نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۱۵-۱

Journal of Agroecology
Vol. 5, No. 1, Spring 2013, p. 1-15

اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط استفاده از گیاهان پوششی خلر (*Lathyrus* sp.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resopinatum* L.)

محسن جهان[1*]، معصومه آریایی[2]، محمد بهزاد امیری[3] و حمید رضا احیایی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

استفاده از گیاهان پوششی و ریزوباکترهای محرک رشد گیاه از جمله عوامل مؤثر در ارتقاء سلامت کشت‌بوم‌ها به شمار می‌روند. به منظور بررسی اثر گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. گیاهان پوششی (کشت و فقدان کشت خلر و شبدر ایرانی) و چهار نوع کود بیولوژیک مختلف (شامل: نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.)، بیوفسفر (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، بیوسولفور (*Thiobacillus* spp.) و شاهد (عدم استفاده از کود)) به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر گیاهان پوششی بر تعداد و وزن دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود، به طوریکه باعث افزایش نه درصدی عملکرد دانه شد. به طور کلی، کودهای بیولوژیک در اکثر صفات مورد مطالعه در مقایسه با شاهد برتری داشتند. تیمارهای نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به ترتیب باعث افزایش ۴۴، ۲۸ و ۲۶ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شدند. اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور (۲۲/۱ درصد) وکشت و فقدان کشت گیاهان پوششی به علاوهٔ شاهد (۱۵/۳ درصد) بدست آمد. بیشترین درصد روغن و پروتئین دانه به ترتیب در تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور (۴۲/۴ درصد) و گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر (۲۲/۵ درصد) حاصل شد. به طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد که با استفاده از گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک به عنوان جایگزینی بوم‌سازگار برای کودهای شیمیایی در کنار دست یافتن به مزایای ناشی از گیاهان پوششی، می‌توان یک نظام زراعی متکی بر نهاده‌های طبیعی طراحی و اقدام به تولید سالم کنجد نمود.

واژه‌های کلیدی: بیوسولفور، روغن دانه، کود بیولوژیک

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی یکساله، خودگرده‌افشان و متعلق به خانواده پدالیاسه[5] است (Uzan et al., 2008; Hahm et al., 2009). این گیاه با سطح زیرکشت جهانی ۶/۵ میلیون هکتار و تولید سالانه سه میلیون تن دانه یکی از مهمترین محصولات دانه‌روغنی جهان محسوب می‌شود (FAOSATAT, 2005). هند، سودان، میانمار و چین از مهمترین مراکز تولیدکننده کنجد به شمار می‌روند (Rajeswari et al., 2010). دانه کنجد دارای ۵۰ درصد روغن، ۲۵ درصد پروتئین (Rajeswari et al., 2010) و غنی از مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر و ویتامین E (Obiajunwa et al., 2005; Khazaei & Mohammadi, 2009) می‌باشد. دانه، روغن و کنجاله کنجد دارای کاربردهای متعدد تغذیه‌ای و صنعتی می‌باشند که از آن جمله می‌توان به کاربرد در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی، رنگرزی، شیرینی‌پزی و استفاده در ترکیب حشره‌کش‌ها اشاره کرد (Uzan et al., 2008; Rangkadilok et al., 2010; Khazaei & Mohammadi, 2009; Hahm et al., 2009; Shenoy et al., 2011). روغن کنجد به خاطر دارا

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی دکترای اگرواکولوژی و دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: jahan@ferdowsi.um.ac.ir)

5 - Pedaliaceae

Archive of SID
www.SID.ir

بودن آنتی‌اکسیدانت‌های قابل حل در چربی نظیر سساموال[1]، سساموالین[2] و سسامینول[3] نقش بسزایی در تأمین سلامتی بشر ایفا می‌کند (Shenoy et al, 2011; Rajeswari et al., 2010; Rangkadilok et al, 2010)؛ از اینرو، به ملکه دانه‌های روغنی معروف شده است (Debnath et al., 2007).

یکی از مهمترین ویژگی‌های کشاورزی رایج، استفادهٔ بیش از حد از نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی است که ضمن افزایش تولید (Glendining et al., 2009; Ruegg et al., 2007)، آلودگی‌های زیست محیطی، آبشویی نیتروژن، تخریب ساختمان خاک، کاهش تنوع زیستی و اختلال در کارکردهای اکوسیستم را به همراه داشته است (Kumar et al., 2009; Singh et al., 2011; Adesemoye et al., 2010). در دهه‌های اخیر، روند توجه به سلامت محیط زیست افزایش یافته و راهکاری تحت عنوان کشاورزی پایدار مطرح گردیده است (den Hollander et al., 2007). کشاورزی پایدار، مدیریت صحیح منابع کشاورزی در جهت تأمین نیازهای انسان همراه با حفظ و بهبود کیفیت محیط زیست است (Kamkar & Mahdavi Damghani, 2009).

مدیریت تلفیقی عناصر غذایی، راهکاری مطلوب برای کاهش مشکلات زیست محیطی است (Adesemoye et al., 2008)، لذا در سال‌های اخیر، استفاده از گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک به عنوان راهکاری مناسب برای مدیریت خاک و نیل به اهداف کشاورزی پایدار مطرح گردیده‌اند (Alcantara et al., 2011; Malezieux et al., 2009). از جمله مزایای کشت گیاهان پوششی می‌توان به جلوگیری از آبشویی نیتروژن در پاییز و زمستان (Dean & Weil, 2009; Kremen, 2006)، بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (Sarrantonio & Gallandt, 2003)، کاهش فرسایش خاک (Gabriel & Quemada, 2011)، کنترل علف‌های هرز (Isik et al., 2009) و بیماری‌های خاک‌زاد (Campiglia et al., 2010)، حفظ رطوبت خاک (Alcantara et al., 2011)، افزایش مواد آلی خاک (Carof et al., 2007)، تعدیل درجه حرارت روزانه خاک (Hiltbrunner et al., 2007)، افزایش تنوع زیستی (Picard et al., 2010) و در نهایت، افزایش عملکرد محصولات زراعی (Sainju et al., 2006; Blaser et al., 2006) اشاره کرد. بقولات از مؤثرترین گیاهان پوششی به شمار می‌روند، به طوریکه توصیه می‌شود حتی در صورت انتخاب گیاهی غیر از بقولات به عنوان گیاه پوششی، برای جلوگیری از کاهش نیتروژن، کشت آن‌ها به صورت مخلوط با بقولات انجام شود (Bergkvist et al., 2011; Kuo & Jellum, 2002). در کشاورزی ارگانیک نیز استفاده از بقولات به عنوان گیاه پوششی بدلیل توانایی آن‌ها در تثبیت نیتروژن هوا مورد توجه قرار گرفته است (Hiltbrunner et al., 2007; den Hollander et al., 2007; Hooker et al., 2008). گابریل و کومادا (Gabriel & Quemada, 2011) گزارش کردند که استفاده از بقولات مختلف به عنوان گیاهان پوششی عملکرد ذرت (*Zea mays*) را افزایش داد.

به مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌های آزادزی که اثرات مثبتی بر تحریک رشد گیاه دارند، ریزوباکترهای محرک رشد گیاه[4] گفته می‌شود (Piromyou et al., 2011). از معروف‌ترین جنس‌های این باکتری‌ها می‌توان *Azotobacter*، *Azospirillium*، *Bacillus*، *Rhizobium* و *Beijerinckia* را نام برد (Pirlak & Kose, 2009). این میکروارگانیسم‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر تثبیت نیتروژن (Sahin et al., 2004; Piromyou et al., 2011)، تبدیل فسفات معدنی به آلی (Aslantas et al., 2007; Singh et al., 2011)، افزایش جذب آب و مواد غذایی (Yadegari et al., 2010)، مقابله با بیماری‌های خاکزاد (Dey et al., 2004; Singh et al., 2011)، آزاد کردن متابولیت‌ها و تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین (Egamberdiyeeva, 2005; Piromyou et al., 2011)، سیتوکینین (Aslantas et al., 2007)، جیبرلین (Gutierrez-Manero et al., 2001) و اتیلن (Pirlak & Kose, 2009) باعث تحریک رشد گیاه می‌شوند. بیاری و همکاران (Biari et al., 2008) نشان دادند که ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (گونه‌های *Azospirillum lipoferum*، *Azospirillum brasilense*، *Azotobacter* sp. و *Azotobacter chroococcum*) ارتفاع، وزن خشک دانه و اندام هوایی، تعداد دانه در بوته و عملکرد گیاه ذرت را افزایش دادند.

گوگرد یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان است که در سال‌های اخیر استفاده از آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Scherer, 2001). کاهش استفاده از نهاده‌های گوگردی از یک سو و افزایش روزافزون استفاده از کودهای NPK از سوی دیگر، باعث بر هم خوردن تعادل گوگردی خاک‌های کشاورزی شده است، به طوری‌که برخی محققین (Kertesz & Mirleau, 2004; Anandham et al., 2007) گزارش کردند که به دلیل کمبود گوگرد، سنتز روغن، برخی پروتئین‌ها و ویتامین‌های ضروری گیاهان با مشکل مواجه شده است.

علیرغم برخی تحقیقات که در مورد تأثیر گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات رشدی عملکرد بعضی گیاهان زراعی مختلف انجام شده است، اطلاعات در مورد اثرات ناشی از کاربرد همزمان آنها بر خصوصیات گیاهان روغنی نظیر کنجد بسیار اندک است. لذا این آزمایش با هدف بررسی اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد انجام گرفت.

1- Sesamol
2- Sesamolin
3- Sesaminol

4- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physiochemical characteristics of experimental field

بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) potassium Available (ppm)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available phosphorus (ppm)	نیتروژن کل (٪) Total nitrogen (٪)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
سیلت- لومی Silt-loam	480	11	0.077	1.2	7.8

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقهٔ شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) و در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. گیاهان پوششی خلر (*Lathyrus sativus* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resopinatum L.*) در کرت‌های اصلی و سه نوع کود بیولوژیک مختلف شامل: نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp.، *Azospirillum* sp.)، بیوفسفر (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، بیوسولفور (*Thiobacillus* ssp.) و شاهد (عدم استفاده از کود) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. قبل از شروع آزمایشات مزرعه‌ای، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. آماده‌سازی زمین برای کشت گیاهان پوششی با تأکید بر خاکورزی حداقل، توسط کارگر و با بیل‌دستی انجام گرفت. گیاهان پوششی خلر و شبدر ایرانی در آذرماه ۱۳۸۸ با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و به صورت یک در میان کشت و بلافاصله آبیاری شدند. برای رشد بهتر گیاهان پوششی، یک نوبت وجین‌دستی در فرودین ماه ۱۳۸۹ انجام شد.

گیاهان پوششی پس از تکمیل دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ توسط بیل دستی به خاک برگردانده شدند. بعد از سپری شدن ۴۵ روز از برگرداندن گیاهان پوششی به خاک، آماده‌سازی زمین برای کشت کنجد به روش دستی انجام و کرت‌های اصلی و فرعی به ترتیب با ابعاد ۳×۱۶ و ۳×۴ متر ایجاد شدند. به دلیل ماهیت تیمارهای آزمایش، بین کرت‌های آزمایشی یک ردیف نکاشت در نظر گرفته شد و برای هر بلوک یک جوی جداگانه جهت آبیاری، ایجاد شد. بذور کنجد با منشأ تودهٔ اسفراین از مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و در ۲۰ خرداد ماه در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر، به صورت دستی کشت شدند. همزمان با کاشت و به منظور اعمال تیمارهای آزمایش، بذور با هر یک از کودهای بیولوژیک، به میزان دو لیتر در هکتار (بر اساس توصیه شرکت سازنده) به خوبی با کودها آغشته شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد به روش نشتی و توسط سیفون انجام شدند. پس از سبز شدن (در مرحلهٔ چهار برگی)، برای حصول تراکم مناسب (چهار سانتی‌متر روی ردیف)، نسبت به تنک گیاهان سبزشده اقدام شد. برای کنترل علف‌های هرز سه نوبت وجین‌دستی به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت انجام گرفت. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دورهٔ رشد هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

بعد از گذشت ۱۲۰ روز پس از کاشت، با آغاز مرحلهٔ رسیدگی، زرد شدن بوته‌ها و خشک شدن غلاف‌ها، بعد از حذف اثر حاشیه‌ای عملیات برداشت انجام و صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان روغن و پروتئین دانه کنجد اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن دانه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از ترازوی دیجیتالی با دقت یک‌صدم گرم استفاده شد. روغن دانه با استفاده از روش استخراج گرم (AOAC Official Method 927.28) و پروتئین دانه بر اساس روش کجلدال (AOAC Official Method 968.06) و با استفاده از دستگاه تقطیر نیمه‌اتومات، اندازه‌گیری شدند (Horwitz & Latimer, 2005). تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel ver. 11 و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (Mousavi Nik, 2012).

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی به طور معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته تأثیر داشت ($p\leq$۰/۰۱)، به طوری‌که با کشت گیاهان پوششی، تعداد غلاف در بوته در مقایسه با فقدان کشت آن افزایش یافت (جدول ۲). احتمالاً گیاهان پوششی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (Sarrantonio & Gallandt, 2003; Nakhone & Tabatabai, 2008) و افزایش فراهمی مواد آلی (Hartwig & Ammon, 2002; Doane et al., 2009) محیط مناسبتری برای رشد گیاه فراهم نموده و در نتیجه باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شده‌اند. آرمسین و همکاران (Armecin et al., 2005)

Archive of SID

www.SID.ir

طی آزمایشی شش ساله، اثر گیاهان پوششی را بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه آباکا (*Musa texilis* Nee.) مثبت گزارش کردند. اثر کودهای بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، به طوریکه بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار بیوسولفور (۱۷۰/۵ غلاف در بوته) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۱۴۰ غلاف در بوته) بدست آمد (جدول ۲). تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر نیز به طور محسوسی (به ترتیب با ۹ و ۱۱ درصد) تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک از طریق افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و گوگرد (Piromyou et al., 2011; Sahlin et al., 2004; Mohammadi Aria et al., 2010) باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه شده‌اند. رخزادی و همکاران (Rhokhzadi et al., 2008) گزارش کردند که تلقیح بذور نخود (*Cicer arietinum* L.) با *ازتوباکتر* و *سودوموناس* باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته شد.

نتایج مربوط به اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته، حاکی از برتری تیمار گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر نسبت به سایر تیمارها بود؛ به طوریکه باعث افزایش ۲۲ درصدی این صفت در مقایسه با تیمار فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد شد (جدول ۴). در منابع متعدد به اثرات مثبت گیاهان پوششی بر جوامع میکروبی خاک تأکید شده است (Wang et al., 2004; Ferris et al., 2004; Forge et al., 2003). احتمالاً گیاهان پوششی از طریق کاهش فشردگی خاک و افزایش مواد آلی (Carof et al., 2007; Kankanen & Eriksson, 2007) و بیوفسفر از طریق تبدیل فسفات معدنی به فسفات آلی (Jeon et al., 2003; Aslantas et al., 2007) باعث بهبود رشد گیاه شده‌اند. جهان و همکاران (Jahan et al., 2011) گزارش کردند که استفاده از کود آلی به همراه تلقیح بذور کدو پوست کاغذی با ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (*Pseudomonas* sp.، *Azotobacter* sp. و *Bacillus* sp.)، اثرات مثبتی بر خصوصیات رشدی کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) داشت.

تعداد دانه در بوته

اثر گیاهان پوششی بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)، به طوری‌که تعداد دانه در بوته را ۱۳ درصد کاهش داد (جدول ۲). از جمله دلایل احتمالی این موضوع می‌توان به تخلیه رطوبت خاک توسط گیاهان پوششی در بهار و اثرات دگرآسیبی آنها اشاره کرد (Kramberger et al., 2009).

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات کمی و کیفی کنجد در شرایط کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی و استفاده از کودهای بیولوژیک

Table 2- Mean comparison of some quantitative and qualitative characteristics of sesame in condition of cultivation and non-cultivation of cover crops and use of different biofertilizers

	تعداد غلاف در بوته Pod number ($No.plant^{-1}$)	تعداد دانه در بوته Seed number ($No.plant^{-1}$)	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.h^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.h^{-1}$)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	روغن دانه (٪) Seed oil (%)	پروتئین دانه (٪) Seed protein (%)
گیاهان پوششی Cover crop	157.1a*	19444b	6.67a	3335a	15291b	18.85a	38.40a	14.45a
فقدان گیاهان پوششی No cover crop	153.5b	22352a	6.08b	3042b	17121a	18.27a	38.11a	15.07a
نیتروکسین Nitroxin	153.7c	23535a	7.08a	3544a	20923a	18.57b	36.01b	11.04b
بیوفسفر Biophousphoros	157.0b	20818c	6.68b	3343b	16221b	19.40ab	38.97ab	20.04a
بیوسولفور Biosulfur	170.5a	21883b	6.51b	3255b	15930b	20.91a	39.46a	15.11ab
شاهد Control	140.0d	17355d	5.22c	2612c	11750c	15.35c	38.58ab	12.84b

* در هر ستون و برای هر جزء، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each column and for each component, means followed by the same letter are not significantly different ($p\leq0.05$).

Archive of SID

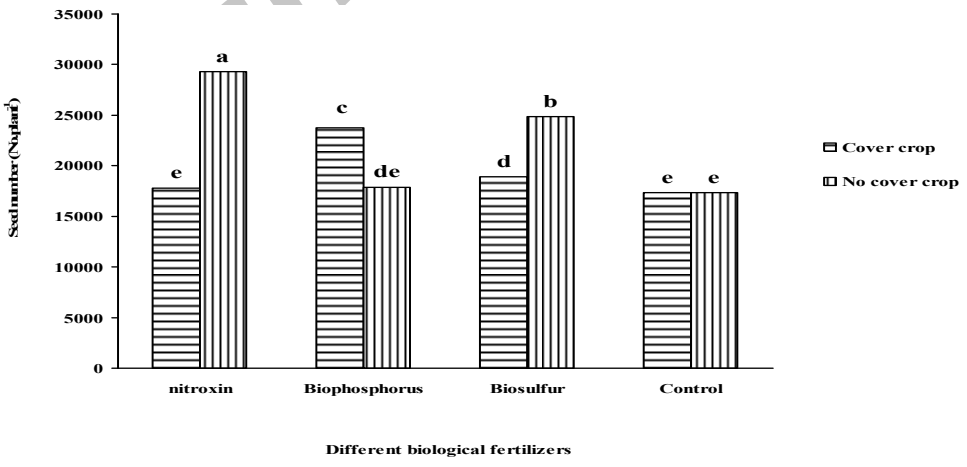
www.SID.ir

جهان و همکاران (Jahan et al., 2011b) گزارش کردند که کشت گیاهان پوششی بر تعداد دانه در بوته گیاه ریحان تأثیر معنی‌داری نداشت. از نظر تعداد دانه در بوته بین کودهای بیولوژیک مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۱)؛ به طوریکه هر یک از کودهای بیولوژیک نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به ترتیب باعث افزایش ۲۶، ۲۱ و ۱۷ درصدی تعداد دانه در بوته در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۲). بهبود خصوصیات رشدی گیاهان تلقیح شده با ریزوباکترهای محرک رشد گیاه در گزارش‌های متعددی مورد تأکید قرار گرفتند (Orhan et al., 2006; Banchio et al., 2008; Tahami, 2011; Van Loon, 2007). احتمالاً این باکتری‌ها از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین (Pirlak & Kose, 2009; Aslantas et al., 2007; Piromyou et al., 2011) ویژگی‌های رشدی گیاه از جمله تعداد دانه در بوته را افزایش داده‌اند. بیاری و همکاران (Biari et al., 200*) اظهار داشتند که تلقیح ذرت با ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (*Azospirillum* sp. و *Azotobacter* sp.) باعث افزایش ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و تعداد دانه در بوته شد.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)؛ به طوریکه بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته به ترتیب در تیمارهای فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین (۲۹۲۹۸ دانه در بوته) و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد (۱۷۳۵۶ دانه در بوته) بدست آمد. به نظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در بوته در شرایط استفاده از گیاهان پوششی به علاوهٔ کودهای بیولوژیک مربوط به قابلیت دسترسی کم نیتروژن موجود در خاک برای این باکتری‌ها باشد، به عبارت دیگر، نیتروژن حاصل از کشت گیاهان پوششی در زمان مناسب در اختیار باکتری‌ها و به دنبال آن کنجد قرار نگرفت. سینجیو و همکاران (Sainju et al., 2006) نیز به این نکته اشاره کرده‌اند که تحت شرایط مختلف آب‌وهوایی در مدیریت‌های زراعی، این امکان وجود دارد که نیتروژن حاصل از گیاهان پوششی در زمان حداکثر نیاز گیاه اصلی در اختیار آن قرار نگیرد. جهان و همکاران (Jahan et al., 2011c) در گیاه کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) مشاهده کردند که برهمکنش کودهای آلی و بیولوژیک بر تعداد دانه در بوته تأثیر معنی‌داری نداشت.

وزن دانه در بوته

وزن دانه در بوته تحت‌تأثیر کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱)؛ به طوریکه کشت گیاهان پوششی نسبت به فقدان کشت آن، موجب افزایش نه درصدی وزن دانه در بوته شد (جدول ۲). در کشاورزی ارگانیک، استفاده از لگوم‌ها به عنوان گیاهان پوششی به دلیل توانایی آنها در تثبیت نیتروژن اتمسفری همواره مورد توجه بوده است (Hiltbrunner et al., 2007; Bergkvist et al., 2011; Hooker et al., 2008). احتمالاً گیاهان پوششی از طریق آزاد کردن مواد غذایی و بهبود ساختار و مواد آلی خاک (Isik et al., 2009; Campiglia et al., 2010) باعث بهبود خصوصیاتی همچون وزن دانه در بوته شده‌اند.



شکل ۱- اثر متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر تعداد دانه در بوته کنجد

Fig. 1- Interaction effect of cover crops and biofertilizers on seed number per plant of sesame.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

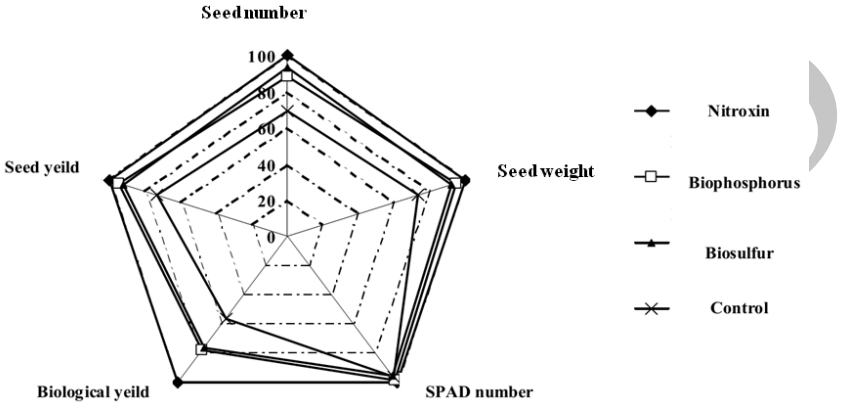
Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین‌های مربوط به کودهای بیولوژیک از نظر وزن دانه در بوته نشان‌دهندهٔ برتری محسوس تمامی کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش نسبت به شاهد بود (شکل ۲)، به طوریکه وزن دانه در بوته در تیمارهای نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به ترتیب ۲۶، ۲۱ و ۲۰ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۲).

عموماً، بین وزن و تعداد دانه تولید شده توسط گیاهان زراعی همبستگی مثبت وجود دارد، به عبارت دیگر، عملکرد بالای دانه در تعداد بیشتر دانه نمود می‌یابد (Evans, 1993). با توجه به جدول ۳، بین تعداد دانه در بوته و وزن دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت (r^2 =۰/۷۴). باکتری‌های محرک رشد گیاه احتمالاً از طریق افزایش تولید هورمون‌های گیاهی و تشدید فعالیت آنزیم‌هایی نظیر گلوتامات دهیدروژناز و گلوتامین سینتتاز (Ribaudo et al., 2001) رشد گیاه را بهبود داده‌اند. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2010) اظهار داشتند که استفاده از کودهای بیولوژیک (*سودوموناس* و *ازتوباکتر*) در رازیانه باعث افزایش معنی‌دار وزن دانه در بوته شد.



شکل ۲-تغییرات برخی شاخص‌های کمی کنجد در اثر کشت گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک

Fig. 2- Some quantitative indices of sesame in condition of cover crops and biofertilizers applications The base of comparison is nitroxin biofertilizer

جدول ۳– ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط استفاده از گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک در کنجد

Table 3– Correlation coefficients between studied characteristics in condition of cover crops and biofertilizers applications in sesame

8	7	6	5	4	3	2	1	
محتوی پروتئین دانه Seed protein content	محتوی روغن دانه seed oil content	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	قرائت کلروفیل‌متر SPAD number	وزن دانه Seed weight	تعداد دانه در بوته Seed number per	
								1
							0.74**	2
						-0.07ns	-0.11ns	3
					-0.07ns	1.00**	0.74**	4
				0.61**	0.14ns	0.61**	0.72**	5
			0.51*	0.74**	-0.15ns	0.74**	0.60**	6
		0.12ns	-0.16ns	-0.08ns	-0.04ns	-0.08ns	-0.29ns	G
	-0.002ns	0.19ns	-0.16ns	0.08ns	-0.08ns	0.08ns	0.15ns	H

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار

*, ** and ns represent significant levels at 0.01, 0.05 and non-signification, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر وزن دانه در بوته معنی‌دار بود (p≤۰/۰۱)؛ به طوریکه بیشترین وزن دانه در بوته درگیاهان تحت تیمار گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر (۸/۴ گرم) بدست آمد که از این نظر با تیمار فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین (۸/۳ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). یکی از راهکارهای اساسی برای کاهش مشکلات زیست محیطی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار، مدیریت تلفیقی عناصر غذایی نظیر استفاده توأم گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک است (Adesmoye et al., 2008). ریزوباکترهای محرک رشد گیاه در محیط‌های مرطوب کارایی بیشتری نسبت به محیط‌های خشک دارند (Barea et al., 2005)، بنابراین، به نظر می‌رسد که گیاهان پوششی بدلیل حفظ رطوبت کافی در محیط ریزوسفر گیاه (Campiglia et al., 2010) باعث تشدید فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های موجود درکودهای بیولوژیک شده و در نتیجه وزن دانه در بوته افزایش یافت. همسو با نتایج این پژوهش وانگ و همکاران (Wang et al., 2004)، فریس و همکاران (Ferris et al., 2004) و فورگ و همکاران (Forge et al., 2003) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

عملکرد دانه

بین کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (p≤۰/۰۱)، به طوریکه کشت گیاهان پوششی باعث افزایش محسوس و نه درصدی عملکرد دانه شدند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که بقایای گیاهان پوششی در خاک از طریق حفظ رطوبت و همچنین تعدیل درجه حرارت خاک (Hiltbrunner et al., 2007; Zotarelli et al., 2009; Alcantara et al., 2011) شرایط مساعدی را برای رشد گیاه فراهم کرده و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت. نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین کرامبرگر (Kramberger et al., 2009)، کامپیگلیا (Campiglia et al., 2010)، آرلائوسکین و میکِستنین (Arlauskiene & Maiksteniene, 2010)، مفاخری و همکاران (Mafakheri et al., 2010)، لارکین و همکاران (Larkin et al., 2010) و بلاسِر و همکاران (Blaser et al., 2006) همخوانی داشت.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر برخی خصوصیات کمی و کیفی کنجد

Table 4- Means comparison of interaction effects of cover crops and biofertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of sesame

محتوی پروتئین دانه (٪) Seed protein content (%)	محتوی روغن دانه (٪) Seed oil content (%)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	وزن دانه (گرم در بوته) Seed weight (g.plant^{-1})	تعداد غلاف (تعداد در بوته) Pod number (No.plant^{-1})		
11.15b	35.25c	16.67c	5.82c	138c*	نیتروکسین Nitroxin	گیاهان پوششی Cover crop
22.55a	37.38bc	17.53bc	8.45a	179a	بیوفسفر Biophosphorus	
11.25b	42.41a	22.11a	7.18b	171b	بیوسولفور Biosulfur	
12.84b	38.58abc	15.35c	5.22d	140c	شاهد Control	
10.93b	37.38bc	20.47a	8.35a	138c	نیتروکسین Nitroxin	فقدان گیاهان پوششی No cover crop
17.53ab	40.56ab	21.27a	4.91e	169b	بیوفسفر Biophosphorus	
18.97ab	36.52bc	22.11a	5.84c	170b	بیوسولفور Biosulfur	
12.84b	38.58abc	15.35c	5.22d	140c	شاهد Control	

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each column, means followed by the same letter are not significantly different (p≤0.05).

Archive of SID

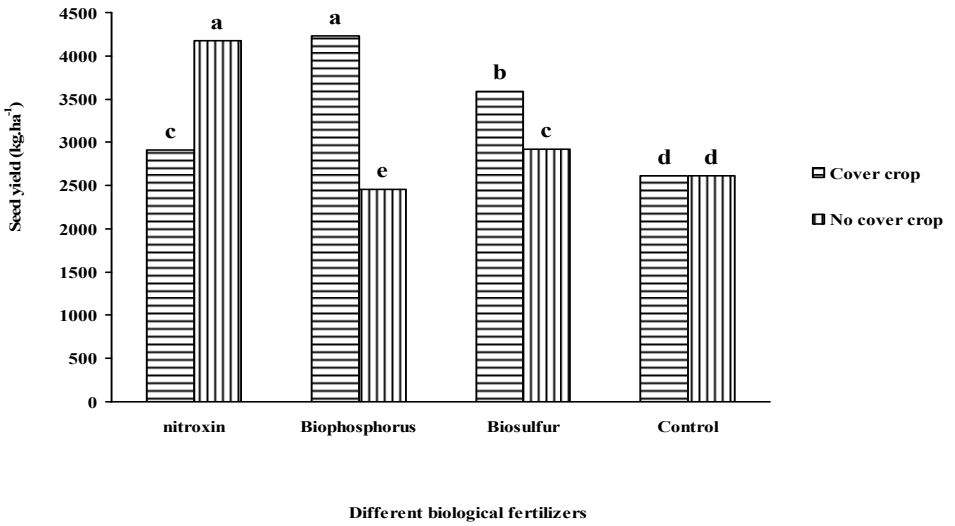
www.SID.ir

تفاوت بین کودهای بیولوژیک مختلف از نظر عملکرد دانه معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)، به طوریکه بیشترین عملکرد دانه در کود بیولوژیک نیتروکسین (۳۵۴۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۲۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۲). کودهای بیولوژیک بیوفسفر و بیوسولفور نیز به ترتیب باعث افزایش ۲۲ و ۲۰ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). بسیاری از محققین (Yadegari et al., 2010; Kumar et al., 2009; Adesemoye et al., 2010) به نقش مثبت ریزوباکترهای محرک رشد گیاه، بر عملکرد محصولات زراعی مختلف اشاره کرده‌اند و آن‌را به ترشح هورمون‌های گیاهی، تولید و آزادسازی انواع اسیدهای آلی در خاک، تثبیت نیتروژن و در نهایت، برهمکنش مثبت بین آنها و سایر ریزموجودات خاک نسبت داده‌اند. کیزیلکیا (Kizilkaya, 2008) گزارش کرد که اثر کودهای بیولوژیک (حاوی *ازتوباکتر*) بر عملکرد دانه گندم بهاره معنی‌دار بود؛ به طوریکه باعث افزایش ۸۴ درصدی آن نسبت به شاهد شد.

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، هم در شرایط استفاده از گیاهان پوششی و هم در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک مختلف، عملکرد دانه نسبت به شاهد افزایش یافت، به طوریکه بیشترین عملکرد دانه در نتیجهٔ اثر متقابل گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر (۴۲۲۷ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. گیاهان پوششی با افزایش مواد آلی خاک و نگهداری رطوبت و تعدیل درجه حرارت خاک شرایط مناسبی را برای فعالیت ریزوباکترهای محرک رشد گیاه فراهم می‌کنند (Munoz-Carpena et al., 2008; Campiglia et al., 2010; Gabriel & Quemada, 2011). همسو با نتایج این پژوهش، نتایج برخی تحقیقات رایس و گودا (Rice & Gowda 2011، لارکین و همکاران (Larkin et al., 2010) و گروور و همکاران (Gruver et al., 2010) نیز اثر گیاهان پوششی را بر جوامع میکروبی خاک مثبت گزارش کردند.

عملکرد بیولوژیک

کشت گیاهان پوششی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد (جدول ۲). برخی از تحقیقات (Bergkvist et al., 2011; Kankanen & Eriksson, 2007; Stinner et al., 2008; Carrera et al., 2007; Jahan et al., 2011b) نیز عدم تأثیر گیاهان پوششی بر عملکرد محصولات زراعی مختلف را تأیید نموده‌اند. گابریل و گیومادا (Gabriel & Quemada, 2011) طی آزمایشی سه ساله، اثر گیاه پوششی باقلا (*Vicia faba* L.) بر ذرت را بررسی و مشاهده کردند که عملکرد گیاه تحت‌تأثیر گیاه پوششی قرار نگرفت. عملکرد بیولوژیک تحت‌تأثیر کودهای بیولوژیک مختلف قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱)، به طوریکه تمامی کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش باعث افزایش چشمگیر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شدند (شکل ۲). تیمارهای نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به ترتیب باعث افزایش ۴۴، ۲۸ و ۲۶ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۲). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) گزارش کردند که کودهای بیولوژیک (حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، *باسیلوس* و *سودوموناس*) موجب بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام‌های هوایی و خصوصیات کیفی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) شدند.



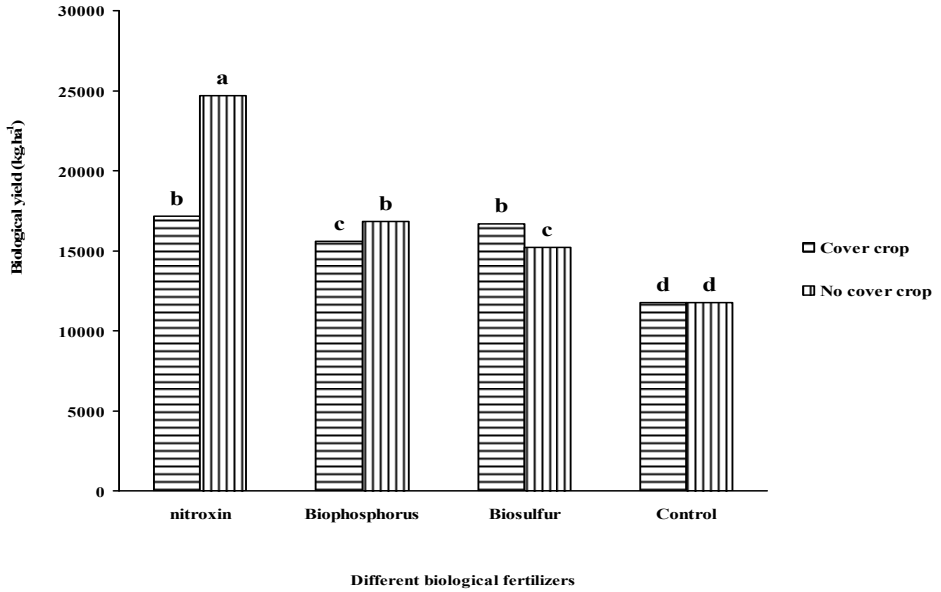
شکل ۳- اثر متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه کنجد

Fig. 3- Interaction effect of cover crops and biofertilizers on seed yield of sesame.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$).

www.SID.ir



شکل ٤- اثر متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک کنجد

Fig. 4- Interaction effect of cover crops and biofertilizers on seed Biological yield of sesame.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$).

اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۱$). همانگونه که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمارهای فقدان گیاهان پوششی به علاوهٔ نیتروکسین (۲۴۷۰۸ کیلو گرم در هکتار) و کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی به علاوهٔ شاهد (۱۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. به نظر می‌رسد که گیاهان پوششی به دلایلی مثل غیرقابل دسترس ساختن نیتروژن موجود در خاک برای میکروارگانیسم‌ها و سایر اثرات رقابتی، از بروز اثرات مثبت این کودها بر عملکرد بیولوژیک گیاه جلوگیری کردند. جهان و همکاران (Jahan et al., 2011c) در گیاه کدو پوست‌کاغذی مشاهده کردند که کود بیولوژیک نیتراژین در کلیه تیمارهای کود آلی (گوسفندی، مرغی، گاوی و ورمی‌کمپوست)، سبب کاهش ۱۰۶ درصدی میانگین عملکرد میوه نسبت به تیمار شاهد به همراه کاربرد نیتراژین شد.

شاخص برداشت

اگرچه اثر گیاهان پوششی بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود ($p \leq ۰/۰۱$)، ولی کشت این گیاهان باعث افزایش سه درصدی این شاخص نسبت به شاهد شد (جدول ۲). تمامی کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت نسبت به شاهد شدند؛ به طوریکه تیمارهای بیوسولفور، بیوفسفر و نیتروکسین به ترتیب با شاخص برداشت‌های ۲۰/۹، ۱۹/۴ و ۱۸/۵ در مقایسه با شاهد (۱۵/۳) برتر بودند (جدول ۲). با توجه به ضرایب همبستگی محاسبه شده بین صفات مختلف (جدول ۳)، بین شاخص‌برداشت و عملکرد دانه همبستگی بیشتری (R^2=۰/۷۴**) نسبت به شاخص‌برداشت و عملکرد بیولوژیک (R^2=۰/۵۱*) وجود داشت، لذا با توجه به اینکه استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۲)، افزایش شاخص برداشت در شرایط استفاده از این کودها منطقی به نظر می‌رسد. تهامی (Tahami, 2011) اثر کودهای آلی و بیولوژیک مختلف را بر خصوصیات کمی و کیفی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بررسی و گزارش کرد که بیشترین شاخص‌برداشت گیاه در تیمار باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات به علاوهٔ نیتروکسین بدست آمد.

نتایج اثرات متقابل نشان داد که اثر گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر شاخص برداشت معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۱$)؛ به طوریکه بیشترین و کمترین شاخص‌برداشت به ترتیب در تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور (۲۲/۱ درصد) و کشت و فقدان کشت گیاهان پوششی به علاوهٔ شاهد (۱۵/۳ درصد) بدست آمد (جدول ۴). جهان و همکاران (Jahan et al., 2010) گزارش کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک (*آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر*) به همراه ۶۰ تن کود گاوی، برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی ذرت نظیر دمای کانوپی، سرعت تنفس خاک، عملکرد مادهٔ خشک و عملکرد دانه را تحت‌تأثیر مثبت قرار دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

روغن و پروتئین دانه

اثر گیاهان پوششی بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود ($p\leq$۰/۰۱)، با اینحال، روغن دانه در شرایط استفاده از گیاهان پوششی افزایش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که در شرایط استفاده از گیاهان پوششی به علت نگهداری رطوبت بیشتر، گیاه از تنش رطوبتی کمتری برخوردار بوده است، لذا روغن به عنوان متابولیت ثانویه در شرایط استفاده از این گیاهان افزایش چندانی نسبت به شاهد نشان نداد. در بین کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش، بیوسولفور و نیتروکسین به ترتیب دارای بیشترین (۳۹/۴ درصد) و کمترین (۳۶ درصد) میزان روغن دانه بودند، که البته از این نظر، بیوسولفور اختلاف معنی‌داری با تیمارهای بیوفسفر و شاهد نداشت (جدول ۲). نتایج برخی تحقیقات اخیر نشان داده است که کودهای بیولوژیک ضمن افزایش قابلیت دسترسی عناصرغذایی برای گیاه، باعث بهبود ویژگی-های فیزیکوشیمیایی خاک و همچنین افزایش محتوای ماده آلی و نیتروژن قابل دسترس گیاه همزیست می‌شوند (Jahan et al., 2010; Sahin et al., 2004). برخی تحقیقات (Altaf et al., 2000; Kumar & Kumar, 1997) به اثرات مثبت *تیوباسیلوس* بر میزان روغن دانه اشاره کرده‌اند و آن را به جابه جایی مناسب‌تر آنزیم‌های فتوسنتتاز، بهبود فعالیت استیل کوآنزیم آ و افزایش فراهمی کربن برای بیوسنتز روغن نسبت داده‌اند. آناندام و همکاران (Anandham et al., 2007) گزارش کردند که استفاده از کود بیولوژیک *تیوباسیلوس* به طور معنی‌داری باعث افزایش سه درصدی میزان روغن بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) شد. اثر متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱)، به طوریکه تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور، فقدان کشت گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر و کشت و فقدان کشت گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد به ترتیب با ۴۲/۴، ۴۰/۵ و ۳۸/۵ درصد روغن نسبت به سایر تیمارها (گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین، فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین، گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر، فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور به ترتیب ۳۵/۲، ۳۷/۳، ۳۷/۳ و ۳۶/۵ درصد) برتری داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که شرایط اکولوژیکی و آب و هوایی، دور آبیاری، نوع گیاهان پوششی و ترشحات ریشهٔ آنها، طول مدت زمان بین برگرداندن گیاهان پوششی به خاک و کشت گیاه اصلی و در نهایت خصوصیات خاک بر اثرات ترکیبی گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک تأثیر متفاوتی داشته است.

اثر گیاهان پوششی بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار نبود، در حالیکه بین کودهای بیولوژیک مختلف از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۲). تیمارهای بیوفسفر و بیوسولفور به ترتیب باعث افزایش ۳۶ و ۱۵ درصدی پروتئین دانه نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). نتایج تحقیق یادگاری و همکاران (Yadegari et al., 2010) حاکی از آن است که در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر*، سبب افزایش میزان پروتئین دانه شد. محتوای پروتئین دانه به طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات متقابل گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱)، به طوری‌که بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر (۲۲/۵ درصد) بدست آمد که البته از این نظر با تیمارهای فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور (۱۸/۹ درصد) و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر (۱۷/۵ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). نتایج برخی تحقیقات (Hanly & Gregg, 2004; Gabriel & Quemada, 2011; Saubidet et al., 2002; Kramberger et al., 2009) نیز نقش مثبت گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک بر میزان نیتروژن دانه و به دنبال آن پروتئین دانه را تأیید نموده است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

گروه‌بندی تیمارهای آزمایشی

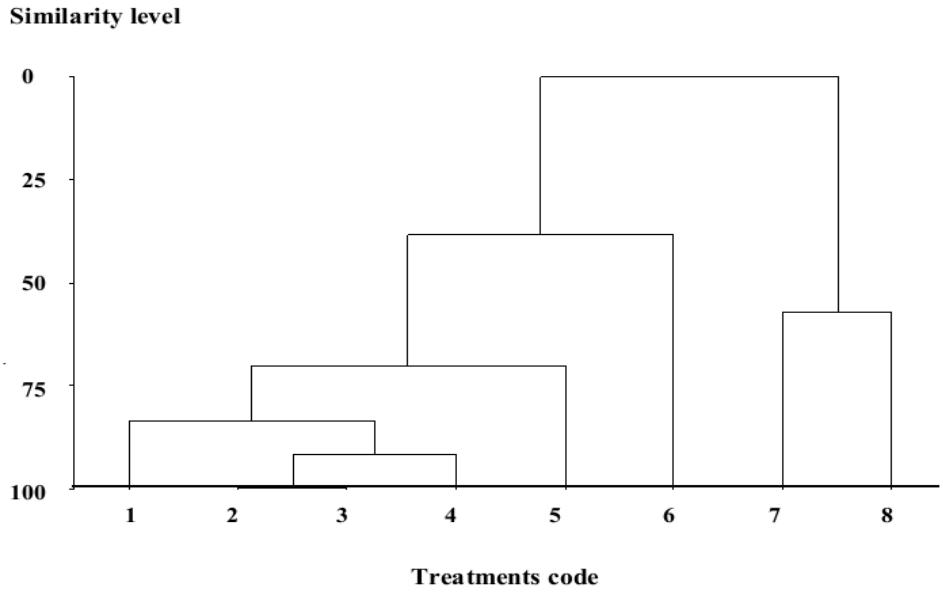
نتایج تجزیه خوشه‌ای تیمارهای آزمایشی نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد مطالعه، تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین، گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد، فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر، در سطح تشابه ۷۵ درصد، در یک خوشه قرار گرفتند؛ در حالیکه تیمارهای فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور، گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور، گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین تشابه قابل قبولی با سایر تیمارها نداشته و هر یک در خوشه‌های مستقلی قرار گرفتند (سطح تشابه ۷۵ درصد) (شکل ۵). به نظر می‌رسد که احتمالاً تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر به ترتیب به دلیل زیادی و کمبود نیتروژن دارای اثرات منفی بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد بودند، به طوری‌که با تیمارهای گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد و فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد در یک گروه قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری

با مقایسهٔ صفات کمی و کیفی کنجد در جدول ۲ مشاهده می‌شود که کشت گیاهان پوششی و استفاده از کودهای بیولوژیک مختلف، خصوصیات کمی کنجد را بیشتر از خصوصیات کیفی آن تحت‌تأثیر قرار داد. تیمار نیتروکسین در اکثر صفات کمی و تیمار بیوسولفور در صفات کیفی نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. نتایج آزمایش نشان داد که در اکثر صفات مورد مطالعه اثر هر یک از تیمارهای بیوفسفر و بیوسولوفور به همراه گیاهان پوششی نسبت به زمانی که هر یک از این کودها به تنهایی به کار رفتند تشدید شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- تجزیه خوشه‌ای گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک

Fig. 5- Cluster analysis of cover crops and biofertilizers

۱: گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین، ۲: گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد، ۳: فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ شاهد، ۴: فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر ، ۵: فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور، ۶: گیاه پوششی به علاوهٔ بیوسولفور ، ۷: گیاه پوششی به علاوهٔ بیوفسفر و ۸: فقدان گیاه پوششی به علاوهٔ نیتروکسین می‌باشند.

1: cover crop+nitroxin, 2: cover crop+control, 3: no cover crop+control, 4: no cover crop+biophosphorus, 5: no cover crop+biosulfur, 6: cover crop+biosulfur, 7: cover crop+biophosphorus and 8: no cover crop+nitroxin.

با مقایسهٔ شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌شود که مرحله‌ی زایشی گیاه بیشتر از مرحله‌ی رویشی آن تحت‌تأثیر استفاده همزمان گیاهان پوششی به علاوهٔ بیوفسفر قرار گرفت. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از گیاهان پوششی و ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر اکثر خصوصیات کمی و کیفی کنجد دارای اثر مثبت بود، لذا به نظر می‌رسد با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مخاطرات زیست محیطی آنها، می‌توان به استفاده از گیاهان پوششی، کودهای بیولوژیک و نهاده‌های درون‌مزرعه‌ای به عنوان راهکاری جهت توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت بوم‌نظام‌ها امیدوار بود.

قدردانی

بودجه این طرح (کد ۱۵۰۱۹/۲) از محل اعتبار پژوهه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., and Kloepper, J.W. 2008, Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system. Canadian Journal of Microbiology 54: 876-886.
2- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., and Kloepper, J.W. 2010. Increased plant uptake of nitrogen from ^{15}N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. Applied Soil Ecology 46: 54-58.
3- Alcantara, C., Pujadas, A., and Saavedra, M. 2011. Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. Agricultural Water Management xx: xxx-xxx.
4- Altaf, A., Ishrat, K., Abdin, M.Z. 2000. Effect of sulfur fertilization on oil accumulation, acetyl co-A concentration, and acetyl co-A carboxylase activity in the developing seeds of rapeseed (*Brassica compestris* L.). Australian Journal of Agricultural Research 51: 1023-1029.
5- Anandham, R., Sridar, R., Nalayini, P., Poonguzhali, S., Madhaiyan, M., and Tongmin, S.A. 2007. Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. Microbiological Research 162: 139-153.
6- Arlauskiene, A., and Maiksteniene, S. 2010. The effect of cover crop and straw applied for manuring on spring

Archive of SID

www.SID.ir

barley yield and agrochemical soil properties. Zemdirbyste-Agriculture 97: 61-72.
7- Armecin, R.B., Seco, M.H.P., Caintic, P.S., and Milleza, E.J.M. 2005. Effect of leguminous cover crops on the growth and yield of abaca (*Musa texilis* Nee.). Industrial Crops and Products 21: 317-323.
8- Aslantas, R., Cakmakci, R., and Sahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae 111: 371-377.
9- Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R., and Azcon-Aguilar, C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.
10- Bergkvist, G., Stenberg, M., Wetterlind, J., Bath, B., and Elfstrand, S. 2011. Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley-Effect of N dose and companion grass. Field Crops Research 120: 292-298.
11- Biari, A., Gholami, A., and Rahmani, H.A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Sciences 8: 1015-1020.
12- Blaser, B.C., Gibson, L.R., Singer, J.W., and Jannink, J.L. 2006. Optimizing seeding rates for winter cereal grains and frost-seeded red clover intercrops. Agronomy Journal 98: 1041-1049.
13- Campiglia, E., Caporali, F., Radicetti, E., and Mancinelli, R. 2010. Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) cover crop residue management for improving weed control and yield in no-tillage tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) production. European Journal of Agronomy 33: 94-102.
14- Carof, M., de Tourdonnet, S., Salas, P., Le Floch, D., and Roger-Estrade, J. 2007. Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system (I): yield analysis. Agronomy for Sustainable Development 27: 347-356.
15- Carrera, L.M., Buyer, J.S., Vinyard, B., Abdul-Baki, A.A., Sikora, L.J., and Teasdale, J.R. 2007. Effects of cover crops, compost, and manure amendments on soil microbial community structure in tomato production systems. Applied Soil Ecology 37: 247-255.
16- Dean, J.E., and Weil, R.R. 2009. Brassica cover crops for N retention in the Mid-Atlantic coastal plain. Journal of Environmental Quality 38: 520-528.
17- Debnath, R.L., Moharana, R.L., and Basu, A.K. 2007. Evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes for its seed production potential as influenced by bio-fertilizer. Journal of Crop and Weed 3: 33-36.
18- den Hollander, N.G., Bastiaans, L., and Kropff, M.J. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. II. Competitive ability of several clover species. European Journal of Agronomy 26: 104-112.
19- Dey, R., Pal, K.K., Bhatt, D.M., and Chauhan, S.M. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. Microbiological Research 159: 371-394.
20- Doane, T.A., Horwarth, W.R., Mitchell, J.P., Jachson, J., Miyao, G., and Brittan, K. 2009. Nitrogen supply from fertilizer and legume cover crop in the transition to no-tillage for irrigated row crops. Nutrient Cycling in Agroecosystems 85: 253-262.
21- El-Habbasha, S.F., Abd El Salam, M.S., and Kabes, M.O. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 563-571.
22- Evans, L.T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press 512 pp. ISBN: 0521295580.
23- FAOSTAT, 2005. Food and agriculture organization of United Nations (FAO) Statistical Databases.
24- Ferris, H., Venette, R.C., and Scow, K.M. 2004. Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralization function. Applied Soil Ecology 25: 19-35.
25- Forge, T.A., Hogue, E., Neilsen, G., and Neilsen, D. 2003. Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. Applied Soil Ecology 22: 39-54.
26- Gabriel, J.L., and Quemada, M. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. European Journal of Agronomy 34: 133-143.
27- Glendining, M.J., Dailey, A.G., Williams, A.G., Van Evert, F.K., Goulding, K.W.T., and Whitmore, A.P. 2009. Is it possible to increase the sustainability of arable and ruminant agriculture by reducing inputs? Agricultural Systems 99: 117-125.
28- Gruver, L.S., Weil, R.R., Zasada, I.A., Sardanelli, S., and Momen, B. 2010. Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. Applied Soil Ecology 45: 1-12.
29- Gutierrez-Manero, F.J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F.R., and Talon, M. 2001. The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *B. licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. Physiologia Plantarum 111: 206-211.
30- Hahm, T.S., Park, S.J., and Martin Lo, Y. 2009. Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. Bioresource Technology 100: 1643-1647.

Archive of SID

www.SID.ir

31- Hanly, J.A., and Gregg, P.E.H. 2004. Green-manure impacts on nitrogen availability to organic sweetcorn (*Zea mays*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32: 295-307.
32- Hartwig, N.L., and Ammon, H. 2002. Cover crops and living mulches. Weed Science 50: 688-699.
33- Hiltbrunner, J., Streit, B., and Liedgens, M. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? Field Crops Research 102: 163-171.
34- Hooker, K.V., Coxon, C.E., Hackett, R., Kirwan, L.E., Okeeffe, E., and Richards, K.G. 2008. Evaluation of cover crop and reduced cultivation for reducing nitrate leaching in Ireland. Journal of Environmental Quality 37: 138-145.
35- Horwitz, W., and Latimer, G.W. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 18th Edition. Maryland, USA.
36- Isik, D., Kaya, E., Ngouajio, M., and Mennan, H. 2009. Weed suppression in organic pepper (*Capsicum annum* L.) with winter cover crops. Crop Protection 28: 356-363.
37- Jahan, M., Ahmadi, F., Soleymani Farzaghi, F., Aghhavani Shajari, M., Amiri, M.B., and Ehyaee, H.R. 2011b. The effect of biofertilizers and cover crops on plant growth parameters and crop yield of *Ocimum basilicum.* 2nd National symposium on agricultural and sustainable development, opportunities and future challenges, 2-3th March, Islamic Azad University. Shiraz Branch, Iran. (In Persian)
38- Jahan, M., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rejalli, F., Aryayi, M., and Ebrahimi, E. 2010. The effect of biological fertilizers application on some agroecological characteristics of corn under conventional and ecological cropping systems. Iranian Journal of Field Crops Research 7: 375-391. (In Persian with English Summary)
39- Jahan, M., Nasiri Mahallati, M., Amiri, M.B., Shabahang, J., and Tahami, M.K. 2011c. The effects of simultaneous application of different organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research (In Press). (In Persian with English Summary)
40- Jahan, M., Nasiri Mahallati, Salari, M.D., and Ghorbani, R. 2011a. The effects of time of manure application and different biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 726-737. (In Persian with English Summary)
41- Jeon, J.S., Lee, S.S., Kim, H.Y., Ahn, T.S., and Song, H.G. 2003. Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. Journal of Microbiology 41: 271-276.
42- Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A. 2009. Principles of Sustainable Agriculture. Jahad Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran, 316 pp. (In Persian)
43- Kankanen, H., and Eriksson, C. 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. European Journal of Agronomy 27: 25-34.
44- Kertesz, M.A., and Mirleau, K. 2004. The role of soil microbes in plant sulfur nutrition. Journal of Experimental Botany 55: 1-7.
45- Khazaei, J., and Mohammadi, N. 2009. Effect of temperature on hydration kinetics of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). Journal of Food Engineering 91: 542-552.
46- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150-156.
47- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 6: 127-139. (In Persian with English Summary)
48- Kramberger, B., Gselman, A., Janzekovic, M., Kaligaric, M., and Bracko, B. 2009. Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. European Journal of Agronomy 31: 103-109.
49- Kremen, A.E. 2006. Nitrogen mineralization from brassica cover crops. Thesis, University of Maryland, College Park 115 pp.
50- Kumar, K.D., and Kumar, K.A. 1997. Nitrogen and sulphur fertilization in relation to yield attributes and seed yield of Indian mustard (*Brassica juncea*). Indian Journal of Agronomy 42: 145-147.
51- Kumar, S., Pandey, P., and Maheshwari, D.K. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. European Journal of Soil Biology 45: 334-340.
52- Kuo, S., and Jellum, E.J. 2002. The influence of winter cover crops and residue management on nitrogen availability and corn. Agronomy Journal 94: 505-508.
53- Larkin, R.P., Griffin, T.S., and Honeycutt, C.W. 2010. Rotation and cover crop effects on soilborne potato diseases, tuber yield, and soil microbial communities. Plant Disease 94: 1491-1502.
54- Mafakheri, S., Ardakani, M.R., Meighani, F., Mirhadi, M.J., and Vazan, S. 2010. Rye cover crop management affects weeds and yield of corn (*Zea mays* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 38: 117-123.
55- Malezieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowshi, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., and Valantin-Morison, M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. Agronomy for Sustainable Development 29: 43-62.
56- Mohammadi Aria, M., Lakzian, A., and Haghnia, G. 2010. The effect of inoculants of *Thiobacillus* and *Aspergillus*

Archive of SID

www.SID.ir

on corn growth. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 82-90. (In Persian with English Summary)
57- Moradi, R., Rezvanimoghadam, P., Nassiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 625-637. (In Persian with English Summary)
58- Mousavi Nik, M. 2012. Effect of drought stress and sulphur fertilizer on quantity and quality yield of psyllium (*Plantago ovata* L.) in Baluchestan. Agroecology Journal 4(2): 170-182. (In Persian with English Summary)
59- Munoz-Carpena, R., Ritter, A., Bosch, D.D., Schaffer, B., and Potter, T.L. 2008. Summer cover crop impacts on soil percolation and nitrogen leaching from a winter corn field. Agricultural Water Management 95: 633-644.
60- Nakhone, L.N., and Tabatabai, M.A. 2008. Nitrogen mineralization of leguminous crops in soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 171: 231-241.
61- Obiajunawa, E.I., Adebiyi, F.M., and Omode, P.E. 2005. Determination of essential minerals and trace elements in Nigerian sesame seeds, using TXRF technique. Pakistan Journal of Nutrition 4: 393-395.
62- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., and Sahin, F. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae 38-43.
63- Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., and de Tourdonnet, S. 2010. Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resource and is it compatible with high yield? Field Crops Research 115: 9-18.
64- Pirlak, L., and Kose, M. 2009. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. Journal of Plant Nutrition 32: 1173-1184.
65- Piromyou, P., Buranabanyat, B., Tantasawat, P., Tittabutr, P., Boonkerd, N., and Teaumroong, N. 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology 47: 44-54.
66- Rajeswari, S., Thiruvengadam, V., and Ramaswamy, N.M. 2010. Production of interspecific hybrids between *Sesamum alatum* Thonn and *Sesamum indicum* L. through ovule culture and screening for phyllody disease resistance. South African Journal of Botany 76: 252-258.
67- Rangkadilok, N., Pholphana, N., Mahidol, C., Wongyai, W., Saengsooksree, K., Nookabkaew, S., and Satayavivad, J. 2010. Variation of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. Food Chemistry 122: 724-730.
68- Ribaudo, C.M., Rondanini, D.P., Cura, J.A., and Fraschina, A.A. 2001. Response of Zea mays to the inoculation with *Azospirillum* on nitrogen metabolism under greenhouse conditions. Journal of Plant Biology 44: 631-634.
69- Rice, W.C., and Gowda, P.H. 2011. Influence of geographical location, crop type and crop residue cover on bacterial and fungal community structures. Geoderma 160: 271-280.
70- Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., Darvish, F., Nour-Mohammadi, G., and Majidi, E. 2008. Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 3: 253-257.
71- Ruegg, W.T., Quadranti, M., and Zoschke, A. 2007. Herbicide research and development: challenges and opportunities. Weed Research 47: 271-275.
72- Sahin, F., Cakmakci, R., and Kantar, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N_2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil 265: 123-129.
73- Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.P., and Wang, S. 2006. Tillage, cover crop, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. European Journal of Agronomy 25: 372-382.
74- Sarrantonio, M., and Gallandt, E. 2003. The role of cover crops in North American cropping systems. Journal of Crop Production 8: 53-74.
75- Saubidet, M.I., Fatta, N., and Barneix, A.J. 2002. The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants. Plant and Soil 245: 215-222.
76- Scherer, H.W. 2001. Sulphur in crop production-invited paper. European Journal of Agronomy 14: 81-111.
77- Shenoy, R.R., Sudheendra, A.T., Nayak, P.G., Paul, P., Kutty, N.G., and Rao, C.M. 2011. Normal and delayed wound healing is improved by sesamol, an active constituent of *Sesamum indicum* (L.) in albino rats. Journal of Ethnopharmacology 133: 608-612.
78- Singh, J.S., Pandey, V.C., and Singh, D.P. 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems and Environment 140: 339-353.
79- Stinner, W., Moller, K., and Leithold, G. 2008. Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. European Journal of Agronomy 29: 125-134.
80- Tahami, M.K. 2010. Study of biological fertilizer effects on yield and yield components and essential oil of *Ocimum bacilicum.* MSc Thesis in Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
81- Uzun, B., Arslan, C., and Furat, S. 2008. Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of the American Oil Chemists' Society 85: 1135-1142.

Archive of SID

www.SID.ir

82- Van Loon, L.C., and Glick, B.R. 2004. Increased plant fitness by rhizobacteria. In: Sandermann, H. (Ed.), Molecular Ecotoxicology of Plants. Ecological Suites. Springer-Verlag, Berlin pp 178-205.
83- Wang, K.H., McSorley, R., Marshall, A.J., and Gallaher, R.N. 2004. Nematode community changes associated with decomposition of *Crotalaria juncea* amendment in litterbags. Applied Soil Ecology 27: 31-45.
84- Yadegari, M., Asadirahmani, H., Noormohammadi, G., and Ayneband, A. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. Journal of Plant Nutrition 33: 1733-1743.
85- Zotarelli, L., Scholberg, J.M., Dukes, M.D., Munoz-Capena, R., and Icerman, J. 2009. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. Agricultural Water Management 96: 23-34.

Archive of SID

www.SID.ir