نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 1، بهار 1390، ص. 16-9

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 1, Spring 2011, p. 9-16

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (*Sesame indicum* L.) به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس

رقیه حسن پور[1]، همت اله پیردشتی[2]*، محمد علی اسماعیلی[3] و ارسطو عباسیان[4]

تاریخ دریافت: 1389/03/25
تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

امروزه استفاده از کودهای بیولوژیکی در راستای کشاورزی پایدار در حال گسترش است. به همین منظور چهار سطح نیتروژن (0، 60، 90 و 120 کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس به عنوان عامل فرعی (عدم مصرف و مصرف) بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (ناز، اولتان و ورامین) به عنوان عامل فرعی در یک آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نیتروژن تأثیر معنی‌داری روی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، تعداد شاخه‌ی فرعی و عملکرد دانه در هکتار داشت. مصرف کود بیولوژیک درصد باروری گل را افزایش داد و تعداد کپسول در بوته را فقط در رقم ورامین افزایش داد. کود بیولوژیک بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت و باعث افزایش تقریباً 10 درصدی عملکرد دانه نسبت به حالت عدم مصرف شد. ارقام به طور معنی‌داری از لحاظ تمامی صفات با هم اختلاف داشتند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل بین رقم و نیتروژن برای عملکرد دانه کنجد و در نظر گرفتن هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف کودها برای دستیابی به عملکرد مطلوب کنجد در رقم اولتان (3240 کیلوگرم در هکتار) مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن و در رقم ناز (2971 کیلوگرم در هکتار) و ورامین (2319 کیلوگرم در هکتار) مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار توصیه می‌شود. در مجموع رقم اولتان از لحاظ عملکرد دانه نسبت به رقم ناز و رقم ناز نسبت به ورامین برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، درصد باروری گل، وزن هزار دانه

مقدمه

کنجد (*Sesame indicum* L.) گیاهی یک ساله است و با سابقه کشت 5000 ساله ظاهراً قدیمی‌ترین دانه‌ی روغنی در جهان است (Langham, 2007). بذرهای روشن و طعم مطلوب جهت مصارف نانوایی و شیرینی‌پزی و ارقام با بیشترین میزان روغن برای روغن‌کشی توصیه می‌شوند (Dini Torkamani, 2007). کنجد در عین حال که محصول مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیر است، ولی اصلاح واریته‌های مناسب موجب گسترش آن به مناطق معتدل‌تر شده است (Rastegar, 2006).

از آنجایی که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن می‌باشند (Malakouti & Homaei, 2004). به عنوان یک اصل علمی فراهم کردن مقدار کافی عناصر مورد نیاز گیاه در خاک توسط مصرف کود شیمیایی یکی از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی برای افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات است (Chudhery & Sarwar, 1999). از طرف دیگر، به دلیل مسائل و خطرات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و به منظور جبران کمبود عناصر غذایی و رفع نیاز غذایی گیاهان ضمن افزایش عملکرد و هماهنگ با حفظ محیط زیست و نیل به کشاورزی پایدار از طریق حفظ ذخایر و منابع طبیعی، استفاده از کود بیولوژیک یکی از مهمترین شیوه‌ها گزارش شده است (Koocheki et al., 2001). کودهای بیولوژیک عبارتند از مواد نگه‌دارنده‌ای با انبوه یک یا چند میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آن‌ها که به منظور تأمین عناصر غذایی گیاهان استفاده می‌شوند. استفاده از کود بیولوژیک اخیراً در ایران آغاز شده است و اثرات مثبت آن‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول ثابت شده است (Khavazi et al., 2005).

تأثیر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن بر عملکرد دانه و دیگر صفات

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشیار، استادیار و مربی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: h.pirdashti@sanru.ac.ir (Email:

زراعی کنجد در مطالعات زیادی بررسی شده است. برای مثال، نتایج مطالعه‌ای در استان فارس در مورد کاربرد نیتروژن در سه میزان (0 و 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) در دو رقم کنجد محلی زرقان و داراب 14 نشان داد که با افزایش میزان کود نیتروژن، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه افزایش یافت (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005). نتایج مطالعه‌ای دیگر با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن (0، 40 و 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر رقم TS-3 کنجد نشان داد که با 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه تولید شد (Malik et al., 2003). همچنین در مطالعه‌ای که واکنش رقم سیوکاک[1] نسبت به سطوح متفاوت نیتروژن (0، 22، 44، 66، 88 کیلوگرم در هکتار) مورد بررسی قرار گرفت بیشترین و کمترین عملکرد در تیمار 44 و 0 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Rahman & El Maki, 2008). در مطالعه‌ای که روی 32 ژنوتیپ چند شاخه انجام شد، بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت معمولی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل آذین اصلی و وزن هزار دانه به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد بودند (Mansori & Soltani Najafabadi, 2004)، اما در مطالعه‌ای که در اصفهان بر دو رقم کنجد توده‌ی اردستان و توده مبارکه انجام گرفت تیمارهای کودی دارای عناصر غذایی N، P، K، Fe، Zn و Mn تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه در شرایط محیطی و خاکی این منطقه نداشتند (Saeidi, 2008).

از طرف دیگر، در خصوص تأثیر کودهای بیولوژیک تاکنون مطالعات اندکی بر گیاه کنجد صورت گرفته است. در همین زمینه در مطالعه‌ای که اثر کود بیولوژیک حاوی *Azotobacter*، *Azospirllum brasilense* و *Bacillus megatherium* روی دو رقم Giza 32 و Shandawel 3 بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش عملکرد دانه گردید (El-Habasha et al., 2007). همچنین در مطالعه دیگری اثر دو کود بیولوژیک تیوباسیلوس و سودوموناس بر رقم ناز تک شاخه موجب بهبود رشد گیاه شد (Ahmadi Vavsari, 2009). اثرات مثبت و مفید کاربرد کودهای بیولوژیکی مناسب از طریق تأمین عناصر غذایی گیاه بر صفات کمّی و کیفی و همچنین به عنوان جایگزین برای کود شیمیایی در کشاورزی پایدار در گیاهان داروئی و روغنی دیگر نظیر زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) (Koocheki et al., 2008)، شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) (Fallahi et al., 2009)، سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) (Khorramdel et al., 2008)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) (Shehata & El-Khavas, 2003)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (Mirzakhani et al., 2009) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) (Basu & Bhadoria, 2008) نیز تأیید شده است. با توجه به این که از یک طرف نتایج چنین مطالعاتی اهمیت کاربرد کود بیولوژیک را در مقایسه با کود شیمیایی فراهم می‌کند و از طرف دیگر نتایج آن بسته به رقم و موقعیت جغرافیایی متفاوت است (Rezvani Moghaddam et al., 2005)، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر تلفیقی کود بیولوژیک و مقادیر متفاوت نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد و توصیه‌ی کشت رقم مناسب از لحاظ عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه آموزشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در نه کیلومتری جاده خزرآباد به طول 53 درجه و 13 دقیقه شرقی و عرض 36 درجه و 42 دقیقه شمالی و در ارتفاع 14 متر از سطح دریا به اجرا در آمد. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه به عمق 0 تا 30 سانتی‌متر نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد که نتایج آن در جدول 1 آورده شده است.

نوع طرح مورد استفاده، کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح (0، 60، 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان عامل اصلی، تیمار کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس در دو سطح (عدم مصرف و مصرف) به عنوان عامل فرعی و سه رقم به نام‌های ناز تک شاخه، اولتان و ورامین به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. بذر ارقام مورد استفاده در این آزمایش از مؤسسه نهال و بذر کرج تهیه شد که برخی از مشخصات این ارقام در جدول 2 آورده شده است.

پس از آماده سازی زمین تمامی کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل (100 کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم از منبع اکسید پتاسیم (80 کیلوگرم در هکتار) و نیمی از کود نیتروژن‌دار (بسته به تیمار کودی نیتروژن) قبل از کشت مصرف شد و باقیمانده‌ی کود به عنوان سرک در مرحله‌ی شروع تشکیل جوانه گل داده شد. به منظور سهولت در کاشت بذرهای ریز کنجد، بذور به نسبت یک به پنج با ماسه مخلوط گردیدند. ترکیبات باکتریایی را می‌توان از طریق مه پاشی روی بذر، خاک‌پاشی و برگ‌پاشی استفاده نمود. در این پژوهش از رایج‌ترین روش برای کاربرد ترکیبات باکتریایی که مه‌پاشی آن‌ها روی بذرها قبل از کشت است (Roy et al., 2006) استفاده شد. سوپرنیتروپلاس کود بیولوژیکی است که مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف باکتری‌های تثبیت کننده ازت، کنترل کننده عوامل بیماری‌زای خاکزی و باکتری‌های محرک رشد شامل *Azospirllum* ssp.، *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* می‌باشد (Koocheki et al., 2008).

1- Sucak

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این آزمایش
Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil

شن (%) Sand (%)	سیلت (%) Silt (%)	رس (%) Clay (%)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) EC ($dS.m^{-1}$)	ازت کل (%) Total N (%)	ماده آلی (%) OM (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)
8.5	43.3	48.2	Silty clay	7.7	1.33	0.23	2.44	13.16	202.99

جدول 2- برخی از خصوصیات ارقام مورد مطالعه کنجد (Farrokhi et al., 2000)
Table 2- Some characteristics of sesame cultivars (Farrokhi et al., 2000)

رنگ دانه Seed color	تعداد ردیف در کپسول Number of carpels.pod^{-1}	تعداد کپسول در محور برگ Number of pods per leaf axis	نوع شاخه‌بندی Type of Branching	مبدأ Origin	رقم Cultivar
زرد Yellow	4	3	تک شاخه Single Branched	توده محلی مازندران Mazandaran	ناز Naz
قهوه‌ای Brown	4	1	چند شاخه Several Branched	توده محلی مغان Moghan	اولتان Oltan
قهوه‌ای کم رنگ Brownish	4	3	تک شاخه Single Branched	سلکسیونی از توده محلی اصفهان Isfahan	ورامین 2822 Varamin 2822

به این منظور مایه تلقیح، به صورت مایع، به میزان دو لیتر در هکتار با بذر آغشته شده و بذرهای تلقیح شده پس از خشک شدن در سایه کشت شدند (Koocheki et al., 2008; Fallahi et al., 2009). کشت بذرها در اول خرداد به صورت خطی و با دست صورت گرفت. فاصله بلوک‌ها از هم 0/5 متر و فاصله کرت‌ها از هم 1/5 متر در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل سه ردیف کاشت به طول 3 و عرض 1/5 متر بود. فواصل خطوط کشت 50 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طی مرحله‌ی رشد دو مرحله تنک صورت گرفت و آخرین مرحله‌ی تنک زمانی بود که ارتفاع گیاه به 10-7 سانتی‌متر رسید تا فاصله بوته روی ردیف به طور متوسط 10 سانتی‌متر شود. اولین آبیاری همزمان با کشت و بعد از آن هر 15 روز یک بار آبیاری گردید. در طول دوره‌ی رشد با علف هرز به صورت دستی مبارزه شد. چون ارقام از لحاظ رسیدگی با هم متفاوت بودند با تأخیر چند روزه از هم برداشت شدند.

زمان برداشت کنجد هنگامی در نظر گرفته شد که دانه‌ها در کپسول‌های پایینی رسیده بودند (Rastegar, 2006). بوته‌ها بعد از حذف اثر حاشیه از یک متر مربع (18 بوته) برداشت شده و به مدت چند روز در آفتاب نگه‌داری گردیدند تا تمامی بذور رسیدند و صفاتی مانند عملکرد دانه در هکتار و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن هزار دانه چهار نمونه 100 تایی از بذور هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و صفات دیگر شامل تعداد شاخه فرعی، طول منطقه‌ی کپسول‌دهی، تعداد دانه در کپسول و درصد باروری گل‌ها از میانگین سه بوته‌ای که تصادفی از هر کرت انتخاب شده بودند بدست آمد. طول منطقه کپسول‌دهی فاصله اولین کپسول تا آخرین کپسول روی ساقه اصلی کنجد در نظر گرفته شد. درصد باروری گل‌ها نیز از درصد نسبت تعداد کپسول‌ها به تعداد گل‌هایی که در این منطقه وجود داشت بدست آمد.

داده‌های حاصل از نمونه برداری‌ها با استفاده از نرم افزار SAS-ver 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد دو عامل نیتروژن و رقم بر تعداد شاخه فرعی تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول 3). همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن، رقم و نیتروژن و رقم و کود بیولوژیک معنی‌دار بود. بر همین اساس مصرف کود بیولوژیک در رقم ورامین موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی گردید اما رقم ناز واکنش معنی‌داری به کاربرد کود بیولوژیک نشان نداد. رقم ناز تک شاخه بوده و شاخه‌دار شدن برخی از بوته‌ها را می‌توان به عوامل محیطی نسبت داد. با این حال رقم ورامین که از نظر ژنتیکی تک شاخه است اما تک شاخه بودن به ندرت در کرت‌های آزمایشی دیده شد و این صفت در این رقم به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی متغیر در این تحقیق شامل نیتروژن و کود بیولوژیک قرار گرفت. واکنش رقم اولتان به کود بیولوژیک بر عکس رقم ورامین بود به طوری که کود بیولوژیک باعث کاهش معنی‌دار تعداد شاخه در رقم اولتان شد. در مطالعات ال-حباشا و همکاران (El-

(Habasha et al., 2007) مصرف کود بیولوژیک باعث کاهش تعداد شاخه فرعی شد. ارقام مورد استفاده در این تحقیق پاسخ‌های متفاوتی به کود نیتروژن نشان دادند (جدول 3). بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به رقم اولتان بود که با مصرف 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در دیده شد، اما مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد شاخه فرعی را در رقم ورامین کاهش داد.

با توجه به تقسیم‌بندی ارقام از نظر تعداد شاخه هر سه رقم مورد مطالعه جزء ارقام با تعداد شاخه کم (4-2 شاخه فرعی) دسته‌بندی می‌شود (Langham, 2007). اثر متقابل نیتروژن و کود بیولوژیک بر تعداد شاخه فرعی هم نشان دهنده‌ی این مطلب بود که کود بیولوژیک بسته به سطوح متفاوت نیتروژن واکنشی متفاوت را نشان می‌دهد. یافته‌های این تحقیق (شکل 3) نشان داد که در تیمار 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عکس 60 کیلوگرم در هکتار اضافه نمودن کود بیولوژیک موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی شد.

طول منطقه کپسول‌دهی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که به جزء رقم اثر نیتروژن و کود بیولوژیک بر طول منطقه‌ی کپسول‌دهی معنی‌دار نبود (جدول 3). رقم اولتان بیشترین طول منطقه‌ی کپسول‌دهی را نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول 4). در مطالعه دیگری که اثر عناصر دیگری به جز نیتروژن بررسی گردید کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت، اما با افزایش مصرف کود گوگرد طول منطقه کپسول‌دهی افزایش یافت (Ahmadi Vavsari, 2009). در مطالعه‌ای نیز مصرف کود بیولوژیک همراه با کود شیمیایی باعث کاهش طول منطقه کپسول‌دهی شد (El-Habasha et al., 2007).

درصد باروری گل‌ها: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 3) تیمار کودی نیتروژن اثر معنی‌داری روی صفت درصد باروری گل‌ها نداشت، ولی تیمار کود بیولوژیک و رقم از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مصرف کود بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به حالت عدم مصرف شد که این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد گیاه و برخی هورمون‌های تنظیم کننده‌ی رشد باشد که توسط ریز موجودات در خاک تولید شده و مانع ریزش گل‌ها و در نتیجه تولید کپسول بیشتر در بوته می‌شود (Khavazi & Malakouti., 2004). بر اساس مقایسه میانگین انجام شده بالاترین درصد باروری مربوط به رقم اولتان بود که با دو رقم دیگر اختلاف معنی‌داری در این صفت داشت. از طرف دیگر، چنین به نظر می‌رسد که رقم ورامین سازگاری زیادی با شرایط آب و هوایی منطقه نداشت.

جدول 3- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی کنجد

Table 3- Mean squares of yield, yield components and some morphological characters of sesame

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Number of stem branches	طول منطقه کپسول دهی Length of fruiting area	درصد باروری گل‌ها Percentage of fertile flower	تعداد کپسول در بوته Number of capsule per plant	طول کپسول Capsule length	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک Replication	2	0.11	84.44	71.44	1536.53	0.020	14.94	0.0005	34206
نیتروژن (N) Nitrogen	3	4.62**	114.35	107.07	5897.58*	0.029	57.84*	0.0527*	4924142**
خطا a E_a	6	0.29	170.61	93.03	854.81	0.041	13.10	0.0109	67694
کود بیولوژیک (B) Biofertilizer	1	0.68	146.46	543.78*	5070.75*	0.001	50.20	0.0112	1162416*
N.B	3	4.24**	364.08	131.15	582.64	0.042	6.87	0.0490	124996
خطاb E_b	8	0.30	103.45	73.40	466.46	0.071	15.73	0.0158	217160
رقم (C) Cultivar	2	118.40**	1004.54**	2405.39**	10848.04**	0.147*	167.59**	4.3293**	11043105**
N.C	6	2.43**	84.48	127.35	1257.42	0.048	44.27	0.0330	506277*
B.C	2	2.42**	196.32	22.74	9358.54**	0.073	24.26	0.0554	132189
N.B.C	6	3.30**	103.54	85.19	1963.69	0.023	16.66	0.0154	426467
خطای آزمایش Experimental Error	32	0.195	123.89	78.81	1038.84	0.043	19.58	0.0181	179848
ضریب تغییرات (%) CV (%)		20.53	14.42	12.42	29.09	7.15	6.26	4.99	16.47

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

* and ** are significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول4- مقایسه میانگین عملکرد و صفات مرتبط با اجزای عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیکی کنجد

Table 4- Mean comparison of yield, yield component and some morphological characters of sesame

تیمار Treatment	طول منطقه کپسول-دهی (سانتی متر) Length of fruiting area (cm)	درصد باروری گل‌ها Percentage of fertile flower	تعداد کپسول در بوته Number of capsule per plant	طول کپسول (میلی متر) Capsule length (mm)	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Urea ($kg.ha^{-1}$)							
0	73.40^{a*}	70.99^{a}	58.81^{b}	2.88^{a}	69.09^{b}	2.64^{b}	1951.62^{c}
60	78.23^{a}	75.04^{a}	118.84^{a}	2.88^{a}	70.21^{b}	2.68^{b}	2335.70^{b}
90	78.24^{a}	69.58^{a}	127.94^{a}	2.93^{a}	73.28^{a}	2.71^{ab}	2983.30^{a}
120	78.78^{a}	70.34^{a}	110.4^{a}	2.96^{a}	70.31^{b}	2.77^{a}	3031.20^{a}
کودبیولوژیک Biofertilizer							
عدم مصرف Control	75.74^{a}	68.74^{b}	102.41^{b}	2.91^{a}	71.56^{a}	2.69^{a}	2448.40^{b}
مصرف Application	78.59^{a}	74.24^{a}	119.19^{a}	2.92^{a}	69.89^{a}	2.71^{a}	2702.50^{a}
رقم Cultivar							
ناز Naz	70.30^{b}	66.34^{b}	102.97^{b}	2.97^{a}	68.46^{b}	2.93^{a}	2567.40^{b}
اولتان Oltan	83.15^{a}	83.03^{a}	94.56^{b}	2.94^{ab}	73.63^{a}	2.95^{a}	3257.80^{a}
ورامین Varamin	78.05^{b}	65.10^{b}	134.86^{a}	2.82^{b}	70.09^{b}	2.21^{b}	1901.20^{c}

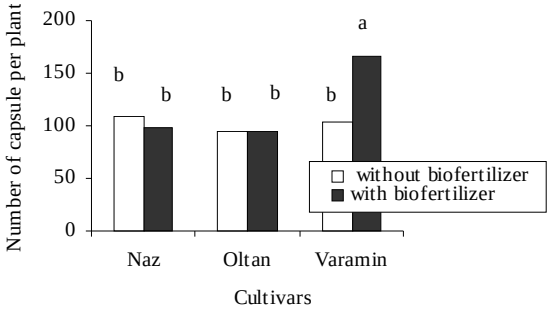
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* In each column and treatment means followed by similar letter (s) are not significantly different according to Duncan at 5% probability level.

تعداد کپسول در بوته: مصرف کود بیولوژیک و نیتروژن تأثیر معنی‌داری روی تعداد کپسول در بوته داشت. افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تعداد کپسول در بوته شد (جدول 3) که این نتیجه با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Malik et al., 2003; Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Rahman & El Maki, 2008). در مطالعه‌ای تعداد کپسول در بوته تحت تیمارهای کودی قرار نگرفت (Saeidi, 2008). علت افزایش تعداد کپسول در این مطالعه احتمالاً کاهش رقابت درون بوته‌ای، بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به تولید کپسول بوده و مصرف بیشتر از 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش رشد رویشی و کاهش تعداد کپسول شده است. معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک نشان داد که نحوه‌ی تأثیر این دو فاکتور برای صفت تعداد کپسول در بوته در سه رقم یکسان نبود (جدول3)، به طوری که مصرف کود بیولوژیک در رقم ورامین باعث افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در بوته همانند تعداد شاخه فرعی در بوته (شکل 1) شد، اما در رقم ناز و اولتان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مطالعه‌ای تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر کود بیولوژیک و سایر تیمارهای کودی مورد بررسی قرار نگرفت (El-Habasha et al., 2007).

طول کپسول: در میان تیمارهای مورد بررسی تنها ارقام مورد استفاده از نظر طول کپسول اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول 3). با توجه به نتایج بیشترین طول کپسول مربوط به رقم ناز و اولتان بود (جدول4). همچنین در مطالعه‌ای طول کپسول تحت تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی قرار نگرفت (Ahmadi Vavsari, 2009). احتمالاً این نتایج تأکید بر این دارند که صفت طول کپسول از اجزای ثابت و پایدار عملکرد بوده و بیشتر تحت ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد.

تعداد دانه در کپسول: این صفت تحت تأثیر رقم و نیتروژن قرار گرفت. رقم اولتان دارای بیشترین تعداد دانه بود که با دو رقم ناز و ورامین اختلاف معنی‌داری داشت. میانگین تعداد دانه در کپسول بین تیمارهای کودی از 69/09 تا 73/28 متغیر بود. بیشترین تعداد دانه در کپسول در تیمار کودی 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار دیده شد، اما بین سه تیمار کودی دیگر اختلاف معنی‌داری دیده نشد، در مطالعه‌ای با افزایش مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در کپسول افزوده شد (Malik et al., 2003)، اما در مطالعه‌ی دیگری این صفت تحت تأثیر کودهای شیمیایی قرار نگرفت (Saeidi, 2008).



شکل 1- اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر تعداد کپسول در بوته

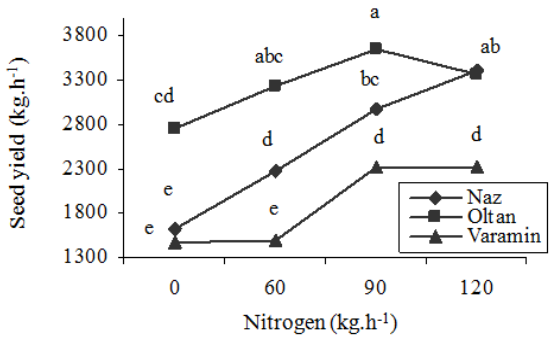
Fig. 1- Interaction of cultivar and biofertilizer on number of capsule per plant

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

وزن هزار دانه: در بین عوامل مورد بررسی تنها رقم و نیتروژن از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری داشتند و هیچ یک از اثر متقابل معنی‌دار نشد. بر همین اساس رقم اولتان و ناز از نظر وزن هزار دانه نسبت به ورامین برتری داشتند. مصرف کود نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه شد و بیشترین آن مربوط به تیمار 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. علت افزایش وزن دانه را می‌توان به افزایش رشد گیاه و فراهمی نیتروژن در گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه نسبت داد. در مطالعات دیگر (Malik et al., 2003) نیز با افزایش نیتروژن وزن هزار دانه افزایش یافت. در این مطالعه بین تیمارهای کودی 60 و 90 کیلوگرم تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) مشاهده نشد. در همین ارتباط برخی از محققین نشان دادند که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ندارد و این صفت را جزء ثابت و پایدار عملکرد عنوان نمودند (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Rahman & El Maki, 2008)، اما کاهش وزن هزار دانه در اثر مصرف کود بیولوژیک همراه با کود شیمیایی نیز گزارش شده است (El-Habasha et al., 2007).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر سه عامل مورد بررسی و اثر متقابل رقم و نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول 3). وجود تفاوت‌های آماری از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد بین ارقام کنجد در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Bahrani & Babaei, 2007; Saeidi, 2008). مصرف کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس باعث افزایش تقریباً 10 درصدی عملکرد نسبت به حالت عدم مصرف شد (جدول 4) که در گزارشات قبلی نیز افزایش عملکرد در اثر کاربرد سایر کودهای بیولوژیک به اثبات رسید (El-Habasha et al., 2007; Ahmadi Vavsari, 2009). اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن معنی‌دار نشد، بدین ترتیب، می‌توان چنین بیان نمود که کود بیولوژیک در تمامی سطوح نیتروژن واکنش یکسانی نشان می‌دهد و اثر هم‌افزایی بین مقدار نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، اما طی مطالعاتی بین فعالیت باکتری حل کننده فسفات و کود فسفر و همچنین بین باکتری تیوباسیلوس و گوگرد اثر هم افزایی مشاهده شد (Ahmadi Vavsari, 2009). بیشترین عملکرد در رقم اولتان (3659 کیلوگرم در هکتار) با 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که با مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (3240 کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری دیده نشد، ولی بیشترین عملکرد دانه در رقم ناز (3404 کیلوگرم در هکتار) با 120 کیلوگرم نیتروژن بوده که با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار (2971 کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت و در رقم ورامین نیز بیشترین عملکرد دانه (2320 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (2319 کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل 2). بنابراین با توجه به مشکلات زیست محیطی و هزینه کود مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای این دو رقم نیز توصیه می‌شود. واکنش مثبت و متفاوت ارقام به افزایش مصرف کود نیتروژن تا 120 کیلوگرم در هکتار در مطالعات سایر محققین نیز آمده است (Saki Hosseini, 1996; Bahrani & Babaei, 2007). در مقابل طی مطالعه‌ای استفاده از عناصر غذایی مختلف بر عملکرد دانه مؤثر نبود که این مطلب بیانگر این است که واکنش گیاه کنجد نسبت به مصرف کودهای شیمیایی تابع ارقام و شرایط محیطی و خاک منطقه می‌باشد (Saeidi, 2008).



شکل2- اثر متقابل رقم و نیتروژن برعملکرد دانه کنجد

Fig. 2- Interaction effects of cultivar and nitrogen on sesame seed yield

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که رقم اولتان از لحاظ عملکرد بر دو رقم دیگر برتری داشت و کشت آن در این منطقه نیز قابل توصیه می‌باشد. کاربرد کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس به تنهایی و یا به همراه کود نیتروژن در افزایش عملکرد تأثیر مثبتی داشته است. بیشترین عملکرد دانه در رقم اولتان (3659 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت بیشترین عملکرد دانه در رقم ناز (3404 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشترین عملکرد دانه در رقم ورامین (2320 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین با توجه به هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد مطلوب کشت رقم اولتان با کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و دو رقم ناز و ورامین با کاربرد 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه کود بیولوژیک توصیه می‌شود.

منابع

1- Ahmadi Vavsari, F. 2009. Investigation the effect of biofertilizers, phosphate solubilizer and *Thiobacillus* on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). MSc Thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. (In Persian with English Summary)

2- Ahmadi Vavsari, F. 2009. Investigation the effect of biofertilizers, phosphate solubilizer and *Thiobacillus* on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). MSc Thesis Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran. (In Persian with English Summary)

3- Bahrani, M.J., and Babaei, G. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on yield and yield components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 237-245. (In Persian with English Summary)

4- Basu, M., and Bhadoria, P.B.S. 2008. Performance of groundnut (*Arachis hypoges linu*) under nitrogen fixing and phosphorus solubilizing microbial inoculants with different levels of cobalt in alluvial soils of eastern India. Agronomy Research 6 (1): 15-25.

5- Chaudhry, A.U., and Sarwar M. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pakistan Journal of Biological Science 2: 242-243.

6- Dini Torkamani, M.R., and Karapteian, J. 2007. Investigating important physical and chemical characteristics of grain among ten Varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Biology. 20: 327-332. (In Persian with English Summary)

7- Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research 7 (1): 127-135. (In Persian with English Summary)

8- Farrokhi, E., Amadi, M., Khiavi, M., Mohammadi, E., Arabe, G., and Andarkhor, A. 2000. Registration of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivar, Oltan. Seed and Plant Journal 16 (4): 512-514. (In Persian with English summary)
9- 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 of Agriculture and Biological Sciences 3(6): 567- 571.
10- KHajehpour, M.R. 2004. Industrial Crop. Isfahan Industrial University. 571 pp. (In Persian)
11- Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., and Malakouti, M.J. 2005. Necessary of Industrial Production of Biofertilizers in Iran. Sana Press. 440 pp. (In Persian)
12- Khavazi, K., and Malakouti M.J. 2002. Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran: A Compilation of Papers. Agricultural Education Press. 604 pp. (In Persian)
13- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Agricultural Science 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary)
14- Koocheki, A.R., Jami, A.M., Kamkar. B., and Mahdavi Damghani, A.M. 2001. Ecological Principles of Agriculture (Translated). Jihadeh-Daneshgahi Mashhad Press. 471 pp. (In Persian)
15- Koocheki, A.R., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Agricultural Science 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)
16- Langham, R.D. 2007. Phenology of Sesame, Issues in New Crop and New Use. In: J. Janick, and Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria. VA. USA. pp: 144-180.
17- Malik, M.A., Saleem, M.F., Akhtar Cheema, M.A., and Ahmed, S. 2003**.** Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology 4: 490- 492.
18- Malekoti, M.J., and Homaei M. 2004. Fertility of Arid and Semi arid. 2nd End. Tarbiat Modarres University Press. Tehran. pp 494. (In Persian)
19- Mansori, S., and Soltani Najafabadi, M. 2004. Study and systemic analysis on yield and yield components association for sesame (*Sesamum indicum* L.) breeding. Seed and Plant Journal 20(2): 149-105. (In Persian with English Summary)
20- Mirzakhani, M., Ardakani, M.R., Aeeneband, A, Rejali, F., and Shirani Rad, A.H. 2009. Response of spring safflower to Co-inoculation with *Azotobacter chrococum* and *Glomus interaradices* under different levels of nitrogen and phosphorus. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 4(3): 255-261. (In Persian with English Summary)
21- Papari Moghaddamfard, A., and Bahrani, M.J. 2005. Effect of nitrogen fertilizer rates and plant density on some agronomic characteristic, seed yield and protein percentage in two sesame cultivars. Iranian Journal of Agriculture Researches. 36 (1): 129-135. (In Persian with English Summary)
22- Rahman, A., and El Maki, A. 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences 8(2): 304-308.
23- Rastegar, M.A. 2006. Industrial Crops Cultivation. Berehmand Press. 469 pp. (In Persian)
24- Rezvani Moghaddam, P., Nabati, J., Norouzpour, G., and Mohammadabadi, A.A. 2005. Evaluation of morphologic parameters, seed yield and oil of sesame in different planting space and irrigation period. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 57-68. (In Persian with English Summary)
25- Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J., and Tandon, H.L.S. 2006. Plant nutrition for food security: a guide for integrated nutrient management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin pp: 226- 231.
26- Saeidi, G.A. 2008. Effect of some macro and micronutrients on seed yield and other agronomic traits of sesame in Isfahan. Journal of Agriculture and Natural Resources Science and Technology 12(45): 319- 390. (In Persian with English Summary)
27- Saki Hosseini, A. 1996. Evalution of nitrogen top dressing on yield and yield components of sesame. MSc Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
28- Sharmila, V., Krishnamoorthy Ganesh, S., and Gunasekaran, M. 2007. Generation mean analysis for quantitative traits in sesame (*Sesamum indicum* L.) crosses. Genetics and Molecular Biology 30(1): 80- 84.
29- Shehata, M.M., and El-Khawas, S.A. 2003. Effect of tow biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein and banding pattern of sunflower (*Helianthus annus* L. cv. Vedock) yield. Pakistan Journal of Biological Sciences 6(14): 1257-1268.