

## اثر زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

عالیه صالحی<sup>1</sup>، سیف‌اله فلاح<sup>2\*</sup>، رامین ایرانی‌پور<sup>3</sup> و علی عباسی سورکی<sup>4</sup>

تاریخ دریافت: 1392/02/10

تاریخ پذیرش: 1392/08/04

### چکیده

یکی از جنبه‌های مهم تولید گیاهان دارویی مصرف کمتر نهاده‌های شیمیایی در تولید آن‌ها می‌باشد، که این موضوع می‌تواند علاوه بر افزایش تولید محصول در حفاظت از محیط زیست نیز مؤثر باشد. بنابراین، به منظور بررسی اثرات زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی 90-91 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، کود گاوی، اوره، سه سطح کود تلفیقی تقسیمی ( $\frac{2}{3}$ ) کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره،  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره،  $\frac{1}{3}$  کود گاوی +  $\frac{2}{3}$  کود اوره، و سه سطح کود تلفیقی غیر تقسیمی ( $\frac{2}{3}$ ) کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره،  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره،  $\frac{1}{3}$  کود گاوی +  $\frac{2}{3}$  کود اوره بودند. نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی کود آلی + شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه جانبی در بوته (11/5 درصد)، تعداد کپسول در بوته (9/4 درصد)، وزن هزار دانه (7/4 درصد)، وزن کپسول (5/9 درصد) و عملکرد بیولوژیکی (36/3 درصد) در سیاهدانه گردید. کاربرد غیر تقسیمی کود اوره به همراه کود گاوی (50:50) با بهبود تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه (2397 کیلوگرم در هکتار) گردید. بنابراین، استفاده از روش تلفیقی کود آلی با شیمیایی بویژه مصرف غیر تقسیمی کود اوره، با افزایش کارایی کوددهی موجب ارتقاء ویژگی‌های کمی محصول سیاهدانه می‌شود، که علاوه بر حذف هزینه کودپاشی سرک می‌تواند در حفظ محیط زیست و سلامت گیاه دارویی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: کاربرد تقسیمی، کاربرد جداگانه، کود اوره، کود دامی

### مقدمه

راهبردهای کشاورزی پایدار مورد توجه اکثر محققان قرار گرفته است (et al., 2005; Orhan et al., 2006; Moradi et al., 2011) Pimentel & Dazhong, 1990; Sharifi Chandrasekar (Ashourabadi, 1999). در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای آلی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار برخوردار است (Mehnaz & Lazarovits, 2006). به طوری که کاربرد این کودها با افزایش سطوح کربن آلی و اثرات مستقیم و غیرمستقیم روی خصوصیات و فرآیندهای خاک در حفظ حاصلخیزی آن مؤثر است (Prakash et al., 2007). کودهای دامی منبع آلی عناصر غذایی برای تولید گیاهان به صورت پایدار می‌باشند که علاوه بر تأمین عناصر غذایی در افزایش ماده آلی خاک، قابلیت جذب عناصر توسط گیاه و حفظ تعادل نسبی نیتروژن نیز

اگر چه امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک و عملکرد بالا، گسترش چشمگیری یافته است، اما در بسیاری موارد کاربرد این کودها باعث آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی شده و هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghalavand et al., 2006)، بنابراین اخیراً جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی به عنوان یکی از

1، 2 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشیار اگرواکولوژی و استادیار اگولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد  
3- استادیار شیمی و حاصلخیزی خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد  
\* - نویسنده مسئول: (Email: Falah1357@yahoo.com)

شیمیایی و یا به‌کارگیری توأم آنها در مورد گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) اظهار داشت که کاربرد کود دامی موجب افزایش 78 درصد و کودهای شیمیایی (NPK) 69 درصد افزایش محصول رازیانه گردیدند، در حالی که به‌کارگیری مخلوط تولید را 122 درصد افزایش داد. مالاناکودا (Mallanagouda, 1995) نشان داد که عملکرد دانه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در تیمار تلفیق کودهای شیمیایی (NPK) با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آنها بود. وی دلیل این افزایش را به نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذکر کرد. همچنین در تحقیق یاداو و همکاران (Yadav et al., 2002) بر روی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) ملاحظه شد که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی به همراه کود دامی بطور معنی‌داری سبب افزایش تعداد پنجه در گیاه، ارتفاع بوته، تجمع ماده خشک، تعداد سنبله در هر بوته، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و کاه و کلش گردید که این امر را مربوط به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن عنوان کردند. همانطور که در مطالعات قبلی گزارش شده است، برای کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی به خصوص کودهای نیتروژن‌دار، می‌توان کودهای آلی را به صورت تلفیق با شیمیایی به عنوان راهکاری مؤثر و کارآمد جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار استفاده نمود، اما بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن در کودهای دامی به ویژه کود گاوی موجب کاهش معدنی شدن نیتروژن آنها می‌شود (Alizadeh et al., 2012; Pourazizi, 2011). که این امر ممکن است مزیت تلفیق کودها را بی‌اثر نماید. از این‌رو در این آزمایش علاوه بر مقایسه کاربرد جداگانه و تلفیقی کود اوره با کود گاوی، اثر زمان مصرف نیتروژن شیمیایی در تیمارهای تلفیقی بر رشد و عملکرد سیاهدانه در شرایط آب و هوایی شهر کرد مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (عرض جغرافیایی 32 درجه و 21 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه و 49 دقیقه شرقی و با ارتفاع 2050 متر از سطح دریا) در سال زراعی 90-1391 در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. قبل از اجرای آزمایش، تجزیه نمونه‌های خاک محل اجرا و کود گاوی مورد استفاده در تحقیق در آزمایشگاه انجام شد (جدول‌های 1 و 2).

مؤثرند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذور، رشد و توسعه ریشه و ساقه گیاه می‌شود (Blaize et al., 2005). بنابراین، در چنین سیستم‌هایی تولید گیاهان دارویی که به‌طور مستقیم در سلامت جامعه نقش دارند، می‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد (Akbarinia et al., 2004).

سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa* L. گیاهی از تیره آلاله، یکساله، بومی جنوب غرب آسیا (Harzallah et al., 2011) یکی از گیاهان دارویی است که در بعضی از نقاط ایران به صورت خودرو وجود داشته و در برخی نقاط دیگر به صورت زراعی کشت و کار می‌شود (Javadi, 2008) و به دلیل نقش ترکیبات مؤثر آن به‌ویژه کوئینون<sup>1</sup> در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها مانند برونشیت، روماتیسم، فشار خون، دیابت، آنفولانزا و حتی ایدز (Mehta Hussain et al., 2009; Erkan et al., 2008; et al., 2009)، داشته و نیز با توجه به نقش ویژه آن به عنوان گیاهی روغنی در تغذیه انسان اهمیت دارد (Ramadan & Morsel, 2003).

سیاهدانه همانند دیگر گیاهان برای رشد مناسب به عناصر پرمصرف، مخصوصاً نیتروژن نیاز دارد. در این ارتباط گزارش شده است که نیاز نیتروژن گیاه سیاهدانه 40 کیلوگرم نیتروژن در هکتار است و مقادیر زیادتر نیتروژن بیشتر جنبه تجملی داشته و تأثیر آن بر عملکرد گیاه ناچیز است (Javadi, 2008). این در حالی است که در یک آزمایش با بررسی سه سطح کود نیتروژن 40، 80 و 120 کیلوگرم در هکتار بر عملکرد سیاهدانه مشخص شد که بیشترین تعداد فولیکول در بوته و عملکرد دانه از تیمار با 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و بیشترین وزن هزار دانه با تیمار 120 کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد ولی ارتفاع گیاه و تعداد دانه در فولیکول تحت تأثیر نیتروژن قرار نگرفت (Khan, 1993). از آنجا که در سیستم تلفیقی، نقش کود شیمیایی جبران نیتروژن جذب شده توسط باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و تأمین کمبود عناصر غذایی محیط ریشه می‌باشد. همچنین استفاده از کود شیمیایی باعث بهبود تجزیه میکروبی کود دامی شده و با پیشرفت دوره رشد نقش کود دامی در تغذیه گیاه بیشتر می‌گردد (Fallah et al., 2007)، کاربرد تلفیقی کود آلی و غیرآلی وابستگی کشاورز به کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد و همچنین مواجه شدن خاک با پیامدهای کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (Sharifi & Makinde, 2007). شریفی عاشورآبادی (Ashourabadi, 1999) با بررسی مقادیر مختلف کود دامی، کودهای

جدول 1- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک  
Table 1- Some physical and chemical characteristics of soil

مس Cu	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	پتاسیم قابل دسترس Available K	فسفر قابل دسترس Available P	نیتروژن کل N total	کربن آلی OC	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC	بافت خاک Soil texture
(میلی گرم در کیلوگرم) (mg. kg <sup>-1</sup> )				(درصد) (%)			(دسی زیمنس بر متر) (dS.m <sup>-1</sup> )			لوم رسی Clay loam
0.91	8.09	8.73	0.68	391	10.80	0.082	0.955	7.96	1.011	

جدول 2- خصوصیات شیمیایی کود گاوی  
Table 2- Chemical characteristics of cattle manure

مس Cu	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	پتاسیم K <sub>2</sub> O	فسفر P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کربن آلی OC	نیتروژن N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (1:2.5)
(میلی گرم در کیلوگرم) (mg. kg <sup>-1</sup> )				(درصد) (%)					(دسی زیمنس بر متر) (dS.m <sup>-1</sup> )		
5.9	98.4	74.5	8.41	1.21	0.38	0.03	0.10	27.50	0.41	7.48	6.76

مصرف شد.

مساحت هر کرت شش متر مربع (3 × 2 متر مربع) در نظر گرفته شد، به طوری که هر کرت دارای هشت ردیف کاشت به فواصل 25 سانتی متر بود. پس از تهیه بستر و ایجاد شیاری به سانتی متر، در تاریخ 21 فروردین کاشت به صورت خشکه کاری با دست انجام شد. ابتدا بذور سیاهدانه (توده محلی سمیرم) با وزن هزار دانه 2/35 گرم به صورت متراکم روی ردیف در عمق 3-2 سانتی متر کاشته شد و گیاهچه‌ها در دو مرحله (3-2 برگی و 6-4 برگی)، برای دستیابی به فاصله بوته روی ردیف دو سانتی متر تنک گردید. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر 5-7 روز یکبار بر اساس شرایط جوی تا آخر فصل رشد به روش بارانی انجام گرفت و برای جلوگیری از اختلاط آب کرت‌ها در هر بلوک بطور جداگانه یک جوی فاضلاب ایجاد شد و فاصله بین بلوک‌ها 1/5 متر در نظر گرفته شد. علف‌های هرز مهم مزرعه شامل تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) بودند که در سه مرحله، دو مرحله قبل از تنک کردن و یک مرحله قبل از کود سرک، وجین دستی انجام گرفت. در طول فصل رشد بیماری یا آفت خاصی مشاهده

تیمارها شامل کود گاوی، کود اوره، سه سطح کود تلفیقی تقسیمی ( $\frac{2}{3}$  کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره،  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره،  $\frac{1}{3}$  کود گاوی +  $\frac{2}{3}$  کود اوره) و سه سطح کود تلفیقی غیر تقسیمی ( $\frac{2}{3}$  کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره،  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره،  $\frac{1}{3}$  کود گاوی +  $\frac{2}{3}$  کود اوره) و شاهد (عدم مصرف نیتروژن) بودند. در تیمارهای کودی فوق‌الذکر، مقدار نیتروژن خالص 80 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که این مقدار در کود گاوی با احتساب راندمان آزادسازی 50 درصد نیتروژن کل بکار برده شد (Pimentel, 1993)، به گونه‌ای که پس از احتساب راندمان مربوطه مقدار نیتروژن آن معادل نیتروژن موجود در کود اوره مصرفی بود. کود گاوی در زیر پشته‌های کوچکی به عمق 10-12 سانتی متر که ایجاد شده بود، قرار گرفت. در تیمارهای تلفیق غیر تقسیمی، سهم کود اوره پیش از کاشت در عمق مشابه کود دامی قرار گرفت، ولی در تیمارهای تلفیق تقسیمی مشابه روش‌های متداول کوددهی،  $\frac{1}{3}$  از سهم اوره مطابق تیمارهای مربوطه پیش از کاشت و مابقی آن به صورت سرک هنگامی که بوته‌ها به ارتفاع 15 تا 20 سانتی متر بود (حدوداً یک ماه پس از سبز شدن)

گرفتند و مقایسات میانگین با روش LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. فاصله 25

### نتایج و بحث

#### خصوصیات رشدی

#### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته در جدول 3 نشان داد که این صفت به طور معنی داری تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت ( $p \leq 0/01$ )، به طوری که کمترین ارتفاع بوته مربوط به شاهد (37/42 سانتی متر)، و بیشترین ارتفاع بوته با میانگین 68/2 سانتی متر مربوط به تیمار اوره بود (شکل 1- الف).

نشد و نیازی به مبارزه نداشت. در نهایت، عملیات برداشت با زرد شدن بوته‌ها، برگ‌ها و قهوه‌ای شدن فولیکول‌ها در 15 شهریور انجام شد. به منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، وزن کپسول و اجزاء عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه)، در مرحله برداشت، 20 بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب گردید و صفات ذکر شده اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی پس از حذف یک ردیف از هر طرف و 20 سانتی متر از ابتدا و انتهای هر کرت، برداشت صورت گرفت و با توزین بوته‌ها عملکرد بیولوژیکی تعیین شد، سپس عمل بوجاری انجام گرفت و دانه از کاه و کلش جدا و سپس با توزین دانه، عملکرد آن بر مبنای رطوبت 14% محاسبه شد. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی به صورت درصد محاسبه گردید. داده‌های بدست آمده با نرم‌افزار SAS V. 9 مورد تجزیه آماری قرار

جدول 3- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کود اوره، گاوی و تلفیقی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه سیاهدانه

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of urea, cattle manure and integrated for black cumin plant height, number of branch per plant, number capsules per plant, number of seed per capsule and 1000-seed weight of black cumin

وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه Number of seed	تعداد کپسول Number of capsules	تعداد شاخه جانبی Number of branch	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
0.0005 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	1.55 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	4.94 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
0.05 <sup>**</sup>	78.09 <sup>**</sup>	111.61 <sup>**</sup>	4.77 <sup>**</sup>	274.66 <sup>**</sup>	8	کوددهی Fertilization
0.002	4.90	1.33	0.109	3.42	16	خطا Error
2.09	4.11	7.23	4.75	3.21		ضریب تغییرات (%) CV (%)
مقایسات گروهی						
0.170 <sup>**</sup> (+0.26)	293 <sup>**</sup> (+10.47)	417 <sup>**</sup> (+12.51)	9.003 <sup>**</sup> (+1.84)	4.51 <sup>ns</sup> (+22.65)	1	کوددهی در مقابل شاهد Fertilization vs control
0.152 <sup>**</sup> (+0.17)	12.25 <sup>ns</sup> (+1.6)	10.61 <sup>**</sup> (+1.54)	2.87 <sup>**</sup> (+0.79)	309 <sup>**</sup> (-5.13)	1	تلفیقی در مقابل جداگانه Integrated vs separate
0.005 <sup>ns</sup> (- 0.04)	86.06 <sup>**</sup> (-4.23)	16.82 <sup>**</sup> (1.93)	0.47 <sup>**</sup> (-0.33)	431 <sup>**</sup> (+3.47)	1	تلفیقی غیر تقسیمی در مقابل تلفیقی تقسیمی Full dose application vs split application

ns: غیر معنی دار و \*\* معنی دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. اعداد مثبت و منفی داخل پرانتز بیانگر اختلاف میانگین گروه اول با گروه دوم است.  
ns: non-significant and \*\* is significant 1% probability level. Positive and negative numbers in parentheses indicate the mean difference between the first and second group.

گردیده است و از آنجا که نسبت C/N کود گاوی بسیار بالا (67) می‌باشد، مقدار نیتروژنی که در تیمارهای تلفیقی استفاده شده توانسته این نسبت را پایین آورد و تعادلی بین نیتروژن مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد ایجاد نماید. گزارش سوجاتا و همکاران (et al., 2008) (Sujatha) مبنی بر بالا بودن تعداد شاخه در تیمارهای تلفیقی نسبت به تیمار جداگانه آلی در گیاه دارویی *Andrographis paniculata* نیز برتری کارکرد تلفیقی کودها نسبت به کاربرد کود آلی را نشان می‌دهد.

### اجزای عملکرد

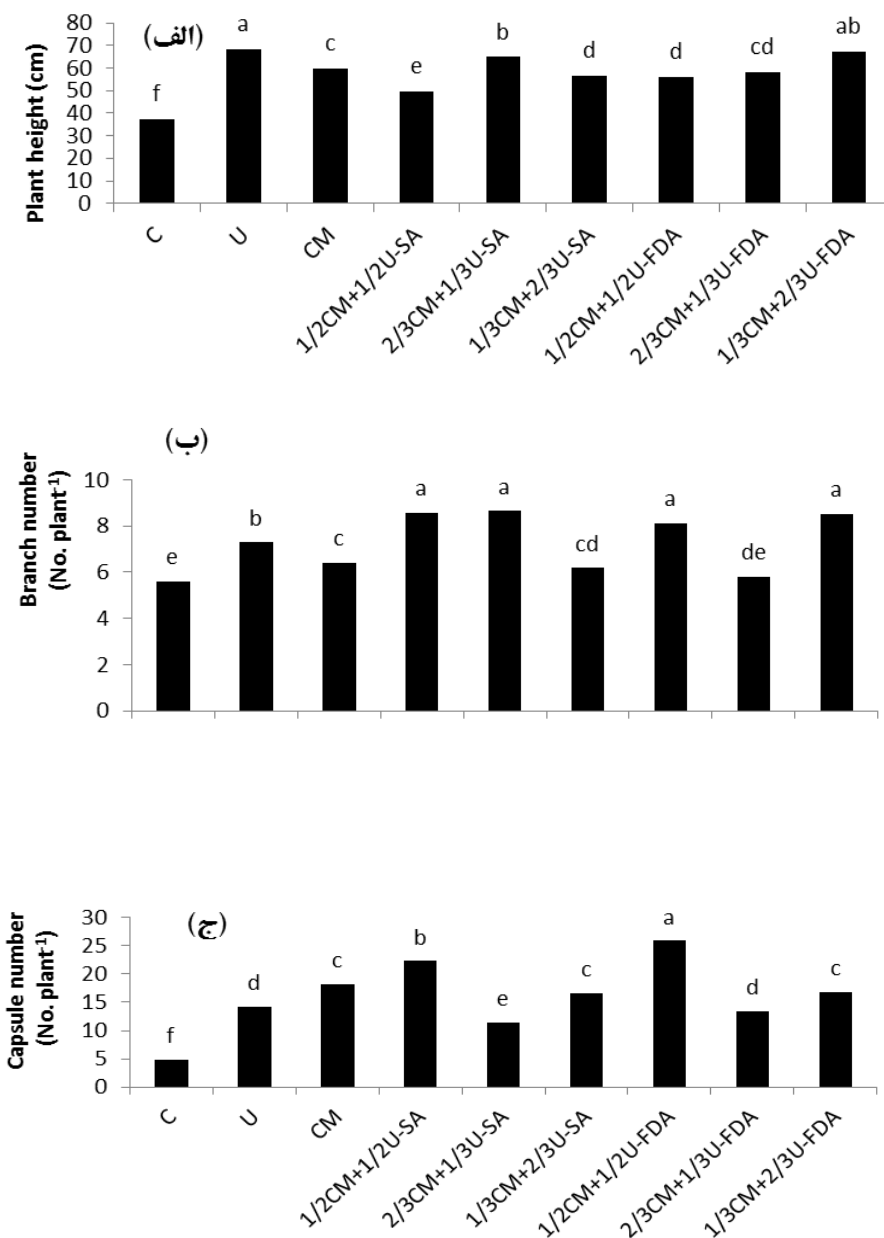
#### تعداد کپسول در بوته

نتایج آزمایش حاکی است که کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده تعداد کپسول در بوته را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/01$ ) افزایش دادند (جدول 3) و مقدار این افزایش 2/75 برابر شاهد بود (شکل 1- ج). بیشترین تعداد کپسول در بوته برابر با 25/83 کپسول در بوته متعلق به تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره تلفیقی غیر تقسیطی بود (شکل 1- ج). بر اساس مقایسات گروهی انجام شده بین تیمارهای جداگانه و تلفیقی تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول 3)، به طوری که تعداد کپسول در بوته در تیمارهای تلفیقی 15/94 درصد بالاتر از کاربرد جداگانه کود بود و بر اساس همین مقایسات کرت‌های دریافت‌کننده کود به صورت غیر تقسیطی تعداد کپسول در بوته را بیشتر افزایش دادند (شکل 1- ج). افزایش تعداد سنبله در هر بوته، طول سنبله و وزن هزار دانه گیاه در شرایط استفاده تلفیقی کود شیمیایی با کود دامی در مقایسه با کاربرد جداگانه این کودها می‌تواند مربوط به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز، تسهیم بهتر مواد در مخازن و در کل بهبود رشد عمومی باشد (Yadav et al., 2002). نتایجی که نشان‌دهنده برتری یا عدم برتری کاربرد غیر تقسیطی بر تقسیطی کود اوره باشد، جهت تطابق با نتایج این آزمایش در دسترس قرار نگرفت.

در مقایسات گروهی انجام شده بین کوددهی به صورت تلفیقی و جداگانه و کاربرد تقسیط و غیر تقسیط کود اوره تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $p \leq 0/01$ ). کاربرد جداگانه کود گاوی و اوره نسبت به کاربرد تلفیقی این کودها 8/7 درصد و کاربرد غیر تقسیطی نسبت به کاربرد تقسیطی کود اوره 6/1 درصد میزان ارتفاع را افزایش داده است. کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است و در این ارتباط نیتروژن عامل اصلی افزایش ارتفاع در گیاه است (Singh & Chauhan, 1994). همانطور که در جدول 1 مشاهده می‌شود، بوته‌های تیمار شاهد به علت کمبود شدید نیتروژن از رشد کمتری برخوردار بود، در حالی که میزان مواد غذایی در کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده برای رشد رویشی گیاه مناسب بود (جدول 2). از طرفی دلیل افزایش ارتفاع در کاربرد جداگانه و غیرتقسیمی اوره را می‌توان به دسترسی سریع گیاه به نیتروژن در اوایل فصل رشد و آزاد شدن تدریجی نیتروژن کود گاوی در طول فصل رشد نسبت داد.

#### شاخه جانبی در بوته

کوددهی، تعداد شاخه اصلی در بوته گیاه دارویی سیاهدانه را به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/01$ ) افزایش داد (جدول 3). در مقایسات گروهی نیز مشخص شد که تعداد شاخه اصلی کرت‌های دریافت‌کننده کود نسبت به شاهد 32/86 درصد بیشتر بود و تیمارهای تلفیقی به استثنای  $\frac{1}{3}$  کود گاوی +  $\frac{2}{3}$  کود اوره تقسیطی و  $\frac{2}{3}$  کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره غیرتقسیمی به ترتیب برابر با 8/64، 8/58، 8/5 و 8/13 شاخه دارای بیشترین تعداد شاخه در بوته بودند (شکل 1- ب). همان‌طور که در شکل 1- ب مشاهده می‌شود اگر چه اثر کاربرد جداگانه کود اوره در افزایش این صفت نسبت به کود گاوی بیشتر بود، ولی اثر تیمارهای تلفیقی، به ویژه تلفیقی تقسیطی (با 4/42 درصد افزایش نسبت به کاربرد غیر تقسیطی) بر تعداد شاخه اصلی در بوته بیشتر بود (جدول 3 و شکل 1- ب). احتمالاً کاربرد تلفیقی به دلیل هم‌افزایی اثرات دو کود و تطابق با نیاز گیاه منجر به بهبود رشد رویشی گیاه



شکل 1- مقایسه اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود گاوی و اوره بر ارتفاع بوته (الف)، تعداد شاخه جانبی در بوته (ب) و تعداد کپسول در بوته (ج) سیاهدانه در شرایط استفاده تقسیمی و غیر تقسیمی اوره

**Fig. 1- Comparison of separate and combined application of cattle manure and urea on plant height (A), number of branches per plant (B), number of capsules per plant (C) of black cumin used in split and non-split application of urea**

C= شاهد، U= کود اوره، CM= کود گاوی، SA و FDA= به ترتیب کاربرد تقسیمی و غیر تقسیمی کود اوره در شرایط تلفیق.

C= Control, U= Urea fertilizer, CM= Cattle manure, SA and FDA: Split and full dose application of urea in combined conditions, respectively.

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD نیستند.

Means with similar letter, are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ) based on LSD test.

### تعداد دانه در کپسول

جذب برای آن‌ها را تأمین نموده و کود دامی نیز در مراحل بعدی رشد، نیتروژن و سایر عناصر غذایی را به تدریج آزاد کرده و در نتیجه توزیع مناسبی از عناصر غذایی در طول مدت رشد و پر شدن دانه در اختیار گیاه قرار گیرد (Alizadeh et al., 2012; Carrubba, 2009). علاوه بر این، ممکن است افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه و بهبود ساختمان فیزیکی خاک (Singer et al., 2007)، سرعت و مدت فتوسنتز توسط گیاه سیاهدانه را سرعت بخشیده و باعث افزایش وزن دانه در بوته شده است. وزن هزار دانه در شرایط کاربرد تقسیطی و غیر تقسیطی کود اوره تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 3).

### وزن کپسول

وزن کپسول در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمار کوددهی قرار گرفت ( $p < 0/01$ )، مقایسات گروهی نیز حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی نسبت به کاربرد جداگانه وزن کپسول را افزایش داد (جدول 4). بیشترین وزن کپسول متعلق به تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره غیرتقسیطی با 64 درصد افزایش نسبت به شاهد بود و همچنین کاربرد غیرتقسیطی اوره 11/45 درصد وزن کپسول را در مقایسه با کاربرد تقسیطی افزایش داد (جدول 4 و شکل 2- ج). افزایش وزن کپسول در تیمار ترکیب مساوی کود گاوی و اوره غیر تقسیطی به دلیل افزایش وزن هزار دانه می‌باشد (شکل 2- ج) که مبین تأمین شرایط مناسب پر شدن دانه در این تیمار می‌باشد.

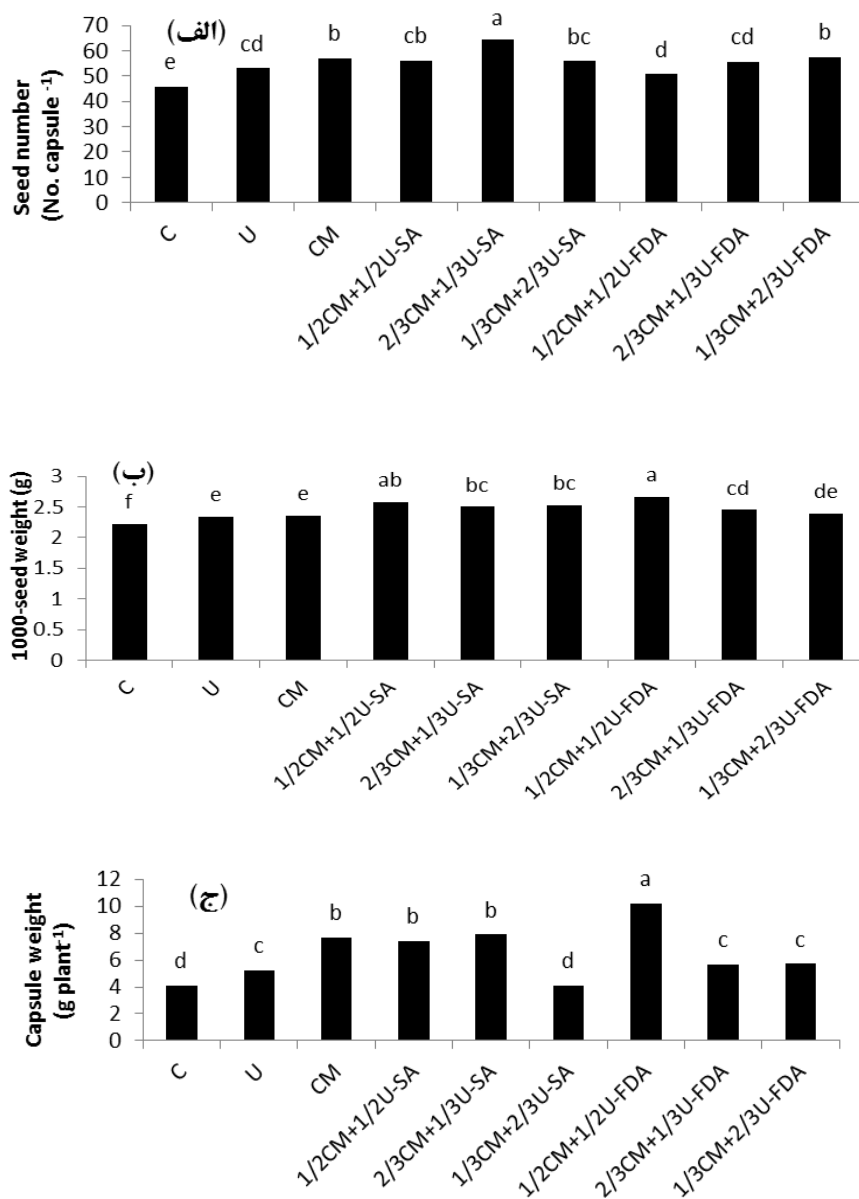
### عملکرد دانه

بر اساس جدول تجزیه واریانس تیمارهای کودی بر میزان عملکرد سیاهدانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین استفاده از کود در گیاه سیاهدانه میزان عملکرد را بیش از 130 درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول 4). بر اساس مقایسات گروهی بین کاربرد تلفیقی و جداگانه کود اوره تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، این در حالی است که بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره غیرتقسیطی با میزان 2397 کیلوگرم در هکتار بود (جدول 4 و شکل 3- الف).

کوددهی تعداد دانه در کپسول را به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/01$ ) نسبت به شاهد افزایش داد (جدول 3). کاربرد کود به صورت تلفیقی نسبت به کاربرد جداگانه تفاوت معنی‌داری نداشت، این در حالی است که بیشترین تعداد دانه (64/45 دانه در کپسول) متعلق به تیمار کودی  $\frac{2}{3}$  کود گاوی +  $\frac{1}{3}$  کود اوره تلفیقی تقسیطی بود (شکل 2- الف). در این ارتباط می‌توان به این موضوع اشاره کرد که عناصر غذایی در کودهای آلی بر عکس کودهای شیمیایی به آهستگی آزاد شده و در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Alizadeh et al., 2012)، در نتیجه فرسایش و شستشو از آن‌ها کمتر می‌باشد و تا انتهای فصل رشد می‌تواند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین نمایند و منجر به افزایش اجزای عملکرد گیاه گردد (Pourazizi, 2011). در سیستم تغذیه تقسیطی و غیر تقسیطی نیز تفاوت وجود داشت؛ به طوری که سیستم تقسیطی تأثیر بیشتری بر تعداد دانه در کپسول داشت. اکبری (Akbari, 2009) نیز در بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر گیاه دانه روغنی آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) نشان داد که تیمار 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی بالاترین وزن هزار دانه، تعداد دانه و قطر طبق را داشته است.

### وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در بوته نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول 3). کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده وزن هزار دانه را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل 2- ب). مقایسات گروهی حاکی از آن است که سیستم تغذیه‌ای تلفیقی دانه‌ها به میزان 7/23 درصد سنگین‌تر از سیستم کاربرد جداگانه کودها بودند (جدول 3 و شکل 2- ب) و از بین این تیمارها، تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره غیر تقسیطی 19/82 درصد وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش داد. (شکل 2- ب). به نظر می‌رسد که کودهای آلی در صورت اضافه شدن به کودهای معدنی و شیمیایی می‌توانند تأثیر جبرانی و مکملی را بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاهان به دنبال داشته باشند. ترکیب این دو منبع تغذیه باعث می‌شود که در ابتدای رشد گیاه، کود شیمیایی، نیتروژن و سایر عناصر غذایی قابل



شکل 2- مقایسه اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود گاوی و اوره بر تعداد دانه در کپسول (الف)، وزن هزار دانه (ب) و وزن کپسول (ج) گیاه سیاهدانه در شرایط استفاده تقسیمی و غیر تقسیمی اوره

**Fig. 2- Comparison of separate and combined application of cattle manure and urea on Seed number per capsule (A), 1000-seed weight (B), capsules weight (C) of black cumin used in split and non-split application of urea**

C= شاهد، U= کود اوره، CM= کود گاوی، SA و FDA= به ترتیب کاربرد تقسیمی و غیر تقسیمی کود اوره در شرایط تلفیق.

C= Control, U= Urea fertilizer, CM= Cattle manure, SA and FDA: Split and full dose application of urea in combined conditions, respectively.

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD نیستند.

Means with similar letter, are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ) based on LSD test.

جدول 4- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کود اوره، گاوی و تلفیقی بر وزن کپسول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت سیاهدانه



**Table 4- Analysis of variance (mean of squares) of urea, cattle manure and integrated for capsule weight, seed yield, biological yield and harvest index of black cumin**

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن کپسول Capsule weight	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
12.71 <sup>ns</sup>	218501 <sup>ns</sup>	9515 <sup>ns</sup>	0.072 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
413.49 <sup>**</sup>	4191621 <sup>**</sup>	824801 <sup>**</sup>	12.20 <sup>**</sup>	8	کوددهی Fertilization
19.79	57761	10520	0.09	16	خطا Error
10.36	6.04	6.24	4.64		ضریب تغییرات (%) CV (%)
مقایسات گروهی					
313 <sup>**</sup> (+10.84)	9481228 <sup>**</sup> (+1901)	2641709 <sup>**</sup> (+995)	18.54 <sup>**</sup> (+2.64)	1	کوددهی در مقابل شاهد Fertilization vs control
675 <sup>**</sup> (-12.24)	7064182 <sup>**</sup> (+1194)	30405 <sup>ns</sup> (+82.33)	0.62 <sup>**</sup> (+0.37)	1	تلفیقی در مقابل جداگانه Integrated vs separate تلفیقی غیر تقسیمی در مقابل تلفیقی تقسیمی
18.85 <sup>ns</sup> (+2.05)	1615688 <sup>**</sup> (+599)	786120 <sup>**</sup> (+417)	2.48 <sup>**</sup> (+0.74)	1	Full dose application vs split application

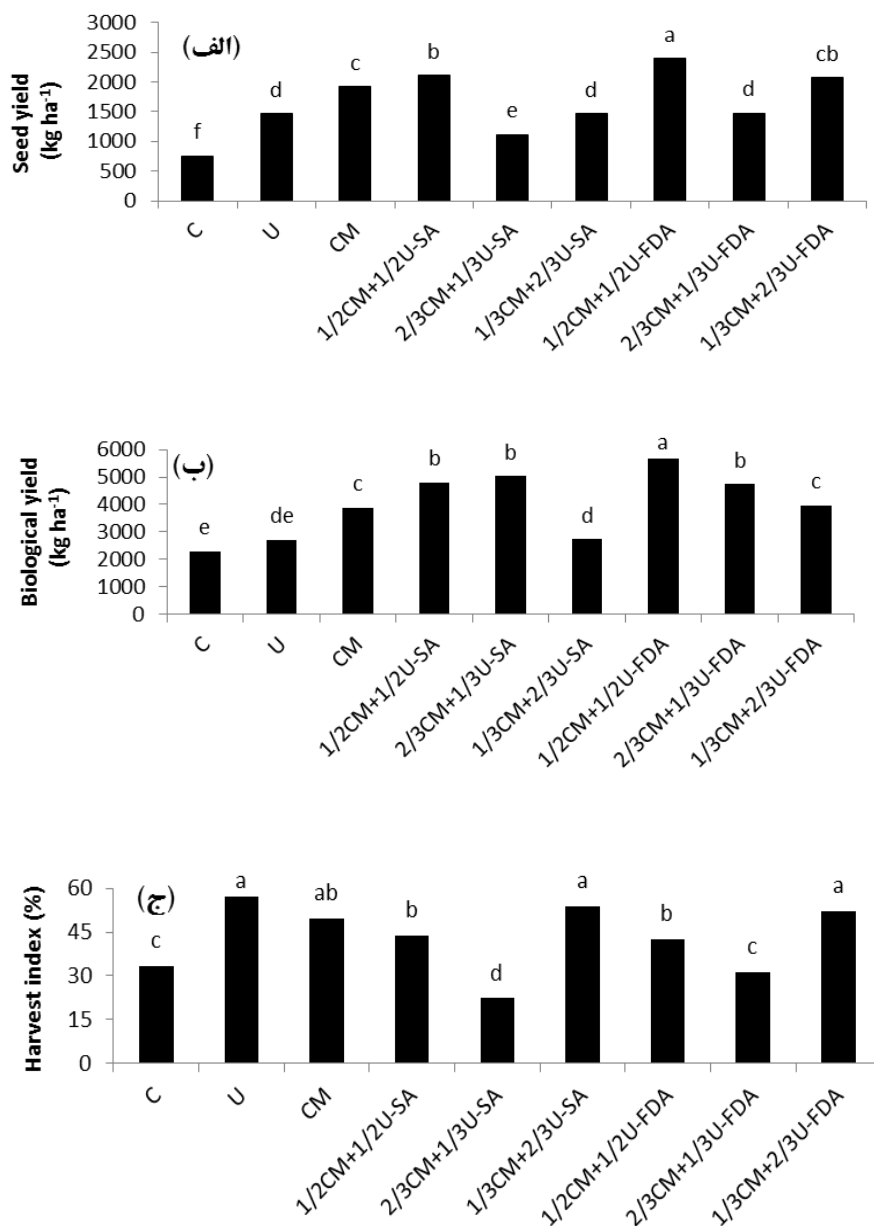
ns: غیر معنی دار و \*\*: معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد. اعداد مثبت و منفی داخل پرانتز بیانگر اختلاف میانگین گروه اول با گروه دوم است.  
ns: non-significant and \*\*: is significant 1% probability level. Positive and negative numbers in parentheses indicate the mean difference between the first and second group.

مورد زینان (*Trachyspermum copticum* L.) مطابقت داشت. کاربرد غیر تقسیمی نسبت به کاربرد تقسیمی نیز عملکرد دانه را 26/65 درصد افزایش داد (جدول 4) و در این ارتباط منبع مستقلی برای تطبیق در دسترس قرار نگرفت.

#### عملکرد بیولوژیکی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کوددهی تأثیر معنی داری ( $p \leq 0/01$ ) بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول 4). مقایسات گروهی در جدول 4 نیز نشان داد که سیستم تغذیه تلفیقی و جداگانه بر این صفت تأثیر معنی داری داشت، به طوری که کرت های دریافت کننده کود به روش تلفیقی عملکرد بیولوژیکی را 36 درصد نسبت به کاربرد جداگانه کود افزایش داد (شکل 3-ب). بیشترین وزن بیولوژیکی در تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره غیر تقسیمی به میزان 5656 کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار این صفت در شاهد بدست آمد، همچنین تغذیه تلفیقی غیر تقسیمی وزن بیولوژیکی را در مقایسه با تلفیق تقسیمی به میزان 14 درصد افزایش داد (جدول 4 و شکل 3-ب).

و بر اساس همین مقایسات کاربرد تلفیقی غیر تقسیمی میزان عملکرد سیاهدانه را نسبت به کاربرد تقسیمی 24/23 درصد بهبود بخشید (جدول 4). پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در سیستم های تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در سیستم های تلفیقی می دانند (Mooleki et al., 2004) به این معنا که در اوائل رشد که نیاز غذایی کم است، میزان نیتروژن معدنی آن ها کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرایند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی تری ادامه پیدا می کند؛ به طوری که این شرایط موجب زیادتر شدن تعداد کپسول در بوته (شکل 1، ج) و به خصوص افزایش معنی دار وزن هزار دانه (شکل 2-ب) گردیده و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش داده است. نتایج این تحقیق نشان داد که تلفیق کودهای شیمیایی و دامی رشد و عملکرد سیاهدانه را بهبود می بخشد که با نتایج تحقیقات شریفی عاشورآبادی (Sharifi Ashourabadi, 1999) در مورد گیاه رازیانه، حسن زاده قورت تپه (Hasanzadeh Ghourttapeh et al., 2000) در مورد آفتابگردان و اکبری نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2004) در



شکل 3- مقایسه اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود گاوی و اوره بر عملکرد دانه (الف)، عملکرد بیولوژیک (ب) و شاخص برداشت (ج) گیاه سیاهدانه در شرایط استفاده تقسیمی و غیر تقسیمی اوره

Fig. 3- Comparison of separate and combined application of cattle manure and urea on seed yield (A), biological yield (B) and harvest index (C) of black cumin used in split and non-split application of urea

C= شاهد، U= کود اوره، CM= کود گاوی، SA و FDA= به ترتیب کاربرد تقسیمی و غیر تقسیمی کود اوره در شرایط تلفیق.

C= Control, U= Urea fertilizer, CM= Cattle manure, SA and FDA: Split and full dose application of urea in combined conditions, respectively.

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD نیستند.

Means with similar letter, are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ) based on LSD test.

جداگانه اوره و یا گاوی اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل 3-ج). افزایش شاخص برداشت در تیمارهایی که حداکثر شاخص برداشت را نشان دادند می‌تواند به کاهش بیشتر بخش‌های رویشی آنها بویژه تعداد شاخه در بوته و وزن کپسول مرتبط باشد. کاربرد تقسیطی و غیرتقسیطی کود اوره بر شاخص برداشت سیاهدانه اثر معنی‌داری نداشت.

### نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاکی از برتری تلفیق کودهای آلی و شیمیایی نسبت به کاربرد جداگانه این کودها در زراعت گیاه دارویی سیاهدانه و همچنین برتری معنی‌داری تولید سیاهدانه در شرایط کاربرد 50 درصد کود دامی و 50 درصد کود اوره غیرتقسیطی مورد استفاده می‌باشد. بنابراین، استفاده از روش تلفیقی کود آلی با شیمیایی بویژه مصرف غیرتقسیطی کود اوره نه تنها موجب ارتقاء ویژگی‌های کمی محصول سیاهدانه می‌شود، بلکه با افزایش کارایی مصرف کود و حذف هزینه کودپاشی سرک می‌تواند در حفظ محیط زیست و سلامت محصول مؤثر باشد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مساعدت‌های مالی دانشگاه شهرکرد قدردانی می‌شود.

در شرایط تلفیق کودها به صورت غیرتقسیطی افزایش ارتفاع بوته توأم با تشکیل کپسول‌هایی که هم از نظر تعداد و هم از نظر وزن نسبت به تلفیق غیرتقسیطی برتری داشتند و مجموع این بخش‌ها موجب تولید بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار  $\frac{1}{2}$  کود گاوی +  $\frac{1}{2}$  کود اوره غیرتقسیطی گردید. در سیستم تغذیه تلفیقی، وجود کود نیتروژنه در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی شده است (Fallah et al., 2007) و همچنین در مراحل بعدی آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی از کود گاوی نیز موجب تقویت رشد زایشی گیاه گردیده است (Majidian et al., 2008). در نتیجه در تیماری که عناصر غذایی مورد نیاز در تمام دوره رشد به نحو مطلوبی تأمین شده، میزان عملکرد بیولوژیکی آن نیز بالاتر بوده است.

### شاخص برداشت

همانطور که در جدول 4 مشاهده می‌شود، اثر کوددهی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. طبق مقایسات گروهی بین کاربرد تلفیقی و جداگانه کود اوره تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ به طوری که کاربرد جداگانه 29 درصد این شاخص را نسبت به کاربرد تلفیقی افزایش داده است و بیشترین میزان شاخص برداشت (56 درصد) در تیمار کود اوره بود. در شرایط کوددهی تلفیقی تیمارهای  $\frac{1}{3}$  کود گاوی و  $\frac{2}{3}$  کود اوره به صورت تقسیطی یا غیرتقسیطی از برتری معنی‌داری برخوردار بودند، ولی با کاربرد

### منابع

- Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2009. Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology, yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Electronic Journal of Crop Production (2)3: 119-134. (In Persian with English Summary)
- Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidcon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi, A. 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and their combination on yield and essence gradients ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh and Sazandegi 61: 32-41. (In Persian with English Summary)
- Alizadeh, P., Fallah, S., and Raiesi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. International Journal of Plant Production 6(4): 493-512.
- Ayoola, O.T., and Makinde, E.A. 2007. Complementary organic and inorganic fertilizer application: influence on growth and yield of cassava/maize/melon intercrop with a relayed cowpea. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 1(3): 187-192.
- Blaize, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.V., and Mayee, C.D. 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rainfield cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresource Technology 96: 345-349.

- Carrubba, A. 2009. Nitrogen fertilization in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and metaanalysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89(6): 921-926.
- Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *Journal of Agricultural Technology* 1(2): 223-234.
- Erkan, N., Ayranci, G., and Ayranci, E. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry* 110: 76-82.
- Fallah, S., Ghalavand, A., and Khajeh Pour, M.R. 2007. Effect of manure incorporation with soil and its integration with chemical fertilizers on yield and yield components of grain corn (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 40: 233-242. (In Persian with English Summary)
- Ghalavand, A., Hamidi, I., Dehghan Shoar, M Malakouti, M.J., Asgharzade, A., and Choukan, R. 2006. Application of bio-fertilizer for the sustainable management Agro ecosystems. Key Articles 9<sup>th</sup> Agronomy and Breeding Sciences Congress. Pardis Abourayhan, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- Harzallah, H.J., Kouidhi, B., Flamini, G., Bakhrouf, A., and Mahjoub, T. 2011. Chemical composition, antimicrobial potential against cariogenic bacteria and cytotoxic activity of Tunisian *Nigella sativa* essential oil and thymoquinone. *Food Chemistry* 129: 1469-1474.
- Hasanzadeh Ghourttapeh, A., Ghalavand, A., Ahmadi, M., and Mirnya, K. 2000. Investigate the effect of different nutrition systems on energy efficiency of *Helianthus anus* cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 18(2): 67-78. (In Persian with English Summary)
- Hussain, A., Nadeem, A., Ashraf, I., and Awan, M. 2009. Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research* 15(1): 71-81.
- Javadi, H. 2008. Effect of planting dates and nitrogen rates on yield and yield components of black cumin (*Nigella Sativa* L.). *Iranian Journal of Field Crop Research* 6(1): 59-66. (In Persian with English Summary)
- Khan, M.M.A. 1993. Nitrogen application ameliorates the productivity of *Nigella sativa* L. In: Govil J.N. Singh V.K. and Hashmi S. (Eds.), *Glimpses in Plant Research Vol. XI. Medicinal Plant: New Vistas of Research* p. 287-290.
- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar Haghghi, A.A. 2008. Effects of Moisture stress, nitrogen fertilizer, manure and integrated nitrogen and manure fertilizer on yield, yield components and water use efficiency of SC 704 corn. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 417-432. (In Persian with English Summary)
- Mallanagouda, B. 1995. Effects of N, P, K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. *Journal of Medic and Aromatic Plant Science* 4: 916-918.
- Mehnaz, S., and Lazarovits, G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. *Microbial Ecology* 51: 326-335.
- Mehta, B.K., Pandit, V., and Gupta, M. 2009. New principle from seeds of *Nigella sativa*. *Natural Product Research* 23: 138-148.
- Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Chales, J.L., and Wen, G. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* 84: 199-210.
- Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lekzian, and A., Nezhadali, A. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on essence quality and quantity of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). *Journal of Horticultural Science (Agricultural Sciences and Technology)* 25(1): 25-33. (In Persian with English Summary)
- 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*, Amsterdam 111: 38-43.
- Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. *Journal of Agricultural and Environmental* 6: 53-60.
- Pimentel, D., and Dazhong, W. 1990. Technological changes in energy use in agriculture production. In: Vandermeer J.H., and Rosset P.M. (Eds.), *Agroecology*. Mc Graw-Hill Publication, New York p.166-174.
- Pourazizi, M. 2011. Effect of integrated and conventional methods of fertilization on soil nitrogen mineralization, quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum. MSc Thesis in College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (In Persian with English Summary)
- Prakash, V., Bhattacharyya, R., and Selvakumar, G. 2007. Long-term effects fertilization on some properties under

- rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170: 224-233.
- Ramadan, M.F., and Morsel, J.T. 2003. Analysis of glycolipids from black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) oilseeds. *Food Chemistry* 80: 197-204.
- Sharifi Ashourabadi, A. 1999. Effects of soil fertility in agroecosystems. PhD Thesis. Agric. Islamic Azad, University, Science and Research 252 pp. (In Persian with English Summary)
- Singh, R.V., and Chauhan, S.P.S. 1994. Response of barley to the levels and sources of nitrogen with and without zinc in relation to yield and water use under dryland conditions. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika* 6: 43-48.
- Singer, W.J., Sally, S.D., and Meek, D.W. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. *Agronomy Journal* 99:80-87.
- Sujatha, M.G., Lingaraju, B.S., Palled, Y.B., and Ashalatha, K.V. 2008. Importance of integrated nutrient management practices in maize under rainfed condition. *Karnataka Journal of Agriculture Science* 21: 334-338.
- Yadav, R. D., Keshwa, G.L., and Yadva, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 25: 668-671.