. 2. The relation among pod yield and different fertilizer treatments with and without inoculation with rhizobium

www.SID.ir



نمودار ۳- ارتباط بین میزان LAI در تیمارهای مختلف کود در شرایط تلقیح با ریزوبیوم

Fig. 3. The relation among LAI and different fertilizer treatments conditions with rhizobium

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

جدول ۱ـ تجزیه واریانس عملکرد بذر، عملکرد غلاف، وزن صددانه و عملکرد بیولوژیک

Table 1. Analysis of variance for seed yield, pod yield, 100 seed weight and biological yield

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	عملکرد بذر Seed yield	عملکرد غلاف Pod yield	وزن صددانه 100 seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield
Replication	تکرار	2				
Fertilizer (A)	کود	4	104.43**	98.001**	277.36**	132.32**
Error A	خطای A	8	3.1ns	2.24ns	2.31ns	13.67ns
Rhizobium (B)	باکتری	1	3.56**	38.85**	140.47**	57.03**
AxB	کود × باکتری	4	4.3	4.93*	3.48*	4.06*
Error B	خطای B	10	1.12ns	0.76ns	1.05ns	12.48ns
CV%			3.739	3.121	3.625	4.026

A and B are the levels of fertilizer and bacteria , respectively. — A ، B به ترتیب سطوح کود و باکتری می‌باشند.

ns: Non-significant — ns: معنی‌دار نیست.

* , ** Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively. — * و ** به ترتیب معنی دارد در سطح ۵ و ۱ درصد احتمال.

جدول ۲ـ میانگین صفات مختلف و اثرات متقابل کودی و باکتری به روش آزمون دانکن در سطح ۵٪

Table 2. Mean comparison of different characteristics in different interaction effects of fertilizer and bacteria with Duncan test at the 5% level

تیمارها Treatments	عملکرد بذر Seed yield (kg/ha)	عملکرد غلاف Pod yield (kg/ha)	وزن صد دانه 100-seed weight(g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)
A_1B_1	1117.66^{e}	2235.83^{e}	9.43^{b}	3020.33^{e}
A_1B_2	1204.833^{d}	2413.83^{d}	10.1^{e}	3291.83^{d}
A_2B_1	1423.666^{bc}	2871.83^{e}	9.86^{f}	3839.0^{bc}
A_2B_2	1722.0^{a}	3190.0^{a}	10.48^{d}	4560.33^{a}
A_3B_1	1379.66^{c}	2859.5^{c}	9.81^{g}	3790.66^{c}
A_3B_2	1456.66^{b}	3066.5^{b}	10.85^{c}	4085.85^{b}
A_4B_1	1519.83^{b}	3022.3^{b}	11.05^{b}	3911.16^{b}
A_4B_2	1779.0^{a}	3549.16^{a}	11.51^{a}	4508.5^{a}
A_5B_1	926.66^{f}	1979.0^{f}	8.46^{j}	2593.3^{g}
A_5B_2	966.53^{f}	2017 3^{f}	8.98^{i}	2754.3^{f}

A and B are the levels of fertilizer and bacteria, respectively. — A و B به ترتیب سطوح کود و باکتری می‌باشند.

کاشت، $\frac{1}{2}$ کود در مرحله گلدهی و خمیری شدن دانه) تیمار کودی ۲ ($\frac{1}{2}$ کود در هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود بعد از تنک دوّم) در شرایط تلقیح بذر با ریزوبیوم دیده می‌شود (نمودار ۲ و جدول ۲). شواهد حاکی از آن است که ظرفیت مخزن غلاف‌های بالاتر کمتر از غلاف های پایین‌تر است. این بدان علّت است که رسیدن سویا یک فرایند دو مرحله‌ای است که در ابتدا مواد ذخیره‌ای مانند قندها و پروتئین‌ها در غلاف‌ها تجمّع می‌یابند و سپس این مواد از غلاف‌ها به بذرها منتقل می‌شوند (Lan, 1995).

به طور کلی در مجموع از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که زمان مصرف کود می‌تواند اثرات قابل توجّه و معنی داری بر روی رشد و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاهان بر جا گذارد و میزان این تأثیرات عمدتاً توسط نوع گیاه و شرایط اقلیمی موجود کنترل می‌گردد.

با توجّه به اهمّیت رقابتی بین اجزای تشکیل دهنده عملکرد و این که عملکرد دانه مهّم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

دراین آزمایش تشخیص داده شد و از آنجائی که شکل‌گیری این صفت در اوایل دوره رشد تعیین می‌گردد، لذا فراهم نمودن شرایط رشدی مناسب دراین دوره یکی از راه‌های افزایش عملکرد سویا می‌باشد. بنابراین یکی از اهداف اصلی در زراعت حبوبات، ایجاد شرایط مطلوب برای رشد ریزوبیوم و حفظ محیطی که در آن تثبیت بیولوژیکی ازت به حداکثر برسد می‌باشد (Gong, 1993) بدین ترتیب نه تنها می‌توان انرژی لازم برای رشد حبوبات را به مقدار زیادی کاهش داد، بلکه امکان استفاده از اصول بیولوژیکی در کشاورزی را فراهم کرد.

پیشنهادات

۱ـ به منظور بالا بردن عملکرد در سویا تعیین زمان مناسب کوددهی و تلقیح بذر با باکتری تثبیت کننده ازت از اهمّیت ویژه‌ای برخوردار هستند.

۲ ـ اگر هدف از کاشت سویا تولید علوفه باشد، توصیه می‌شود از تیمار کودی ۲ ($\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود بعد از تنک دوّم) و اگر هدف تولید بذر باشد توصیه می‌شود از تیمار کودی ۴ ($\frac{1}{2}$ کود هنگام کاشت، $\frac{1}{2}$ کود در مرحله گلدهی و خمیری شدن دانه) در شرایط تلقیح بذر با ریزوبیوم استفاده شود.

References منابع مورد استفاده

آتکینز، د. ۱۳۷۳. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی. ترجمه کریمی، م. و م. عزیزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

ادواردز س. ا. ۱۳۷۴. کشاورزی پایدار، ترجمه کوچکی ع.، م. حسینی و ا.هاشمی دزفولی انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

اردکانی م. ر. ۱۳۷۴. بررسی اثرات سموم علفکش و قارچکش بر تثبیت بیولوژیکی ازت و عملکرد دانه سو... پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

جفری نورمن، ای. ۱۳۷۵. سویا. ترجمه لطیفی ن. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سراجوقی، م. بررسی منحنی رشد و مقایسه عملکرد پنج رقم سویا در سه تاریخ کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

شکوه فر، ع. ر. ۱۳۷۵. اثرات برنامه‌های متفاوت آبیاری و مقادیر مختلف باکتری بر روند رشد، برخی از پارامترهای آنالیز رشد و عملکرد در منطقه دزفول. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

فاجریا، ن. ک. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه هاشمی دزفولی ا. و ع. کوچکی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کاکس، ج. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی، ترجمه کوچکی،ع.، م.، حسینی و ا. هاشمی دزفولی ۱۳۷۴، کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

ALLEN P.A. and B.VAN DUSEN ,1988. Global perspectives in Agroecology and sustainable agriculture pp. 56-58. In: T.C. Edens(ed.). Sustainable Agriculture and farming systems. Michigan State University Press.

BERGOSON. L., 1992. The effets of nitrogen fertilizer on grain yield. Agron. J. **2**:413-415.

DARST, B.C. and D.W. DIBB, 1990. Feeding the world, can we do it? pp. 13-15. The Conservation Foundation, Washington, D.C.

EVANS, L.T., 1980. The natural history of crop yield. Crop. Sci. **4**:112-114.

FAGERIA, N.K. and N WOOD., 1993. Influence of fertilizer applicatien on growth. Trop. Agric. (Trinidad). **4**:26-31.

GLASS, A., 1994. Growth Analysis. pp. 14-15. In: plant physiology. Wadsworth Publishing Co. Belmont. California.

GONG, F., 1993. Yield production of legumes. Agron. J. **36**:51-53.

HILLEBRAND, P.E., 1990. Agronomy's role in sustainable agriculture. Agron.J. **3**:385-388.

www.SID.ir

Archive of SID

HYMOWITZ, T., 1987. The grain legumes. pp. 44-45. For Alternative Crops and Products. University of Minesota. St. Paul.

LAN, H.K., 1995. Soybean. pp. 206-208. Chem Rubber publ. Co. Cleveland. Ohio.

LOMBARDO, D.R., 1991. Nitrogen fixation in legumes. J. Prod.Agric. 2:281-283.

LOOMIS, R.S., 1983. Productivity of agricultural system.pp. 153-154. In:Proc. Inc. Workshap on Legumes. ICRISAT. Hyderabad India.

MILLER . K., 1973. Components of grain yield in crops. Inl. Biol. Prog. Vol. 7. pp. 384-385. Cambridge Univ. Press, London and NewYork.

MINOR, H.C., 1986. Expanding the use of soybean. pp.53-54. In:R.G. Aturd (ed.). Opportunities for increasing crop yields. Pitman Publishing. Londen.

VASILLAZ. F. and G. FOHERMAN, 1993. Nitrogen fixation in soybean. (D.K Whigham, ed.). pp. 18. Univ. of Illinois, Urbana Champaign.

WALTER, D.F., 1990. Uptake of mineral nutrients and crop growth. J.Agric. Sci. 41:25-31.

WEAVER, R.W., D.R. MORRIS, N. BOON KERD, and J.SIJ, 1995. Population of brady rhizobium japonicum in field crop with soybean. pp. 86-95. In:P.S. Carlson (ed.). The Biology of crop productivity. Academic press, NewYork.

WIERSMA. J.V, and J. H. ORF, 1992. Early maturing soybean nodulation and performance with selected brady rhizobium japonicum strains. pp. 348 - 349. In: J.J Landsberg. (ed.). Environmental effect on Soybean Physiology. Academic Press. NewYork.

WOOD, N., 1992 . Growth of green plants. pp. 153-157. In:B.S. Luh. (ed.). Crop Prodution and Utilization. AVI Publishing, West port. California.

www.SID.ir