مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۱، ۱۳۹٦
صفحات ٤٨-۳۳

تأثیر کاربرد باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم، قارچ مایکوریزا و کودشیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا رقم کتول در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز

The Effect of *Bradyrhizobium japonicum*, Mycorrhiza and Chemical Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characteristics of Soybean (*Glycine max* L. cultivar *Katoul*) in Condition of Presence and Absence of Weeds

بهرام پارسا*[۱]، حمید عباس دخت[۲]، احمد غلامی[۲] و ابوالفضل فرجی[۳]

چکیده

به‌منظور ارزیابی رقابت علف‌های هرز با سویا (*Glycine max* L.) رقم کتول به‌همراه مقایسه آثار کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی به‌صورت جدا و همزمان آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در شهرستان علی‌آباد کتول طی سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مدیریت علف‌های هرز در دو سطح کنترل کامل و عدم کنترل (تا انتهای فصل رشد)، کود بیولوژیک در چهار سطح شاهد (عدم مصرف)، تلقیح با باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم (*Bradyrhizobium japonicum*)، تلقیح با قارچ مایکوریزا (*Glomus mosseae*) و استفاده همزمان از رایزوبیوم و مایکوریزا، کود شیمیایی (نیتروژن خالص از منبع کود اوره) در سه سطح شاهد (عدم مصرف)، مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد که از رنگیزه‌های فتوسنتزی صرفاً کلروفیل a تحت تأثیر تیمار علف‌های هرز قرار گرفته و کلروفیل b و کاروتنوئید متأثر نشدند، اما تیمارهای کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سطح احتمال ۱ درصد هر سه رنگیزه فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار دادند. همچنین اثر متقابل علف‌های هرز و کود بیولوژیک، محتوای فسفر گیاه را تحت تأثیر قرار داد و بیش‌ترین مقدار فسفر (۰/٤۸ درصد) از تیمار کنترل علف‌های هرز به همراه استفاده همزمان از باکتری و قارچ و کم‌ترین مقدار (۰/۱۹ درصد) هم از تیمار عدم وجین علف‌های هرز و عدم مصرف کود بیولوژیک به‌دست آمد. محتوای پتاسیم برگ نیز تحت تأثیر اثر متقابل سه‌گانه علف‌های هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیای قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای علف‌های هرز و کود بیولوژیک محتوای روغن و پروتئین دانه و تیمار کود شیمیایی تنها محتوای پروتئین دانه را تحت تأثیرقرار داده است.

کلمات کلیدی: پروتئین، رنگیزه‌های فتوسنتزی، مواد غذایی، کود بیولوژیک

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود.
۲- دانشیار گروه زراعت دانشگاه صنعتی شاهرود.
۳- دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
*- نویسنده مسئول E-mail: bm.parsa@yahoo.com

مقدمه

با توجه به روند رو به افزایش جمعیت جهان نیاز به مواد غذایی همانند دانه‌های روغنی بیشتر احساس می‌شود. گیاهان دانه روغنی جزو مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند چراکه با فرآورده‌های مختلف خود نه تنها قسمتی از نیازهای غذایی جوامع بشری را تأمین می‌کنند، بلکه مصارف صنعتی و دارویی نیز دارند. سویا با ۴۰-۳۶ درصد پروتئین و ۲۰-۱۹ درصد روغن یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی محسوب می‌شود (Daneshian *et al.*, 2009). در طی فصل رشد، سویا نیاز به مواد غذایی زیادی دارد بخصوص نیتروژن چراکه دانه سویا غنی از پروتئین است و نیتروژن یکی از اجزای اصلی سازنده پروتئین‌ها می‌باشد (Bellaloui *et al.*, 2015). به‌علاوه نیتروژن در سنتز کلروفیل‌ها و اسیدهای آمینه نقش مهمی داشته و می‌توان از آن به‌عنوان پرمصرف‌ترین عنصر غذایی در سویا نام برد. نیاز سویا به نیتروژن توسط تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و جذب آن توسط ریشه‌ها از خاک برآورده می‌شود (Salvagiottie *et al.*, 2008). سالواجیوتی و همکاران (Salvagiottie *et al.*, 2008) بیان داشتند که تقریباً ۵۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز سویا توسط فرآیند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن فراهم می‌شود. نیتروژن تثبیت شده توسط فرآیندهای بیولوژیک و نیتروژن معدنی موجود در خاک برای رسیدن به عملکردهای مطلوب سویا کافی است (Freeborn *et al.*, 2001). اما تثبیت بیولوژیکی نیتروژن به شدت متأثر از شرایط محیطی بوده که از آن جمله می‌توان به رطوبت، اسیدیته، دمای خاک و فشردگی خاک اشاره کرد. به‌علاوه، مقدار نیتروژن معدنی خاک بستگی به مواد آلی موجود در خاک دارد که با این حساب ممکن است در ابتدای فصل رشد نیتروژن به مقدار کافی در دسترس نباشد. نیتروژن تثبیت شده در زمان پر شدن غلاف ممکن است به مقدار کافی نباشد و نتواند نیاز بالای سویا به نیتروژن که در این زمان بسیار زیاد می‌باشد فراهم کند. درنتیجه عدم دسترسی سویا به منابع نیتروژن بیولوژیکی و آلی، پروسه انتقال مجدد نیتروژن از قسمت‌های رویشی آغاز می‌شود، که سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها، تسریع پیری برگ‌ها و همچنین کاهش دوره پر شدن دانه می‌شود که پیامد کلی این کار، کاهش عملکرد است. در بیشتر موارد برای جبران کسری نیتروژن در زمان‌های بحرانی رشد از کودهای شیمیایی استفاده می‌شود.کودهای شیمیایی سبب بهبود رشد گیاهان زراعی می‌شوند اما ممکن است که مشکل علف‌های هرز را دوچندان کنند. علف‌های هرز رقیبی جدی برای گیاه بوده و گفته می‌شود که می‌توانند بین ۶۰ تا ۸۰ درصد عملکرد سویا کاهش دهند (Fundora *et al.*, 1991). یکی از عوامل تعیین‌کننده کیفیت بذر در گیاه سویا محتوای پروتئین و روغن دانه است. در شرایط حضور کافی عناصر غذایی در خاک، با پیشرفت فصل رشد رقابت برای جذب نیتروژن گسترده‌ترین شکل رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز محسوب می‌شود. از آن‌جایی که نیتروژن جزء اصلی سازنده پروتئین‌ها و رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌باشد، درنتیجه رقابت با علف‌های هرز، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین دانه سویا به شدت کاهش می‌یابد. در مواردی که سویا همزمان با علف هرز رشد می‌کند به‌دلیل وجود رقابت، عملکرد و کیفیت دانه سویا کاهش می‌یابد و تولیدکنندگان از طریق مدیریت علف‌های هرز بایستی به بهبود کیفیت بذر سویا توجه کنند (Gibson *et al.*, 2008). معمولاً علف‌های هرز به اندازه گیاهان زراعی و در برخی شرایط بسیار بیشتر از آن‌ها مواد غذایی را جذب می‌کنند. البته این مهم نیست که علف‌های هرز به اندازه گیاهان زراعی مواد غذایی را جذب می‌کنند؛ نکته قابل‌تأمل این است که علف‌های هرز و گیاهان زراعی در یک بازه زمانی مشترک به این مواد نیاز دارند.

متأسفانه امروزه کشاورزان برای رسیدن به حد مطلوبی از محصول اقدام به مصرف کودهای شیمیایی بیش از مقدار توصیه شده می‌کنند (Zheng *et al.*, 2007)، که نتیجه این دست فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر بحران آلودگی محیط زیست را به وجود آورده که زنجیره‌وار به منابع غذایی انسان‌ها راه‌یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است. به‌علاوه کودهای شیمیایی منجر به افزایش هزینه‌های تولید به‌ویژه در سیستم‌های فشرده کشاورزی امروزی می‌شود (Guarda *et al.*, 2004). نتیجتاً امروزه توجه به کودهای بیولوژیک به دلایلی همچون افزایش جمعیت و توجه به کشاورزی پایدار افزایش یافته

است. بیشتر لگوم‌ها دو نوع روابط همزیستی را دارا می‌باشند، یکی مایکوریزا و دیگری باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، به این وسیله یک همزیستی سه جانبه اتفاق می‌افتد که سبب تأمین نیتروژن و فسفر گیاه می‌شود (Silveria and Cardoso, 2004). مطالعات مرتبط با نحوه مدیریت عناصر غذایی می‌تواند به بهبود راه‌کارهای نوین در مصرف کودهای شیمیایی منجر شود که در جای خود توان رقابتی گیاه زراعی را افزایش می‌دهد (Di-Tomaso, 1995). جوامع میکروبی خاک فعالیت‌های مهمی همچون تولید گیاهان زراعی، ذخیره کربن، تثبیت و چرخه مواد غذایی را در اکوسیستم‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهند. پس برای داشتن مدیریت مناسب در کشاورزی پایدار داشتن اطلاعات کافی در مورد سیستم‌های مختلف کشاورزی و کنش و واکنش آن‌ها در قسمت‌های بالا و پایین خاک امری ضروری است.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تأثیرگذاری مدیریت علف‌های هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در شرایط بدون خاکورزی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تأثیر مدیریت علف‌های هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در شرایط بدون خاکورزی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا (رقم کتول) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار، طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در قطعه زمینی در شهرستان علی‌آباد کتول انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- مبارزه با علف‌های هرز در دو سطح کنترل کامل علف‌های هرز و عدم کنترل، ۲- کاربرد کود بیولوژیک در چهار سطح عدم مصرف (شاهد)، تلقیح بذرها با باکتری *Bradyrhizobium japonicum*، تلقیح بذرها با قارچ مایکوریزا گونه *Glomus mosseae* و تلقیح همزمان با مایکوریزا و رایزوبیوم و ۳- کاربرد کود نیتروژن (خالص) از منبع کود اوره در سه سطح صفر (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار طی دو مرحله، ۱/۲ هنگام کاشت و ۱/۲ در مرحله سه برگی بود. در این آزمایش از بذر سویا طبقه مادری تولید شده توسط شرکت دانش بنیان ایده سازان سبز گلستان در گرگان استفاده شد. بذرهای مورد استفاده ضدعفونی نشده بوده و کشت به‌صورت دستی و با کمک کارگران ماهر انجام شد. به‌علاوه هیچ‌گونه عملیات خاکورزی در قطعه زمین مورد آزمایش صورت نگرفت. در ابتدا پیش از کاشت برای داشتن درصد سبز شدن مناسب بذرها، آبیاری اولیه قبل از کشت انجام شد، آنگاه پس از این‌که رطوبت خاک کاهش یافته و به ظرفیت زراعی رسید با استفاده از تیشه‌های دست‌سازی که مخصوص این کار درست شده بودند فاروهایی کوچک ایجاد شد. بذرهای سویا با مقدار بیشتری از میزان توصیه‌شده کشت شد تا تراکم مناسب در زمان سبز شدن ایجاد شود. البته بعد از سبز شدن در مرحله سه برگی سویا همراه با وجین علف‌های هرز، عملیات تنک‌کردن و رساندن تراکم به حد مطلوب به‌صورت دستی انجام شد. هر کرت (ماده آزمایشی) شامل ۶ خط کاشت و به طول تقریبی ۶ متر بود. فاصله خطوط از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت منظم و دستی و در طی چند مرحله انجام شد. مایه تلقیح باکتری از شرکت دانش بنیان تمیشه در گرگان تهیه گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متر)

Table 1- Physical and chemical characteristics of experimental field soil (soil depth 0-30 cm)

بافت خاک	پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	شوری	کربن آلی	اسیدیته
Soil Texture	K (ppm)	P (ppm)	Total N (%)	EC (ds/m)	OC (%)	PH
SI.C.L	280	12.6	0.14	1.31	1.5	7.7

مایه تلقیح باکتری بدین صورت مورد استفاده قرار گرفت که قبل از کشت، متناسب با سطح کشت مقدار مشخصی از بذرها با محلول ۱۰ درصد آب و شکر آغشته گردیده و در مرحله بعد مقدار تعیین شده از مایه تلقیح باکتری در سایه به بذر اضافه و مخلوط گردید، بعد از خشک شدن نسبی، سریعاً بذرها کشت شدند. مایه تلقیح قارچ از شرکت زیست فناور توران در شاهرود تهیه گردید. این مایه تلقیح شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام‌های قارچی بود (هر گرم مایه تلقیح مایکوریزا شامل حدود ۵۰ عدد اسپور فعال بود). استفاده از مایه تلقیح بدین صورت انجام گرفت که قبل از کشت در کرت‌های مربوط به تیمار قارچی مقداری مایه تلقیح درون ردیف‌های کشت ریخته شد و سپس روی این مایه تلقیح مقداری خاک و بذرها روی آن قرار داده شد و در انتها بذرها با خاک پوشانده شدند (Rajabzadeh-Motlagh *et al.*, 2012).

برای اندازه‌گیری درصد فسفر و پتاسیم برگ در مرحله گلدهی، از تیمارهای آزمایشی نمونه برگ تهیه شد و در مرحله رسیدگی برای بررسی اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی برداشت شد و ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه تعیین شد. سپس برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. عملکرد دانه بر اساس وزن دانه با رطوبت ۱۲ درصد در واحد سطح محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد فسفر و پتاسیم برگ و درصد روغن و پروتئین دانه به ترتیب از دستگاه‌های اسپکتروفتومتر[1]، فلیم فتومتر[2]، سوکسله[3] و کجلدال[4] استفاده شد. برای سنجش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در مرحله گلدهی از روش در و همکاران (Dere *et al.*, 1998) استفاده شد. برای این منظور ۰/۱ گرم از بافت تر برگ‌های کاملاً توسعه یافته با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و با ۵ میلی‌لیتر استون ۱۰۰ درصد به تدریج ساییده شده تا رنگیزه ها وارد محلول استونی شدند، سپس با تنظیف صاف گردیده و عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در داخل سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ rpm در دقیقه گذاشته شد. پس از آن برای تعیین میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر به ترتیب در طول موج‌های ۶۶۲، ۶۵۲ و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری انجام شد. برای محاسبه مقادیر کلروفیل a، b و همچنین کاروتنوئید کل از فرمول زیر استفاده گردید (Lichtenthale & Wellburn, 1985).

$$Chl_a = ۱۱/۷۵\ A_{۶۶۲} - ۲/۳۵۰_{۶۴۵}$$

$$Chl_b = ۱۸/۶۱\ A_{۶۴۵} - ۳/۹۶۰\ A_{۶۵۲}$$

$$Car = ۱۰۰۰A۴۷۰ - ۲/۲۷۰Chl_a - ۸۱/۴\ Chl_b/۲۲۷$$

داده‌های به دست آمده از صفات مورد اندازه‌گیری با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹/۳ تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد مشخص گردید. نمودارها و شکل‌ها توسط برنامه کامپیوتری Excel ۲۰۰۷ ترسیم شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a و b

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تیمارهای علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر محتوای کلروفیل a در مرحله گلدهی داشتند. اثر دوگانه علف هرز و کود بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد کلروفیل a را تحت تأثیر قرارداد، اما اثرات دوگانه علف‌های هرز و کود شیمیایی، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر این صفت تأثیر معنی‌داری نداشتند. همچنین بررسی اثر سه‌گانه تیمارهای آزمایشی حاکی از عدم داشتن تأثیر معنی‌دار بر محتوای کلروفیل a بود. این روند معنی‌داری عیناً در مورد کلروفیل b نیز مشاهده شد، تنها با این تفاوت که اثر اصلی تیمار علف‌های هرز بر این صفت از لحاظ آماری بی‌معنی بوده است.

1- Spectrophotometer
5- Flame photometer
3- Soxhlet
4- Kjeldahl

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر علف‌های هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی (میلی‌گرم در گرم بافت تازه)

Table 2- Mean comparison effect of weed, biological fertilizer and chemical fertilizer on photosynthetic pigments (mg/gr fresh tissue)

تیمارهای آزمایشی Treatmants		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کاروتنوئید Carotenoid
علف هرز Weed	وجین Weed free	17.0a	9.3a	8.0a
	عدم وجین Weedy check	14.5b	9.0a	8.0a
کود بیولوژیک Biological Fertilizer	شاهد Non use	12.2c	7.9c	7.4b
	رایزوبیوم Rhizobium (A)	16.1b	8.8b	7.6b
	مایکوریزا Mycorrhiza (B)	16.9ab	9.4b	7.9b
	مایکوریزا + رایزوبیوم (A) + (B)	17.8a	10.4a	9.0a
کود شیمیایی Chemical Fertilizer (kg/ha)	شاهد Non use	14.1b	8.2c	7.2b
	25	16.3a	9.2b	7.8b
	50	16.9a	10.0a	8.9a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD test (P<0.05).

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژنه محتوای کلروفیل a و b افزایش یافت، هر چند که در مورد کلروفیل a بین مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از لحاظ آماری تفاوتی دیده نشد. بررسی نتایج اثرات متقابل دوگانه علف‌های هرز و کود بیولوژیک (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین محتوای کلروفیل a و b به ترتیب از تیمارهای وجین علف‌های هرز و مصرف همزمان رایزوبیوم و مایکوریزا و تیمار عدم وجین علف هرز و عدم مصرف کود بیولوژیک به دست آمد.

نیتروژن به‌عنوان یک عنصر کلیدی در ساختمان بسیاری از ترکیبات موجود در سلول‌های گیاهی ازجمله کلروفیل است. بهترین راه تأمین نیتروژن خاک افزودن مواد آلی به آن است، اما در سال‌های اخیر استفاده از کودهایی شیمیایی به‌دلیل سهولت مصرف، قیمت مناسب و اثربخشی سریع، افزایش یافته است. نتایج تحقیقات بوترا و ساندر (Boutraa & Sander, 2001) نشان داد که در گیاه لوبیا بالاترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار با سطح کود نیتروژن بالا و کم‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار شاهد یعنی عدم مصرف کود شیمیای بود. علف‌های هرز با سویا بر سر عوامل کلیدی مانند نور، نیتروژن و رطوبت که سه فاکتور اصلی و مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی هستند، رقابت می‌کنند. این‌طور به نظر می‌رسد که علف‌های هرز با رقابت برای عناصر غذایی همانند نیتروژن سبب کاهش دسترسی سویا به مقدار کافی نیتروژن شده و از آن‌جایی که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل‌ها دارد، رقابت با علف‌های هرز سبب کاهش محتوای کلروفیل برگ‌ها شده است. محتوای کلروفیل به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای محیطی قرار می‌گیرد و تنش‌های محیطی سبب کاهش غلظت کلروفیل و هدایت روزنه‌ای ارقام سویا می‌شود که پیامد آن کاهش میزان فتوسنتز است (Ohashi *et al.*, 2000). هاگاردنیلسن (Hauggaard-Nielsen, 2001) گزارش کرد که افزایش تراکم علف هرز میزان دسترسی نخود به نیتروژن خاک را کاهش می‌دهد و گیاه را بیشتر به نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیکی متکی می‌سازد. گزارش‌های زیادی حاکی از تأثیر مثبت تلقیح سویا با

رایزوبیوم و مایکوریزا وجود دارد که بیان دارند تلقیح سبب جذب بهتر آب، عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز می‌شود. از آن‌جایی که عناصری همانند نیتروژن و منگنز نقش اساسی در ساختار کلروفیل‌ها دارند با افزایش جذب آن‌ها محتوای کلروفیل نیز افزایش می‌یابد. بهبود در وضعیت تغذیه گیاه سبب افزایش رشد رویشی و تولید بیوماس بیشتر شده که به نوبه خود بر روی کارکرد دستگاه فتوسنتزی و همچنین رنگیزه‌های فتوسنتزی تأثیر مثبتی دارد. تنگ و همکاران (Tang *et al*, 2009) در بررسی خود بر روی گیاه ذرت مشاهده کردند که تلقیح با قارچ مایکوریزا گونه *G. mosseae*، سنتز کلروفیل در گیاه را بهبود بخشید و فتوسنتز گیاه را افزایش داد. آن‌ها علت این امر را به افزایش جذب نیتروژن توسط مایکوریزا نسبت دادند. مطالعات زیادی توانایی رایزوبیوم‌ها را در بهبود تغذیه نیتروژنی، فتوسنتز و محتوای کلروفیل ها نشان داده است (Nyoki & Ndakidemi, 2014). تلقیح همزمان با قارچ مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم محتوای کلروفیل در لوبیا چشم بلبلی (Rajasekaran & Nagarajan, 2005)، نخود (Subba-Rao *et al.*, 1985) و باقلا (Bhattacharjee & Sharma, 2012) را افزایش داد، که با یافته‌های این پژوهش همسو می‌باشد. دلیل این افزایش علاوه بر جذب بهتر و بیشتر مواد غذایی می‌تواند به‌خاطر افزایش هدایت روزنه‌ای ، فتوسنتز، تعرق، رشد گیاه (Rajasekaran *et al*, 2006) و یا به‌دلیل وجود تعداد بیشتر و بزرگ‌تر دستجات غلاف آوندی کلروپلاست در برگ گیاهان تلقیح شده باشد (Arumugam *et al.*, 2010).

کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر محتوای کاروتنوئید برگ‌ها بود، اما اثر اصلی علف‌های هرز و سایر اثرات دوگانه و سه‌گانه تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) تیمار تلفیق رایزوبیوم با مایکوریزا و تیمار شاهد به ترتیب با ۹ و ۷/۴ میلی‌گرم در گرم بافت تازه بیش‌ترین وکم‌ترین مقدار کاروتنوئید برگ را داشتند. همچنین لازم به ذکر است که با توجه به اینکه مقدار کاروتنوئید در تیمارهای تلقیح جداگانه با مایکوریزا و رایزوبیوم، بیشتر از شاهد بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بررسی تیمار کود شیمیایی نشان داد که همانند کلروفیل a و b با افزایش مقدار مصرف کود شیمیایی محتوای کاروتنوئید برگ نیز روند رو به افزایشی را داشته و بیش‌ترین مقدار کاروتنوئید از تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم‌ترین مقدار نیز از تیمار شاهد که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نداشت حاصل شد. می‌توان این چنین برداشت نمود که با تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم و مصرف کود نیتروژنه وضعیت تغذیه‌ای گیاه بهبود یافته و به طبع آن محتوای کاروتنوئید نیز افزایش یافت. گزارش‌های محققین بر روی گیاهان مختلف حاکی از افزایش محتوای کاروتنوئید در گیاهان تلقیح شده با مایکوریزا است (Kapoor *et al.*, 2004). بالا بودن سطح کاروتنوئید در نمونه‌های مایکوریزایی را می‌توان به بالا بودن جذب فسفر به‌عنوان یک حامل انرژی در طی فرآیند فتوسنتز نسبت داد (Bastami and Majidian, 2016). تحقیقات ماریوس و همکاران (Marius *et al.*, 2005) نشان داد که تلقیح باکتریایی در گیاه آفتابگردان، موجب افزایش غلظت کلروفیل و کاروتن گردید.

فسفر

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات اصلی علف‌های هرز، کود بیولوژیک و شیمیایی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل دوگانه علف‌های هرز و کود بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد بر محتوای فسفر برگ تأثیرگذار بوده و سایر اثرات دوگانه و سه‌گانه تأثیر معنی‌داری نداشتند. بررسی اثر دوگانه (جدول ۳) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار فسفر (۰/۴۸ درصد) از تیمار وجین علف‌های هرز و استفاده همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین علف‌های هرز و تلقیح با مایکوریزا نداشته و کم‌ترین مقدار (۰/۱۹ درصد) نیز از تیمار عدم وجین علف‌های هرز و عدم

مصرف کود بیولوژیک که تفاوت معنی‌داری با تیمار وجین علف‌های هرز و عدم مصرف کود بیولوژیک نداشت حاصل شده است. همچنین مصرف کود شیمیایی اوره سبب افزایش محتوای فسفر برگ‌ها شد به این ترتیب که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فسفر به ترتیب با ۰/۳۶ و ۰/۲۶ درصد از تیمارهای مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و عدم مصرف کود شیمیایی به‌دست آمد (جدول ۴). لازم به ذکر است که تفاوت معنی‌داری از لحاظ محتوای فسفر بین مصرف ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه دیده نشد.

علف‌های هرز می‌توانند از طریق کاهش دسترسی گیاه زراعی به منابع مشترک، رشد و عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار دهند. از مهم‌ترین عوامل ایجاد رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز می‌توان به جذب عناصر غذایی علی‌الخصوص نیتروژن و فسفر اشاره نمود که در بیشتر موارد نیز علف‌های هرز منابع غذایی موجود و مشترک را آسان‌تر از گیاهان زراعی جذب می‌کنند (Zand *et al.*, 2004). در این آزمایش نیز وجود فسفر کمتر در تیمارهای آلوده به علف‌های هرز می‌تواند گواهی بر برتری جامعه علف هرز نسبت به سویا در جذب فسفر باشد. برخی از گونه‌های علف هرز حتی با داشتن زیست‌توده کمتر نسبت به گیاه زراعی از توان بالاتری در جذب نیتروژن و فسفر از خاک برخوردار هستند (Andreasen *et al.*, 2006). در آزمایشی گزارش شد که افزایش دوره تداخل علف‌های هرز تا زمان رسیدگی پیاز سبب افزایش روند برداشت نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط علف‌های هرز شد (Hussein, 2003). در تحقیقی بر روی گندم بلک شاو و همکاران (Blackshaw *et al.*, 2004) بیان داشتند که در شرایط وجود میزان مناسب فسفر در خاک علف‌های هرز در مقایسه با گندم از توان بیشتری در جذب فسفر برخوردار هستند.

در بسیاری از تحقیقات بیان شده که تلقیح با مایکوریزا سبب بهبود جذب فسفر در گیاهان زراعی می‌شود. قارچ‌ها با دریافت منابع کربنی انرژی‌زا از گیاه، بسیاری از عناصر غذایی همانند فسفر، مولیبدن، مس و غیره را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. حضور گسترده میسیلیوم‌های قارچ در خاک سبب می‌شود که گیاه زراعی به مناطق بیشتری از خاک دسترسی داشته باشد و منطقه تخلیه فسفر که عنصری کم‌تحرک می‌باشد، بیشتر شود. روابط همزیستی مایکوریزا نقش اساسی در تجزیه مواد آلی خاک، معدنی شدن عناصر غذایی گیاهان و چرخه عناصر غذایی ایفا می‌کند (Panwar & Tarafdar, 2006). مایکوریزا در افزایش توانایی گیاه میزبان برای جذب عناصر غذایی غیر متحرک، خصوصاً فسفر و چندین ریزمغذی دیگر تأثیر مفیدی دارد (Cardoso & Kuyper, 2006). تلقیح گیاه با قارچ مایکوریزا به‌همراه رایزوبیوم سبب افزایش عملکرد دانه، گسترش ریشه و مقدار فسفر دانه و ساقه می‌شود (Erman *et al.*, 2011). انتخاب ترکیب مناسبی از مایکوریزا، گیاه میزبان و رایزوبیوم که با یکدیگر هماهنگ باشند به‌طور چشم‌گیری بر رشد، عملکرد و تغذیه بقولات می‌افزاید (Meghvansi *et al.*, 2008). تحقیقات یولداس و همکاران (Yoldas *et al.*, 2008) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، غلظت فسفر در کلم بروکلی افزایش یافت. با افزایش جذب و محتوای نیتروژن گیاه محتوای کلروفیل نیز افزایش می‌یابد و به تبع آن شاهد افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش بیوماس خواهیم بود. در نتیجه با افزایش رشد رویشی، نیاز گیاه به سایر عناصر غذایی افزایش می‌یابد و میزان جذب عناصر غذایی بیشتر می‌شود (Ritchie & Hanway, 1984). با توجه به شکل ۱ (A) می‌توان مشاهده کرد که رابطه مثبت و معنی‌داری (R^2 =۰/۸۷) بین محتوای کلروفیل و درصد فسفر وجود دارد و با افزایش میزان کلروفیل همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد درصد فسفر نیز افزایش یافت.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر علف‌های هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر درصد فسفر و پتاسیم برگ و درصد پروتئین و روغن دانه.

Table 4- Mean comparison effect of weed, biological fertilizer and chemical fertilizer on leaf phosphorus (%), potassium (%) and seed oil (%) and protein (%).

تیمارهای آزمایشی Treatmants		فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	روغن Oil	پروتئین Protein
علف هرز Weed	وجین Weed free	0.37a	1.84a	20.62a	35.10a
	عدم وجین Weedy check	0.28b	1.65b	17.91b	31.36b
کود بیولوژیک Biological Fertilizer	شاهد Non use	0.19c	1.32b	17.56b	28.09b
	رایزوبیوم Rhizobium (A)	0.32b	1.83a	19.61a	29.98b
	مایکوریزا Mycorrhiza (B)	0.39a	1.91a	19.82a	35.93a
	مایکوریزا + رایزوبیوم (A) + (B)	0.39a	1.91a	20.09a	38.92a
کود شیمیایی Chemical Fertilizer (kg/ha)	شاهد Non use	0.26b	1.47c	19.17a	27.35b
	25	0.35a	1.86b	19.18a	35.52a
	50	0.36a	1.90a	19.46a	36.81a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD test (P<0.05).

پتاسیم

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات اصلی تیمارهای علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی به همراه اثرات دوگانه علف هرز وکود شیمیایی، کود بیولوژیک وکود شیمیایی به‌همراه اثر سه‌گانه علف‌های هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سطح ۱ درصد محتوای پتاسیم برگ را تحت تأثیر قرار دادند. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین مصرف جداگانه و همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم از لحاظ جذب پتاسیم وجود ندارد. بررسی اثر سه‌گانه (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار وجین علف‌های هرز، تلقیح با مایکوریزا و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بالاترین درصد پتاسیم (۲/۳۴) و تیمار عدم وجین علف‌های هرز، عدم مصرف کود بیولوژیک و مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کم‌ترین درصد (۱/۱۶) پتاسیم برگ را داشت. در تحقیقی توسط مهریا و همکاران (Mehriya *et al.*, 2007) گزارش شد که درنتیجه رقابت با علف‌های هرز عملکرد زیره سبز کاهش یافت، آن‌ها دلیل این کاهش را ناشی از افزایش شدت رقابت علف‌های هرز در جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانستند. وشیشت و همکاران (Vashisht *at al.*, 2008) عنوان داشتند که کنترل علف‌های هرز در گیاه بادام زمینی منجر به افزایش مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه شد. در آزمایشی توسط سیدی و همکاران (Seyedi *et al.*, 2013) گزارش شد که با افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بافت‌های گیاه سیاه دانه کاهش و جذب این عناصر توسط علف‌های هرز افزایش یافت. تحقیقات دانشی و همکاران (Daneshi *et al.*, 2005) بر روی گیاه نخود نشان داد که جذب عناصر فسفر و پتاسیم در تیمارهای تلقیح رایزوبیوم بیشتر از سایر تیمارها بود. تلقیح بذر گوجه فرنگی با قارچ مایکوریزا (*G. mosseae*) سبب افزایش ماده خشک ریشه، اندام هوایی و همچنین غلظت فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس شد (Al-Karaki, 2006). شیرانی راد و همکاران (Shirani-Rad *et al.*, 1996) گزارش کردند که تلقیح همزمان باکتری برادی رایزوبیوم و قارچ مایکوریزا سبب افزایش جذب عناصر

غذایی فسفر و پتاسیم در سویا شد. استفاده از کودهای حاوی نیتروژن سبب توسعه بیشتر برگ‌ها و افزایش فتوسنتز می‌گردد که پیامد آن نیاز بیشتر به مواد غذایی مانند فسفر، پتاسیم و کلسیم بوده که به‌عنوان دلیلی بر افزایش جذب آن‌ها توسط گیاه به آن اشاره شده است (Barraclough & Leigh, 1993). به‌علاوه تغییر و تحول نیتروژن در خاک و جذب آن به‌صورت نیترات باعث افزایش بار منفی در سلول‌های ریشه می‌شود و گیاه برای ایجاد تعادل بار اقدام به جذب کاتیون می‌کند، در نتیجه جذب کاتیون‌هایی مثل کلسیم و پتاسیم افزایش می‌یابد (Yoldas *et al.*, 2008). نتایج تحقیقات یولداس و همکاران (Yoldas *et al.*, 2008) و سیلوا و اوچیدا (Silva & Uchida, 2000) نیز نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن غلظت پتاسیم سر کلم بروکلی افزایش می‌یابد.

پروتئین و روغن

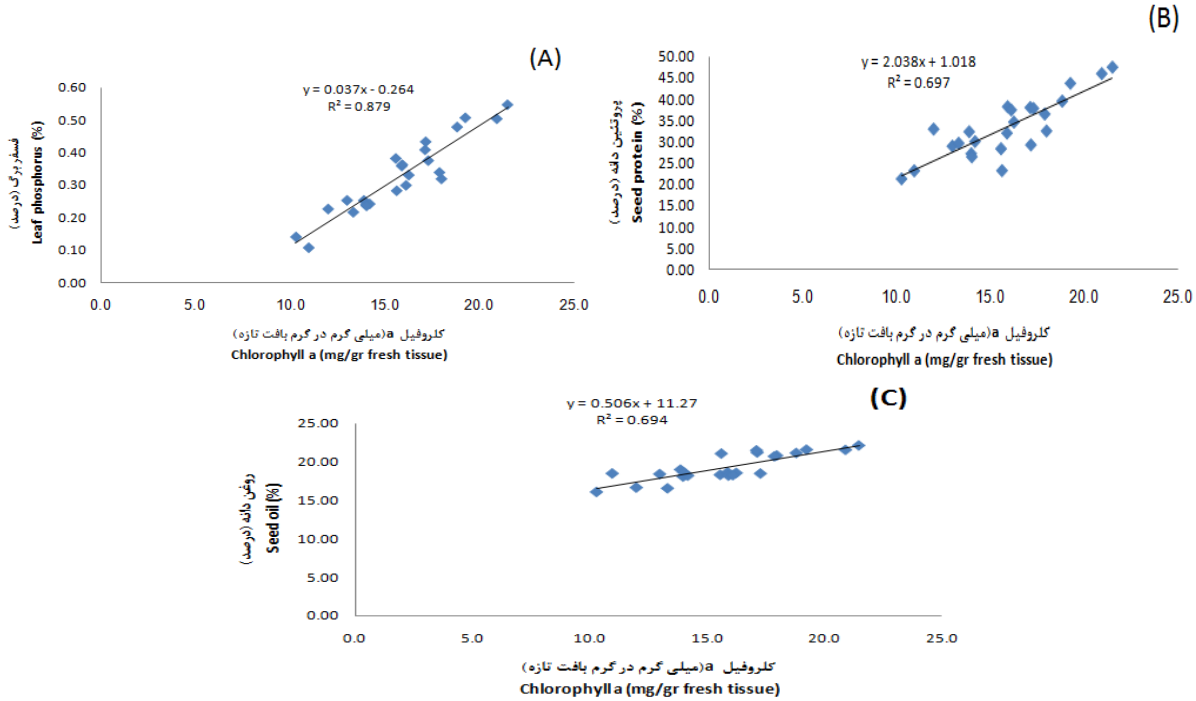
نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تیمارهای علف هرز وکود بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد بر روی درصد روغن و پروتئین دانه تأثیرگذار بوده و تیمار کود شیمیایی در سطح آماری ۱ درصد تنها بر محتوای روغن دانه تأثیر معنی‌دار داشته و سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر این صفات نداشته‌اند. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با وجین علف‌های هرز درصد روغن و پروتئین دانه نسبت به تیمار عدم وجین علف‌های هرز به ترتیب ۱۵ و ۱۲ درصد افزایش یافت.

با کنترل علف‌های هرز و ایجاد فضای کافی و مناسب برای رشد گیاه زراعی و حذف رقابت بر سر عناصر غذایی کلیدی همانند نیتروژن که در ساختار پروتئین‌ها نقش اساسی دارد، انتظار می‌رود که گیاه امکانات و فرصت بیشتری برای سنتز روغن و پروتئین داشته باشد. راندهوا و همکاران (Randhawa *et al.*, 2009) گزارش کردند که عملکرد پروتئین دانه در پاسخ به تراکم بالای علف هرز خرفه دچار کاهش می‌شود که دلیل آن را کاهش رشد گیاه و محتوای پایین پروتئین دانه بیان داشته‌اند. طی یک گزارش، کنترل شیمیایی و دو بار وجین دستی علف‌های هرز سبب افزایش میزان پروتئین و روغن در سویا شد (Abdelhamid & El-Metwally, 2008). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که محتوای روغن و پروتئین دانه سویا با کاربرد مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم افزایش یافت. هر چند که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و تلقیح با رایزوبیوم در مورد درصد پروتئین دانه دیده نمی‌شود، اما همان‌طور که گفته شد تلقیح با باکتری سبب افزایش محتوای پروتئین دانه نسبت به شاهدگردید. با توجه به توانایی سویا در برقراری همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، وابستگی این گیاه به منابع خاکی نیتروژن کمتر شده، به‌طوری که گزارش شده میزان پروتئین دانه گیاهان همزیست با باکتری ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد می‌باشد (Krishnan *et al.*, 2000). یزدی صمدی و زالی (Yazdisamadi & Zali, 1975) در آزمایشی با بررسی تأثیر باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم بر گیاه سویا، مشاهده کردند که کاربرد رایزوبیوم موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و درصد روغن دانه شد. افزایش روغن دانه سویا در اثر کاربرد کودهای حاوی فسفر به‌وسیله محققان مختلفی همچون (Haq & Mallarino, 2005) گزارش شده است. یکی از خصوصیات اصلی گیاهان تلقیح شده با مایکوریزا افزایش جذب فسفر از خاک است. در تحقیقی استفاده از مایکوریزا گونه *G. mosseae* سبب افزایش درصد روغن و پروتئین گیاه کنجد شد (Gholinezhad, 2017). نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش مصرف کود نیتروژنه محتوای پروتئین دانه افزایش می‌یابد، هر چند که محتوای روغن دانه نیز روند مشابهی همانند پروتئین را نشان می‌دهد و با افزایش مصرف کود نیتروژن مقدار آن بیشتر می‌شود اما مقدار این افزایش جزئی بوده و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین سطوح مصرف صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد. در این مورد نتایج ضد و نقیض متفاوتی موجود است. نیتروژن در فرآیندهای زیادی در سلول‌های گیاهی دخیل است و یکی از ارکان اصلی ساختمان DNA، RNA، پروتئین‌ها، و رنگیزه‌های فتوسنتزی همانند کلروفیل می‌باشد. وبر (Webre, 1996) گزارش کرد که در شرایط استعمال کود

نیتروژن به مقدار ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین افزایش و درصد روغن کاهش نشان می‌دهد. در مقابل نتایج حاصل از پژوهشی دیگر نشان داد که کاربرد مقادیر بالاتر کود نیتروژنه (۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) باعث کاهش درصد پروتئین و افزایش درصد روغن شد (Ray *et al.*, 2006). همان‌طور که ذکر شد با افزایش جذب نیتروژن رشد و عملکرد تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش می‌یابد و با افزایش عملکرد محتوای روغن و پروتئین دانه نیز به طبع آن افزایش می‌یابد که همسو با نتایج این تحقیق می‌باشد (داده‌های عملکرد در این مقاله ذکر نشده است). استعمال کودهای نیتروژنه تأثیر مثبتی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی داشته که پیامد آن دستگاه فتوسنتزی کارآمدتر و عملکرد بیشتر می‌باشد. شکل های ۱ (B) و (C) می‌توانند گواهی بر این موضوع باشند که نشان‌دهنده رابطه مثبت کلروفیل برگ و درصد پروتئین و روغن دانه می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

می‌توان از مدیریت عناصر غذایی به‌عنوان شاه کلیدی برای مهار علف‌های هرز نام برد. رقابت علف‌های هرز برای نیتروژن یکی از تأثیرگذارترین فاکتورها در تولید محصولات کشاورزی است که می‌توان با درک صحیح این رابطه کنترل بهتر و مؤثرتری بر علف‌های هرز داشت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد علف‌های هرز تأثیر زیادی بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی دارند که پیامد آن کاهش عملکرد کمی و کیفی سویا خواهد بود. به‌علاوه مشاهدات حاکی از تأثیر مایکوریزا و رایزوبیوم هر یک به تنهایی در مراحل مختلف رشد بر صفات اندازه‌گیری شده بود. همچنین نتایج نشان داد که نه تنها مصرف توأم این میکروارگانیسم‌ها اثر آنتاگونیستی بر یکدیگر نداشته بلکه کاربرد همزمان آن‌ها نسبت به کاربرد جداگانه در حد چشم‌گیری مؤثرتر واقع شد. می‌توان با استفاده مستمر از کودهای بیولوژیک و اعمال مدیریت مناسب ملزومات فعالیت حداکثری میکروارگانیسم‌های مفید را فرآهم کرد و علاوه بر کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی می‌توان از تبعات منفی ناشی از زیادی مصرف آن‌ها نیز جلوگیری کرد. در انتها به نظر می رسد که اعمال مدیریت تلفیقی در دوره‌های زراعی چند ساله بعضاً نتایج بهتری را در پی خواهد داشت.



شکل ۱- رابطه بین میزان کلروفیل a و درصد فسفر برگ (A)، درصد پروتئین دانه (B) و درصد روغن دانه (C)

Figure 1: Relationship between chlorophyll a content and leaf phosphorus percentage (A), seed protein percentage (B) and seed oil percentage (C).

جدول ۳- اثر متقابل علف‌های هرز و کود بیولوژیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی (میلی‌گرم در گرم بافت تازه) و محتوای فسفر برگ (درصد).

Table 3- Interaction effect of weed and biological fertilizer on photosynthetic pigments (mg/gr fresh tissue) and leaf phosphorus content (%) .

علف هرز Weed	کود بیولوژیک Biological fertilizer											
	شاهد Control			رایزوبیوم Rhizobium			مایکوریزا Mycorrhiza			رایزوبیوم + مایکوریزا Rhizobium + Mycorrhiza		
	کلروفیل a Chla	کلروفیل b chlb	فسفر P	کلروفیل a Chla	کلروفیل b Chlb	فسفر P	کلروفیل a Chla	کلروفیل b Chlb	فسفر P	کلروفیل a Chla	کلروفیل b Chlb	فسفر P
وجین Weed free	12.6e	8.1de	0.20c	17.1bc	8.9bcd	0.31b	18.4ab	9.0bcd	0.47a	19.8a	11.1a	0.48a
عدم وجین Weedy check	11.8e	7.8e	0.19c	15.1d	8.7cde	0.32b	15.4d	9.9b	0.31b	15.8cd	9.6bc	0.30b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD test (P<0.05).

جدول ۵- اثر متقابل علف‌های هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی (کیلوگرم در هکتار) بر محتوای پتاسیم برگ (درصد).

Table 5- Interaction effect of weed, biological fertilizer and chemical fertilizer (kg/ha) on leaf potassium content (%) .

علف هرز Weed	کود شیمیایی Chemical fertilizer	کود بیولوژیک Biological fertilizer شاهد Control	رایزوبیوم Rhizobium	مایکوریزا Mycorrhiza	رایزوبیوم + مایکوریزا Rhizobium + Mycorrhiza
وجین Weed free	0	1.22h	1.32fgh	1.35efgh	1.31gh
	25	1.48defg	2.29a	2.28a	2.32a
	50	1.56cde	2.27a	2.34a	2.3a
عدم وجین Weedy check	0	1.21h	1.72bcd	1.8bc	1.87b
	25	1.16h	1.55def	1.92b	1.86b
	50	1.28gh	1.86b	1.81b	1.83b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to LSD test (P<0.05).

References **فهرست منابع**

Abdelhamid, M. T., and I. M. El-Metwally. 2008. Growth, nodulation and yield of soybean and associated weeds as affected by weed management. Planta Daninha. 26: 855-863.

Al-Karaki, G. N. 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Sci. Hortic. 109 p.

Andreasen, C., A. S. Litz., and J. C. Streibig. 2006. Growth response of six weed species and spring barley (*Hordeum vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. Weed Research. 46: 503-512.

Arumugam, R., S. Rajasekaran., and S. M. Nagajan. 2010. Response of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium inoculation on growth and chlorophyll content of *Vigna unguiculata* (L) Walp Var. Pusa 151. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 14: 113- 115.

Barraclough, P. B., and R. A. Leigh. 1993. Critical plant K concentrations for growth and problems in the diagnosis of nutrient deficiencies by plant analysis. Plant Soil. 155: 219-222.

Bastami, A., and M. Majidian. 2016. The effect of mycorrhiza, bio phosphate fertilizer and manure on the amount of photosynthetic pigments and yield in Coriander (*Corandurum sativum* L.) yield. Journal of the Plant Production. 38: 49-60.

Bellaloui, N., H. A. Bruns., H. K. Abbas., A. Mengistu., D. K. Fisher., and K. N. Reddy. 2015. Effects of row-type, row-spacing, seeding rate, soil-type, and cultivar differences on soybean seed nutrition under US Mississippi Delta conditions. Plos One 10, e0129913.

Bhattacharjee, S., and G. D. Sharma. 2012. Effect of dual inoculation of arbuscular mycorrhiza and rhizobium on the chlorophyll, nitrogen and phosphorus contents of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). Adv Microbiol. 2: 561–564.

Blackshaw R. E., R. N. Brandt., H. H. Janzen., and T. Entz. 2004. Weed species response to phosphorus fertilization. Weed Science. 52: 406-412.

Boutraa, T., and F. E. Sanders. 2001. Effects of interactions of moisture regime and nutrient addition on nodulation and carbon contribution in two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agron. Crop Sci. 186: 229-237.

Cardoso, I. M., and T. W. Kuyper. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment. 116: 72-84.

Daneshi, N., A. Asgharzadih., and M. Afshari. 2005. Effect of rhizobium inoculants to increase the absorption of micronutrients in pea crops. Proceedings of the Ninth Congress of Soil Science, Iran. 2: 64-67.

Daneshian, J., H. Hamed., and P. Jonobi. 2009. Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 11: 393-409.

Dere, S., T. Guns., and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Botany. 22: 13-17.

Di-Tomaso, J. M. 1995. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Sci. 43: 491-497.

Erman, M., S. Demir., E. Ocak., S. Tufenkçi., F. Oguz., and A. Akkopru. 2011. Effects of rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1-Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. Earth Sci. 122: 14-24.

Freeborn, J. R., D. L. Holshouser., M. M. Alley., N. L. Powell., and D. M. Orcutt. 2001. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron. Agron. J. 93: 1200-1209.

Fundora, Z., J. L. Garcia., H. Vranga., J. Gonzalegmauvi., J. A. Soto., L. A. Gonzalez., and I. Alvarez. 1991. Effect of weed incidencen soybean productivity. Agrotecnia de Cuba. 23: 53-60.

Gholinezhad, E. 2016. Effect of two species mycorrhizal fungi on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces in different levels of drought stress. Iranian Journal of Field Crops Research. 15: 150-167.

Gibson, D. J., K. Millar., M. Delong., J. Connolly., L. Kirwan., A. J. Wood., and B. G. Young. 2008. The weed community affects yield and quality of soybean (*Glycine max* L.). J. Sci. Food Agric. 88: 371-381.

Guarda, G., S. Padovan., and G. Delogu. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European Journal of Agronomy. 21: 181-192.

Haq, M. U., and A. P. Mallarino. 2005. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. Agron J. 97: 910-918.

Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus., and E. S. Jensen. 2001. Interspecific competition and N use interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crop Res. 70: 101-109.

Hussein, H. F. 2003. Estimation of critical period of crop-weed competition and nutrient removal by weeds in onion (*Allium cepa* L.) in sandy soil. Egyptian Journal of Agronomy. 24: 43-62.

Kapoor, R., B. Giri., and K. G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*foeniculum vulgare* Mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with P fertilizer. Bio resource Technology. 93: 307-311.

Krishnan, H. R., G. A. Jiang., H. Krishnan., and W. J. Wiebold. 2000. Seed storage protein composition of non-nodulation soybean and its influence on protein quality. Plant Science. 2: 191-99.

Lichtenthale, H. K., and A. R. Wellburn. 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different Solvents. Biol. Soc. Trans. 11: 591-592.

Marius,S., A. Octavita., U. Eugen., and A. Vlad. 2005. Study of a microbial inoculation on several biochemical indices in sunflower (*Helianthus anuus* L.). Genet. Mol. Biol., TOM V. pp: 11-14.

Meghvansi, M. K., K. Prasad., D. Harwani., and S. K. Mahna. 2008. Response of soybean cultivars toward inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* in the alluvial soils. European Journal of Soil Biology. 44: 316-323.

Mehriya, M. L., R. S. Yadav., R. P. Jangir., and B. L. Poonia. 2007. Critical period of crop-weed competition and its effect on nutrients uptake by cumin (*Cuminum cyminum*) and weeds. Indian Journal of Agricultural Sciences. 77: 849-852.

Nyoki, D., and P. A. Ndakidemi. 2014. Effects of phosphorus and *Bradyrhizobium japonicum* on growth and chlorophyll content of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). American Journal of Experimental Agriculture. 4: 1120-1136.

Ohashi, Y., H. Saneoka., and K. Fujita. 2012. Effect of water stress on growth, photosynthesis, and photoassimilate translocation in soybean and tropical pasture legume siratro. Soil Science and Plant Nutrition. 46: 417-425.

Panwar, J., and J. C. Tarafdar. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under Mitragyna parvifolia (Roxb.) Korth. in Thar Desert. Applied Soil Ecology. 34: 200-208.

Rajabzadeh-Motlagh, F., E. Mohammadi., And H. R. Asghari. 2012. Evaluation of dual inoculation of mycorrhiza and sinorhizobium and nitrogen fertilizer application on annual medic (*Medicago scutellata*) growth. Journal of Rangeland. 3: 216-227.

Rajasekaran, S., and S. M. Nagarajan. 2005. Effect of dual inoculation (AM fungi and rhizobium) on chlorophyll content of *Vigna unguiculata* (L)., Walp. Var. Pusa 151. Mycorrhiza News. 17: 10-11.

Rajasekaran, S., S. M. Nagarajan., K. Arumugam., R. Sravanamuthu., and S. Balamurugan. 2006. Effect of dual inoculation (AM fungi and Rhizobium) on chlorophyll content of *Arachis hypogaea* L. CV. TMV-2. Plant Arch. 6: 671–672**.**

Randhawa, M. A., M. A. J. Khan., N. H. Khan., and M. Asif. 2009. Influence of *Trianthema portulacastrum* infestation and plant spacing on the yield and quality of maize grain. International J. Agric. Biol. 11: 225- 227.

Ray, D. J., F. B. Fritschi., and L. Gane. 2006. Larg application of fertilizer N at planting on seed protein and yield in the early soybean production systems. Field Crop Res. 99: 67-74.

Ritchie, S. W., and J. J. Hanway. 1984. How a corn plant develops. Special Report No. 48, Iowa State University Cooperative Extension Service, Ames, Iowa.

Salvagiotti, F., K. G. Cassman., J. E. Specht., D. T. Walters., A. Weiss., and A. Dobermann. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. Field Crops Res. 108: 1-13.

Seyedi, S., P. Rezvani Moghaddam., R. Ghorbani., and M. Nassiri-Mahalati. 2013. The effect of different weed-free and weed-infested periods on growth indices of Black seed (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 11: 408-420.

Shirani Rad, A., A. Alizadeh., and A. Hashemi-Dezful. 1996. Effects of mycorrhizal fungi (vesicular arbuscular) bacterium (*Bradyrhizobium japonicum*) and P uptake efficiency of nutrients in soybeans. Seed and Plant J. 16:172-191.

Silva, J. A. and R. Uchida. 2000. Essential nutrients for plant growth: Nutrient functions and deficiency symptoms. Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Manoa. 20: 63-90.

Silveira, A. P. D., and E. J. B. N. Cardoso. 2004. Arbuscular Mycorrhiza and kinetic parameters of phosphorus absorption by Bean plants. Agricultural Science. 61: 203-209.

Subba Rao, N. S., K. V. P. R. Tilak., and C. S. Singh. 1985. Synergistic effect of Vesicular arbuscular mycorrhizae and *Azospirillum brasilense* on growth of barley in pots. Soil Biology and Biochemistry. 19: 119-122.

Tang, M., H. Chen., J. C. Huang., and Z. Q. Tian. 2009. Arbuscular mycorrhiza fungi effects on the growth and physiology of (*Zea mays* L.) seedlings under diesel stress. Soil Biology Biochemistry. (41) 936-940.

Vashisht, R., U. C., U. C. Pandey., and B. S. Verma. 2008. Nutrient uptake by groundnut as influenced by weed control measures, phosphorus and sulphur application. Research on Crops. 9: 578-579.

Webre, C. R. 1996. Nodulation and non nodulation soybean isolines: I. Agronomic and chemical arbutus. Agron. J. :38: 43-46.

Yazdisamadi, B., and A. Zali. 1975. Effect of rhizobium and nitrogen on soybean. Present at Word Soybean Research Conferene. University of Illinois.

Yoldas, F., S. Ceylan., B. Yagmur., and N. Mordogan. 2008. Effects of nitrogen fertilizer on yield quality and nutrient content in broccoli. J. Plant Nutr. 31: 1333-1343.

Zand, A., H. Rahimian-Mashhadi., A. Kuchaki., K. Mosavi., and K. Ramzani .2004. Weed ecology (Implications for management). Mashhad University Press. 560 pp. (translate)

Zheng, Y.M., Y. F. Ding., Q. S. Wang., G. H. Li., H. Wu., Q. Yuan., H. Z. Wang., and S. H. Wang. 2007. Effect of nitrogen applied before transplanting on NUE in rice. Agricultural Sciences in China. 6: 842-848.

The Effect of *Bradyrhizobium japonicum*, Vesicular Arbascular Mycorrhizae and Chemical Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characteristics of Soybean (*Glycine max* L. cultivar *Katoul*) in Condition of Presence and Absence of Weeds

B. Parsa[1*], H. Abbasdokht[2], A. Gholami[2] and A. Faraji[3]

Abstract

In order to evaluate the competition of weeds with Soybean (*Glycine max* L.) cultivar *Katoul* along with the comparison of the effects of application of biological and chemical fertilizers separately and simultaneously, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications in a field in Ali Abad Katoul was carried out during the 2015-2016. Treatments were included weed management at two levels (weedy check and weed free), the use of bio-fertilizer at four levels (non-usage as control group, seed inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* bacteria, seed inoculation by Mycorrhizae fungi (*Glomus mosseae*) and Co-inoculation of Mycorrhizae and Rhizobium), and the use of nitrogen fertilizer (pure nitrogen from urea fertilizer) at three levels (non-usage as control group, 25 and 50 kg/ha). The results showed that among photosynthetic pigments just chlorophyll a were affected by weed treatment and chlorophyll b and carotenoids were not affected, but all of them affected by biological and chemical treatments. Additionally interaction of weeds and biological fertilizers influenced plant phosphorus content and the highest content of phosphorus (0.48%) was related to weed control treatment and co-inoculation of bacteria and fungi and the least amount (0.19%) was related to weed infested and control group of biological fertilizer. Leaf potassium content was affected by triple interaction of weeds, biological fertilizer and chemical fertilizer. The results of the analysis of variance showed that oil and protein content was affected by weed and biological fertilizer treatments and chemical fertilizer treatment only affects protein content of the seed.

Keywords: Protein, Photosynthetic pigments, Nutrition, Biological fertilizer

Received date: 14 Feb 2017 Accepted date: 3 June 2017

1- Ph.D. student, Department of Agriculture, Shahrood University of Technology
2- Associate Professor, Department of Agronomy, Shahrood University of Technology
3- Associated Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Gorgan, Iran
*- Corresponding author E-mail: bm.parsa@yahoo.com