

تأثیر کاربرد کودهای زیستی نانو و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کنجد

فریدون راه بر کبخا^{۱*}، عیسی خمیری^{۲*}، مهدی دهمرده^۲ و محمد فروزنده^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۲- استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۳- مربی پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: ikhammari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۰ اسفند ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۲۵ مرداد ۱۳۹۶، تاریخ پذیرش: ۱۲ شهریور ۱۳۹۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی نانو و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کنجد، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۳-۹۲ انجام شد. عامل اصلی شامل سه رقم اردکان، اصفهان و توده بومی سیستان و عامل فرعی شامل انواع کود: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده، ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو، ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو، ۲۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو بود. نتایج نشان داد مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد کپسول در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و زیست توده شد. بیشترین تعداد کپسول در مترمربع (۲۲۵۶ عدد) از توده بومی سیستان با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. تعداد کپسول در مترمربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و زیست توده، شاخص برداشت، کلروفیل برگ و درصد پروتئین دانه در توده بومی سیستان در مقایسه با سایر ارقام افزایش معنی‌داری نشان داد. بیشترین عملکرد دانه (۱۴۲۸/۰۷ کیلوگرم در هکتار) از توده بومی سیستان حاصل و بالاترین درصد روغن (۴۱/۷ درصد) از رقم اصفهان به دست آمد. با توجه به نتایج می‌توان گفت کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، فسفات آمونیم و اوره می‌تواند در افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات رشدی کنجد مؤثر باشد.

کلمات کلیدی: درصد روغن؛ زیست توده؛ سیستان؛ کود نیتروژن؛ کود زیستی نانو

مقدمه

زراعت دانه‌های روغنی در جهان با توجه به افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و بالا رفتن مصرف سرانه روغن نباتی توسعه چشمگیری داشته است و کشورهای اروپایی، کانادا و استرالیا با پرداخت یارانه‌های هنگفت به کشاورزان می‌کوشند تا بازارهای جهانی را تسخیر کنند. در ایران نیز افزایش جمعیت، افزایش مصرف سرانه روغن و تغییر ذائقه مردم، زمینه وابستگی شدید کشور به واردات روغن را فراهم آورده است (Zareei Siahbidi and Rezaizad, 2015). کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از دانه‌های روغنی و خوراکی مهم در کشاورزی نواحی گرم و نیمه گرم است و ظاهراً قدیمی‌ترین دانه روغنی در جهان می‌باشد (Khajehpour, 2012). این گیاه دارای توده‌های محلی زیادی است و در اغلب کشورها به صورت سنتی کشت و کار می‌شود (Grichar et al., 2001). کنجد، علاوه بر این که منبع خیلی خوبی از منگنز و مس است، از نظر کلسیم، منیزیم، آهن، فسفر، روی، ویتامین B₁ و فیبرهای غذایی نیز منبع ارزشمندی به شمار می‌رود. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ محصولات صنعتی با سطح برداشت حدود ۴۹۹ هزار هکتار، معادل ۴/۲ درصد از کل محصولات زراعی را به خود اختصاص داده است. از این مقدار کلزا (۱۶/۴ درصد)، سویا (۱۳/۸ درصد) و سایر دانه‌های روغنی (۱۳/۴ درصد) از سطح برداشت محصولات صنعتی را دارند (Ministry of Agriculture Jihad, 2014).

کودهای شیمیایی از جمله موادی‌اند که در تمام دوره‌های رشد و نمو گیاهان، مورد نیاز آن‌ها می‌باشند (Jabbari et al., 2015). یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاه که در تمام دوره فعالیت

آن برای تأمین احتیاجات آن لازم است، کودهای نیتروژن‌دار در بالا بردن مقدار عملکرد محصولات کشاورزی توسط اندام هوایی، تولید مواد هیدروکربنه، بیشتر از طریق افزایش سطح کربن‌گیری نقش مهمی دارند. افزایش در مقدار نیتروژن نه تنها روی رشد اثر دارد، بلکه روی الگوی اصلی مرفولوژیکی نیز موثر است. فسفر نیز در ساختمان سلولی در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی از جمله ذخیره و انتقال انرژی شیمیایی دخالت دارد. علاوه بر این افزایش جذب فسفر می‌تواند در نهایت به بهبود شاخص برداشت فسفر در گیاه منجر شود که خود عامل مهمی در بهبود عملکرد گیاه به شمار می‌رود (Singh et al., 2005). نتایج پژوهشی روی کرچک (*Ricinus communis* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نشان داد که بالاترین عملکرد از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی حاصل می‌شود (Jabbari et al., 2015; Seyed Sharifi and Nazarly, 2015). در بررسی تأثیر نیتروژن روی کنجد ملاحظه شد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، منجر به افزایش عملکرد دانه و روغن شده است (Haghanian et al., 2016). به‌رغم ایجاد تحولات زیاد در تولید کشاورزی، متأسفانه به‌دلیل مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، سبب آسیب‌های اکولوژیکی و به‌خطر افتادن سلامت انسان‌ها شده است (Koocheki et al., 2000). به‌دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی ایران کاهش یافته و ترکیبات خاک به بافت سخت و نامطلوب تبدیل شده است (Naghavimaremati et al., 2007). اگرچه عملکرد دانه‌ی یکسری از محصولات زراعی در اثر مصرف مقادیر زیاد کودهای شیمیایی افزایش یافت، اما عملکرد بسیاری از محصولات دیگر به‌دلیل عدم

نانو کود آهن به صورت بذرمال و محلول پاشی تأثیر مثبت و چشم‌گیری در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای داشت. نتایج حاصل از پژوهش دیگری نشان داد که نانو کود کلات روی و نانو کود بیولوژیک توانست شاخص‌های رشد و فیزیولوژیک سیب‌زمینی (*tuberosum Solanum*) را افزایش دهد (Vafi and Afshari, 2014). این تحقیق به منظور بررسی سازگاری ارقام اصلاح شده با توده محلی سیستان و مطالعه جنبه‌های مختلف کمی و کیفی عملکرد ارقام کنبند و تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف کود برای کسب بالاترین عملکرد دانه سه رقم کنبند در شرایط آب و هوایی سیستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات کود زیستی نانو و شیمیایی بر کمیت و کیفیت سه رقم کنبند، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۳-۹۲ انجام شد. عامل اصلی شامل سه رقم اردکان، اصفهان و توده بومی سیستان و عامل فرعی شامل انواع کود: ۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) که ۵۰ درصد آن هنگام کاشت و ۵۰ درصد در اواخر بهمن ماه (زمان خروج گیاه از مرحله روزت و ابتدای گلدهی بصورت سرک استفاده شد)، ۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو، ۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نانو، ۲۵ درصد

تبادل در حاصلخیزی و مقدار ماده‌ی آلی خاک، با رکود مواجه گردید. این امر ضرورت تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید را بیش از پیش مشخص می‌سازد. با استفاده از نانو کودها به عنوان جایگزینی برای کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند. استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید در عملیات کشاورزی از ۶۰ سال پیش آغاز شده است. افزایش این جمعیت‌های مفید همچنین می‌تواند مقاومت گیاه به تنش‌های مختلف محیطی مانند کمبود آب، عناصر غذایی و افزایش و سمیت عناصر سنگین را کاهش دهد (Wu et al., 2005). کودهای زیستی به عنوان مایه تلقیح میکروبی، نقش قرار دادن عناصر غذایی از حالت غیر قابل دسترس به دسترس برای گیاهان زراعی را دارند. استفاده از کودهای زیستی از اهداف کشاورزی پایدار، از طریق کاهش استفاده از کودهای شیمیایی است.

یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2009) اظهار داشتند کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و باکتری‌های محرک رشد گیاه^۱ همراه با کاربرد کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در ذرت (*Zea mays*) باعث بهبود وزن بلال، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف شده است. در آزمایشی، کاربرد کودهای بیولوژیک در مقادیر توصیه شده تأثیر مفیدی بر خصوصیات رشدی گندم (*Triticum aestivum* L.) داشت (Forouzandeh et al., 2016). یارمحمود و همکاران (Yarmahmoud et al., 2010) اظهار داشتند کاربرد کود بیولوژیک و شیمیایی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت را افزایش می‌دهد. (Mohammad Khani and Roozbahani, 2015) بیان داشتند کاربرد

1. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

تیمارهای کودی پتاسیم (K) و (NPK+ Fe) مشاهده می‌رسد افزایش ارتفاع بوته در تیمار کودی NPK + Fe به دلیل افزایش آهن به خاک باشد. کوتاه بودن شاهد موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شد. به نظر

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در کنجد

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of measured traits in sesame

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در مترمربع Number of capsule	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule	وزن هزار دانه Thousand seed weight	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	2.82 ^{ns}	5835.26 ^{ns}	4283.53 ^{ns}	0.36 ^{ns}	653.60 ^{ns}
رقم Cultivar	2	4709.35 ^{**}	2395809.2 ^{**}	774752.73 ^{**}	0.72 ^{ns}	2283498.4 ^{**}
خطای a Error a	4	6.98	4866.83	3459.78	0.70	2019.26
کود Fertilizer	4	166.24 ^{**}	889175.55 ^{**}	76160.77 ^{**}	0.06 ^{ns}	323310.68 ^{**}
رقم × کود Fertilizer × Cultivar	8	257.41 ^{**}	32487.23 ^{**}	441167.44 ^{**}	0.30 ^{ns}	581477.10 ^{**}
خطای b Error b	24	2.82	3781.31	1791.20	0.23	1771.27
ضریب تغییرات (%) C.V		2.4	5.1	2.6	16.9	4.2

ns و **، * به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم تفاوت معنی دار
ns, * and **: non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در کنجد

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of measured traits in sesame

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	زیست توده Biomass	شاخص برداشت Harvest index	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	درصد پروتئین Protein percentage	درصد روغن Oil percentage
تکرار Replication	2	6802.22 ^{ns}	1.30 ^{ns}	0.52 ^{ns}	6.01 ^{**}	48.9 ^{ns}
رقم Cultivar	2	6764803.89 ^{**}	93.49 ^{**}	31.90 ^{**}	159 ^{**}	134.3 [*]
خطای a Error a	4	52475.56	27.51	1.96	0.26	331.8
کود Fertilizer	4	4516865.28 ^{**}	536.11 ^{**}	246.33 ^{**}	118.2 ^{**}	61.2 ^{ns}
رقم × کود Fertilizer × Cultivar	8	3156015.69 ^{**}	832.5 ^{**}	72.54 ^{**}	31.50 ^{**}	7.5 ^{ns}
خطای b Error b	24	27170.56	20.09	1.25	0.26	24.5
ضریب تغییرات (%) C.V		9	10.61	5.6	4.2	12.9

ns و **، * به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم تفاوت معنی دار
ns, * and **: on-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively

تعداد کپسول در متر مربع

نتایج نشان داد که تاثیر برهمکنش کود و رقم بر این صفت، معنی دار بود (جدول ۲). نتایج برهمکنش رقم و کود بر تعداد کپسول در متر مربع نشان داد که بیشترین تعداد آن از توده بومی سیستان همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به دست آمد که نسبت به تیمار کود زیستی نانو و رقم اصفهان که کمترین تعداد کپسول را نشان داد، ۷۴/۲ درصد افزایش داشت. همچنین رقم اصفهان با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده در رتبه دوم قرار گرفت. احتمالاً با مصرف کود شیمیایی جذب و انتقال عناصر به خصوص نیتروژن افزایش یافته، در نتیجه تعداد دانه در کپسول افزایش یافت (جدول ۳). در همین رابطه بررسی الحبشی و همکاران (El Habbasha *et al.*, 2007) نشان داد که تیمارهای مختلف کود نیتروژن اثر معنی داری بر تعداد کپسول در بوته کنگد داشت.

واکنش رقم اصفهان به تعداد کپسول در متر مربع، علی‌رغم عملکرد پایین تولیدی آن، مثبت دیده شد که این مطلب حساسیت شدید این رقم را نسبت به تاثیر خشکی آخر فصل در القای گل‌انگیزی در این رقم تحت شرایط اقلیمی منطقه سیستان نشان داد که در نهایت منجر به تولید تعداد کپسول بیشتری گردید.

تعداد دانه در کپسول

تعداد دانه در کپسول تحت تاثیر برهمکنش رقم و کود در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). برهمکنش معنی دار بین تیمارهای کود و رقم برای تعداد دانه در کپسول نشان داد که تیمار کودی ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده بیشترین

تعداد صفت مذکور (۲۲۵۱/۳) در توده بومی سیستان و تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده کمترین تعداد آن (۹۹۱/۳) در رقم اصفهان مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به وجود ارتباط معنی دار بین سرعت رشد محصول و فراهمی مواد پرورده در هنگام گلدهی و تاثیر کاربرد کود شیمیایی بر این فرآیندها، افزایش تعداد دانه در هر کپسول قابل انتظار است. با توجه به فصل کاشت این گیاه در سیستان بدیهی است که بروز تنش‌های محیطی در طول فصل رشد اثرات سوء درجه حرارت‌های بالای تابستان را تشدید می‌کند. این امر به خصوص در مورد محصولات دارای سیستم رشد نامحدود نظیر سویا (*Glycine max*) و کنگد در طول مدت زمان گلدهی بحرانی‌تر است (Gregoire, 2003).

وزن هزار دانه

تاثیر برهمکنش کود و رقم بر وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول ۲). به نظر می‌رسد این جزء از عملکرد وراثت‌پذیری بالایی داشته و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. طالعی و بلندی (Taleei and Bolandi, 1999) و صادق زاده و همکاران (Sadeghzadeh *et al.*, 2013) در محاسبه وراثت‌پذیری گندم نشان دادند که وزن هزار دانه دارای وراثت‌پذیری بالایی می‌باشد.

در مطالعه تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات رشدی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نیز اعلام گردید که کاربرد کود نیتروژنه تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه نداشت (Abedi *et al.*, 2014). امیری‌اوغان و همکاران (Amiri Oughan *et al.*, 2002) بیان داشتند که وزن هزار دانه کلزا از وراثت‌پذیری خصوصی نسبتاً بالایی در شرایط وجود تنش

برخوردار است و تحت تاثیر تیمار محیط معنی دار نبود. همچنین اعلام داشتند اهمیت واریانس ژنتیکی به مراتب بیشتر از واریانس محیطی بود. به طور کلی وزن هزار دانه از اجزای ثابت عملکرد در هر سه رقم بود.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که برهمکنش کود و رقم بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۲). نتایج حاصل از برهمکنش تیمارها نشان داد که کاربرد ۷۵ و ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده در توده بومی

جدول ۳- برهمکنش رقم و کود بر خصوصیات اندازه گیری شده کنجد

Table 3- Interaction of cultivar and fertilizer treatment on measured characteristics of sesame

رقم Cultivar	کود Fertilizer	ارتفاع بوته Plant height cm	تعداد کپسول در مترمربع Number of capsule per square meter -	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule -	عملکرد دانه Seed yield Kg.ha ⁻¹
اردکان Ardakan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	130.33 b	1425 cd	1356,00 ij	1555,00 c
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	110,00 g	1129.33 de	1302,00 jk	410,00 ij
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	135,00 a	1025,00 def	1772.33 e	570,00 hiJ
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	105.66 h	995,00 ef	1255.66 k	596.66 ghi
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	105.66 h	658,00 ij	1377,00 i	440,00 ig
اصفهان Isfahan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	123.66 cd	2235,00 ab	1669,00 f	620,00 gh
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	123.33 d	978,00 fgh	1583.66 g	1003,00 f
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	114.33 f	887,00 gh	991.33 l	696.66 g
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	126.66 c	860,00 f	2007.66 c	1280,00 de
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	120,00 e	581,00 j	1945.83 cd	390,00 j
سیستان Sistan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	88.66 ijk	2256,00 a	1465.33 h	1326,00 d
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	87.66 jk	1790,00 b	2120.66 b	1895.66 a
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	90.66 ij	1620,00 bc	2251.33 a	1745.66 b
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	91,00 i	1575,00 c	1587,00 g	972.33 fg
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	87,00 k	1055,00 def	1911.33 d	1200,00 ef

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد می‌باشد

Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p \leq 0.01$)

ادامه جدول ۳- برهمکنش رقم و تیمار کودی بر خصوصیات اندازه گیری شده کنجد

Table 3- Interaction of cultivar and fertilizer treatment on measured characteristics of sesame

رقم Cultivar	کود Fertilizer	زیست توده Biomass Kg.ha ⁻¹	شاخص برداشت Harvest index %	شاخص کلروفیل Chlorophyll index Spad	درصد پروتئین Protein percentage
اردکان Ardakan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	2725,00 d	57.13 b	16.43 ef	9.54 e
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	1100,00 f	38.56 e	15.46 fgh	14.73 c
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	2496.66 d	23.10 h	17.93 e	12.40 d
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	1830,00 e	32.60 f	20.86 d	17.17 b
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	890,00 fg	49.90 c	28,00 b	5.83 f
اصفهان Isfahan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	4016.66 a	15.40 i	15.83 fg	12.40 d
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	3770,00 ab	26,00 g	18,00 e	13.03 d
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	1266.66 f	55.70 bc	13.76 h	1.90 h
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	3516.66 b	37,00 ef	10.53 i	15.37 c
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	535,00 g	72.90 a	33.66 a	3.18 g
سیستان Sistan	۱۰۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی 100% of recommended chemical fertilizer	3116.66 c	42.66 d	14.10 gh	14.73 c
	۷۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 75% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	3726.66 ab	50.86 c	24.90 c	15.37 c
	۵۰ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 50% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	3666.66 ab	47.66 cd	24.86 c	15.05 c
	۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو 25% of recommended chemical fertilizer + Nano bio-fertilizer	2423.33 d	40.13 de	18.13 e	18.55 a
	کود زیستی نانو Nano bio-fertilizer	2753.33 cd	43.86 d	24.60 c	14.62 c

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد

Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p \leq 0.01$)

کود شیمیایی احتمالاً جذب و انتقال این عناصر به بخش‌های مختلف گیاه افزایش یافته و سپس در مرحله پر شدن دانه‌ها، انتقال مجدد مواد غذایی صورت گرفته و عملکرد دانه نیز افزایش یافت. اکبری و همکاران (Akbari *et al.*, 2009) دلیل افزایش عملکرد در سیستم‌های تلفیقی را ناشی از مطابقت

سیستان به ترتیب در رتبه‌های اول و دوم قرار داشتند. همچنین کمترین عملکرد دانه در رقم اصفهان با کاربرد کود زیستی نانو مشاهده شد (جدول ۳). از آنجا که عملکرد دانه متأثر از اجزاء عملکرد مانند تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه است، بالا بودن این اجزاء موجب افزایش آن شده است. با مصرف

بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در سیستم‌های تلفیقی می‌دانستند.

زیست توده

نتایج نشان داد که اثر برهمکنش کود و رقم بر زیست توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کاهش مصرف کود شیمیایی باعث کاهش معنی‌دار زیست توده در مقایسه با کود زیستی نانو گردید. مقایسه برهمکنش تیمارها نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک از رقم اصفهان با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به دست آمد (جدول ۳). کود نیتروژن می‌تواند با توسعه رشد رویشی، گسترش و دوام بیشتر سطح برگ، ساقه و نیز تولید شاخه بیشتر، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه شود. نتایج تحقیقی نشان داده است که در اثر کمبود مواد غذایی، فتوسنتز شدیداً کاهش می‌یابد و موجب جلوگیری از تولید ریشه‌ها، افزایش قطر ریشه‌های انتهایی و ریشه‌های موئین می‌گردد، که نتیجه نهایی آن کاهش رشد رویشی و زایشی و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک گیاه است (Piri et al., 2011).

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که برهمکنش کود و رقم بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به طور کلی، شاخص برداشت متأثر از عوامل مختلفی از قبیل مقدار آب، کود، تراکم و تاریخ کاشت می‌باشد، که عوامل فوق می‌توانند باعث تغییر یا نوسان در مقدار یا هر دو اجزای تشکیل‌دهنده شاخص برداشت یعنی عملکرد دانه و ماده خشک کل شود (Mousavi Nik, 2012). بیشترین شاخص

برداشت مربوط به رقم اصفهان و کاربرد کود ریسنی نانو بود (جدول ۳). در سطوح کود شیمیایی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف شده و گیاه در مراحل بعدی به تدریج با کمبود آن‌ها روبرو می‌گردد و یا احتمالاً به علت عدم توسعه ریشه‌ها و سرعت کم معدنی شدن در مراحل اولیه رشد دسترسی به عناصر غذایی محدود بوده و با پیشرفت رشد این محدودیت کاهش یافته است (Maghsoudi et al., 2014). افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد کود زیستی با توجه به اثر افزاینده آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی توجیه‌پذیر است. بنابراین می‌توان بیان داشت که باکتری‌ها با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده‌اند. مقصودی و همکاران (Maghsoudi et al., 2014) گزارش دادند که با کاربرد باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است.

این ویژگی نشان می‌دهد گیاهان با توانایی تولید عملکرد بیولوژیک بالا چه میزان از این عملکرد را به دانه‌ها اختصاص می‌دهند. به بیان دیگر می‌توان گفت شاخص برداشت عاملی مفید در اندازه‌گیری قابلیت عملکرد بوده و همبستگی بالایی با آن دارد (Papari Moghadam and Bahrani, 2005).

شاخص کلروفیل

نتایج پژوهش نشان داد که اثر برهمکنش کود و رقم بر این ویژگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج جدول ۳ با کاربرد کود زیستی نانو، محتوای کلروفیل بالاتری نسبت به سایر تیمارهای کودی حاصل شد. به طوریکه

مقایسه برهمکنش کود و رقم نشان داد که توده سیستان در شرایط کاربرد ۲۵ درصد توصیه شده کود شیمیایی + کود زیستی نانو بیشترین درصد پروتئین را تولید کرد (جدول ۳). یکی از عواملی که تاثیر بسزایی در میزان پروتئین دانه دارد نیتروژن می باشد. مصرف کود زیستی می تواند موجب افزایش قابل توجه کربن خاک گردد. در منابع متعدد به تاثیر مثبت کودهای زیستی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان تأکید شده است (Brussard and Ferrera-Cerato, 1997). ماسون و برنان (Masson And Brennan, 1998) در تحقیق خود بیان داشتند که چنانچه کاربرد نیتروژن در زمان گلدهی در مقدار مناسبی باشد می تواند ترکیبات ذخیره ای و پروتئین دانه ها را در کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) افزایش دهد.

درصد روغن

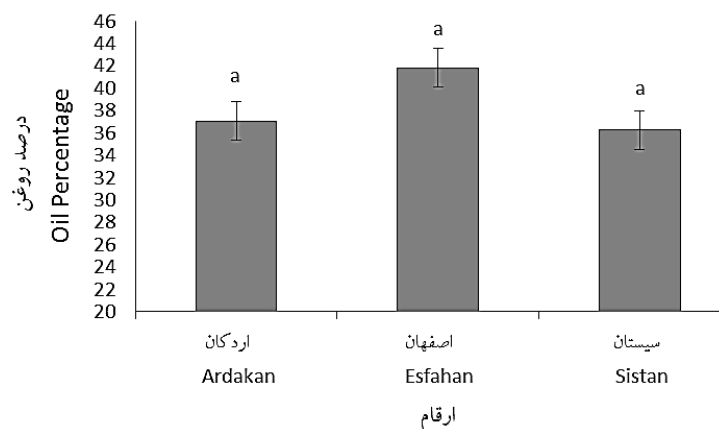
نتایج نشان داد که اثر رقم بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). در بین ارقام به ترتیب رقم اصفهان (۴۱/۷ درصد)،

از کاربرد کود زیستی نانو در رقم اصفهان بالاترین شاخص کلروفیل حاصل و رقم اردکان در رتبه بعدی قرار گرفت. رقم اصفهان با کاربرد ۲۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده + کود زیستی نانو کمترین مقدار شاخص کلروفیل را داشت (جدول ۳). کاهش غلظت کلروفیل می تواند ناشی از تجزیه کلروفیل در شرایط تنش تغذیه ای باشد (Pour Mousavi *et al.*, 2007). کاربرد کود نانو می تواند از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک (Martin *et al.*, 1982) و فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاه (Atiyeh *et al.*, 2001) شده است.

اختلاف بین ارقام در شاخص کلروفیل می تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی بین ارقام باشد. در تحقیق دیگری تفاوت معنی دار بین ارقام کنجد در شاخص کلروفیل مشاهده شود (Mehrabi and Ehsanzadeh, 2011).

درصد پروتئین دانه

نتایج به دست آمده این بررسی نشان داد اثر برهمکنش کود و رقم بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). همچنین



شکل ۱- تاثیر رقم بر درصد روغن دانه کنجد

Figure 1 – Effect of cultivar on seed oil percentage of sesame

سیستان افزایش معنی داری نسبت به ارقام اصفهان و اردکان نشان داد. همچنین بیشترین عملکرد دانه (۱۴۲۸/۰۷ کیلوگرم در هکتار) از توده بومی سیستان و بالاترین درصد روغن (۴۱/۷ درصد) از رقم اصفهان به دست آمد. نتایج بیانگر آن است که مصرف کود بیولوژیک نانو به صورت بذرمال در شاخص برداشت و شاخص کلروفیل سبب برتری رقم اصفهان نسبت به سایر تیمارها شده است. با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که اگر هدف از زراعت کنجد در این منطقه استفاده از روغن آن باشد بهتر است که رقم اصفهان کشت شود، ولی اگر هدف از کشت، عملکرد دانه و مصارف سنتی (تولید ارده، شیرینی پزی و حلوا شکر) باشد، توده بومی سیستان مناسب تر از دو رقم دیگر است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل، چنین به نظر می رسد که کاربرد سیستم های حاصلخیزی مناسب، می تواند در افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات رشدی گیاه کنجد موثر باشد.

REFERENCES

- Abedi, M.H., Seghatoleslami, M.J. and Mousavi, S.G.R.** 2014. Effects of irrigation intervals and nitrogen fertilizer levels on vegetative and reproductive yields of basil (*Ocimum basilicum* L.) under Birjand conditions. *Journal of Agroecology*, 5(4): 342-349. (In Persian)
- Akbari, P., Ghalavand, A.M. and Modare Sanavy, M.** 2009. Effect of different nutrient system and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Crop Production*, 2(3):119-134. (In Persian)
- Amiri Oughan, H., Moghadam, M., Ahmadi, M.R., Valizadeh, M. and Shakiba, M.R.** 2002. Heritability of seed yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus*)

اردکان (۳۷ درصد) و توده بومی سیستان (۳۶/۲ درصد) بیشترین و کمترین درصد روغن را به خود اختصاص دادند، به طوری که تفاوت معنی داری بین آن ها مشاهده نشد (شکل ۱).

لویبل و همکاران (Lueble *et al.*, 1965) معتقدند که تفاوت بین ارقام مربوط به تفاوت در طول دوره پر شدن دانه آن هاست. نتایج این بررسی با نتایج علما و همکاران روی کلزا مطابقت دارد (Olama *et al.*, 2013).

نتیجه گیری

در اکثر صفات مورد ارزیابی کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم + فسفات آمونیم و اوره نسبت به سایر تیمارهای کودی برتری داشت. نتایج این بررسی حاکی از آن است که صفات تعداد کپسول در مترمربع، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه، هم جهت با تغییرات عملکرد دانه در توده بومی

under drought stress and normal conditions. *Seed and Plant*, 18(2): 179-199. (In Persian)

- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D.** 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81:103-108.
- Brussard, L. and Ferrera- Cenato, R.** 1997. *Soil Ecology In Sustainable Agricultural Systems*. New York: Lewis Publishers, USA. Pp. 168.
- Dini Torkamani, M.R. and Carapetian, J.** 2007. An investigation of physical and chemical characteristics of seed in ten Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties. *Iranian Journal of Biology*, 20(4): 326-333. (In Persian)
- El Habbasha, S.F., Abd El Salam, M.S. and Kabesh, M.O.** 2007. Response of two

- sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal Agricultural and Biology Science*, 3: 563-571.
- Emam, Y. and Seghatoeslami, M.J.** 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press. Shiraz, Iran. Pp: 599. (In Persian)
- Forouzandeh, M., Mirshekari, S. and Aryafar, S.** 2016. Investigation of seedling growth and development of five wheat cultivars under of seed inoculation by bio-fertilizers in greenhouse condition. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 2(2):123-132. (In Persian)
- Gregoire, T.** 2003. Canola high temperatures and drought, North Dakota state university agriculture and university extension, Devils Lake, North Dakota. 58301, 2571.
- Grichar, W.J., Sestak, D.C., Brewer, K.D., Besler, B.A., Stichler, C.R. and Smith, D.T.** 2001. Sesame (*Sesamum indicum* L.) tolerance with various post emergence herbicides. *Crop Protection*, 20(8): 685-689.
- Haghanian, S., Yadavi, A., Balouch, H. and Moradi, A.** 2016. Grain, oil yield and nitrogen use efficiency in different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) under nitrogen fertilizer and weed competition. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 26(1): 67-81. (In Persian)
- Jabbari, B., Mousavi Nik, S.M. and Yadollahi Dehcheshme, P.** 2015. Effect of chemical fertilizers and plant density on yield, yield components and oil percentage of castor bean (*Ricinus communis* L.) in Sistan region. *Agricultural Crop Manegment*, 6(4): 275-290. (In Persian)
- Khajehpour, M.R.** 2012. Industrial Crops. Isfahan, Iran, Jihad of Isfahan University. P 564. (In Persian)
- Koocheki, A., Hoseini, M. and Hashemidezfouli, A.** 2000. Sustainable Agriculture (3the edition). Jahad Daneshgahi Mashhad Publication. Mashhad, Iran. P 164. (In Persian)
- Lueble, R.E., Yermanson, D.M., Laag, A.E. and D.Burge, W.** 1965. Effect of planting date of seed yield, oil content, and water requirement of safflower. *Agronomy Journal*, 57: 162-164.
- Maghsoudi, E., Ghalavand, A. and Aghaalikhani, M.** 2014. Effect management strategies fertilizer nitrogen and biological on morphological traits, yield and quality traits corn (S.C. 704). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(2): 273-282. (In Persian)
- Martin, D.L., Watts, D.G., Mielkes, L.N., Frank, K.D. and Eisenhauer, D.E.** 1982. Evaluation of nitrogen and irrigation management for Corn production using water high nitrate. *Soil Science Society of American*, 45:1056-1062.
- Masson, M.G. and Brennan, R.F.** 1998. Compression of growth response and nitrogen uptake by canota and wheat following application of nitrogen fertilizer. *Journal of Plant Nutrition*, 2(2):1483-1499.
- Mehrabi, Z. and Ehsanzadeh, P.** 2011. A study on physiological attributes and grain yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under different soil moisture regimes. *Journal of Crops Improvement*, 13(2): 75-88. (In Persian)
- Ministry of Agriculture Jihad, Iran.** 2014. Information and statistics of agriculture, 2013-2014 growths season report. [Online]. <http://www.maj.ir/portal/home>.
- Mohammad Khani, E. and Roozbahani, R.** 2015. Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 7(23): 123- 131. (In Persian)
- Mousavi Nik, M.** 2012. Effect of drought stress and sulphur fertilizer on quantity and quality yield of psyllium (*Plantago ovata* L.) in baluchestan. *Journal of Agroecology*, 4(2): 170-182. (In Persian)
- Naghavimaremati, A., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H. and Salak Gilani, S.** 2007. Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield

components of different rice cultivars. *10th Iranian Conference of Soil Science*, Tehran, Iran. pp. 766- 767. (In Persian)

Olama, V., Ronaghi, A.M., Karimian, N.A., Yasrebi, J., Hamidi, R. and Tavajjoh, M. 2013. Comparison of yield, yield components and seed quality (oil and protein content) of two rapeseed cultivars as affected by different levels of soil-applied nitrogen and zinc. *Journal of Science & Technology, Greenhouse Culture*, 4(16): 83-98. (In Persian)

Papari Moghadam, A. and Bahrani, M.J. 2005. Effect of nitrogen rates and plant density on some agronomic characteristics of sesame. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(1):129-135. (In Persian)

Piri, I., Moussavi Nik, M., Tavassoli, A., Rastegaripour, F. and Babaeian, M. 2011. Effect of irrigation frequency and application levels of sulphur fertilizer on water use efficiency and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*). *African Journal of Biotechnology*, 10(55): 11459-11467.

Pour Mousavi, S.M., Galavi, M., Daneshian, J., Ghanbari, A. and Basirani, N. 2007. Effects of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (*Glycine max*). *Iranian Agricultural Sciences and Natural Resources Journal*, 14:125-134. (In Persian)

Sadeghzadeh, B., Sadeghzadeh, D., Moali amiri, R., Nejad sadeghi, L. 2013. Understanding of morpho-physiological variability on iranian-durum wheat landraces under cold-rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43(4): 633-648. (In Persian)

Saeedi, Gh. 2008. The effect of mineral nutrient and micronutrient on seed yield and other agronomic characters of sesame in Isfahan. *Journal of Water and Soil Science*, 12(45): 179-390. (In Persian)

Seyed Sharifi, R. and Nazarly, H. 2015. Effect of nitrogen and plant growth promoting

rhizobacteria on yield and some growth indices of sunflower (*Helianthus annus L.*). *Plant Production Technilogy*, 15(1): 71-85. (In Persian)

Singh, K.K., Srinivasarao, C. and Ali, M. 2005. Root growth, nodulation, grain yield, and phosphorus use efficiency of lentil as influenced by phosphorus, irrigation, and inoculation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, 1919-1929.

Taleei, A. and Bolandi, A.R. 1999. Comparison between three selection procedures derived from bulk method in F8 lines of bread wheat. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 29(4): 767-775. (In Persian)

Vafi, N. and Afshari, H. 2014. Effects of nanochelated zinc and nanobiological fertilizer on morphological characteristics of potato. *National e-Conference on Advance in Engineering and Basic Science*, Iran. (In Persian)

Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, ZG. and Cheung, K.C. 2005. Effect of biofertilize containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.

Yarmahmoud, Z., Tadaion, M., Jafari Haghghi, B. and Kheirkhah, M. 2010. The effect of bio fertilizers on the growth rate, yield and yield components of maize Maxima variety under drought stress condition. *11th Iranian Crop Sciences Congress*, Tehran, Iran. pp 1025-4028. (In Persian)

Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H. and Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization micro-organisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components on corn (*Zea mays L.*) *International Journal of Biological and Science*, 2(90): 90-92.

Zareei Siahbidi, A. and Rezaizad, A. 2015. Technical instructions, planting and harvesting of canola in Kermanshah. *Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center*, (In Persian)

Effect of nano bio-fertilizer and chemical fertilizer application on quantitative and qualitative yield of sesame cultivars

Fereydoun Rahbar Keykha¹, Eisa khammari^{2*}, Mahdi Dahmardeh², Mohamad Forouzandeh³

1- M.Sc. Student in Agroecology, Department of Agriculture, University of Zabol, Iran

2- Assistant. Prof. and Associate. Prof. at Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

3- Faculty Member of Agricultural Research Institute, University of Zabol, Iran

*Corresponding Author Email: ikhammari@gmail.com

Receive: March 1, 2017; Revise: August 16, 2017; Accept: September 03, 2017

ABSTRACT

In order to explore the effect of chemical and Nano bio-fertilizer on quality and quantity of sesame genotypes, an experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications at Agricultural Research Institute of Zabol University in 2014-2015 growing season. Treatments included three sesame genotypes (Ardakan, Isfahan and Sistan landrace) as main plot and fertilizer type included 100% of recommended chemical fertilizer, 75% of recommended chemical fertilizer+ 1.5 kg.ha⁻¹ of nano bio-fertilizer, 50% of recommended chemical fertilizer+ 1.5 kg.ha⁻¹ of nano bio-fertilizer, 25% of recommended chemical fertilizer+ 1.5 kg.ha⁻¹ of nano bio-fertilizer and 1.5 kg.ha⁻¹ of nano bio-fertilizer as subplots. The results showed that using 100% of recommended chemical fertilizer caused significant increase in plant height, number of capsule per square meter, thousand seed weight, seed yield, and biomass. The highest of capsule number per square meter (2256 number) was obtained from Sistan landrace with the application of 100% of recommended chemical fertilizer. The number of capsule per square meter, number of seeds per capsule, thousand seed weight, seed yield, biomass, harvest index, chlorophyll index and protein percentage showed significant increase in Sistan landrace in comparison with the other genotypes. The results showed that the highest seed yield was obtained (1428.07 kg.h⁻¹) from Sistan landrace and the highest oil percentage (41.7%) was obtained from Isfahan genotype. According to the results, it could be said that the 100 kg.ha⁻¹ of potassium sulfate, ammonium phosphate and urea application can be beneficial in increasing yield and improving growth characteristics of sesame.

Keywords: Biomass; Nano bio-fertilizer; Nitrogen fertilizer; Oil percentage; Sistan

How to cite this article

Rahbar Keykha F, Khammari E, Dahmardeh M, Forouzandeh M. Effect of Nano Bio-fertilizer and Chemical fertilizer Application on Quantitative and Qualitative Yield of Sesame Cultivars. *J Crop Sci Res Arid Reg.* 2017; 1(2):177-190.

DOI: [10.22034/csrar.01.02.05](https://doi.org/10.22034/csrar.01.02.05)

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the CSRAR Journal. The content of this article is distributed under CSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit <http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en>.