بررسی اثرات تاریخ کاشت و منابع مختلف تامین نیتروژن برعملکرد و اجزای عملکرد دو توده سیاه‌دانه (*Nigella sativa L*)

علی فتحی‌نیا[۱]، شهرام لک*[۲]، روزبه فرهودی[۳]، مانی مجدم[۴] و علیرضا شکوه‌فر[۵]

۱) دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲، ۴ و ۵) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳) گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.

نویسنده مسئول*: sh.lack@Yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۱/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۴**

چکیده

استفاده از کودهای آلی و کودهای زیستی به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی و شناخت مناسب‌ترین زمان کاشت راه‌کاری موثر برای بهبود رشد گیاه و رسیدن به حداکثر عملکرد در تولید محصولات کشاورزی است. به‌منظور بررسی اثرات تاریخ کاشت و منابع مختلف تأمین نیتروژن برعملکرد و اجزای عملکرد دو توده سیاه‌دانه آزمایشی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار درمزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر اجراء شد. منابع نیتروژن شامل: اوره، کودگاوی، ازتوباکتر، اوره+کود گاوی، اوره+ ازتوباکتر، ازتوباکتر+کود گاوی، اوره+ ازتوباکتر+ کودگاوی و تاریخ کاشت۱ آذر و ۲۵ بهمن به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل اول در کرت های اصلی و۲ توده بذر سیاه دانه اراک و سمیرم به‌عنوان عامل دوم در کرت‌های فرعی قرارداده شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهم-کنش تاریخ کاشت، منابع نیتروژن و توده‌های سیاه دانه بر صفات: ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. از نظر کمی توده سیاه دانه اراک با بیش ترین ارتفاع بوته (۷۶/۴سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۶/۴ عدد)، تعداد کپسول در بوته (۱۰/۸ عدد)، وزن هزار دانه (۱/۸ گرم)، عملکرد بیولوژیکی(۲۲۱۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۸/۳ درصد) در تاریخ کاشت اول (۱ آبان) نسبت به توده سیاه دانه سمیرم و تاریخ کاشت دوم (۲۵ بهمن) برتری داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه معادل (۸/۴۹۸ کیلوگرم در هکتار) درتیمار تاریخ کاشت ۱ آذر و کاربرد اوره برای توده سیاه دانه اراک حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار تغذیه تلفیقی (اوره+ ازتوباکتر+ کودگاوی) با متوسط (۴۶۰/۸ کیلوگرم در هکتار) با توده سمیرم در تاریخ کشت ۲۵ بهمن نداشت، با توجه به نتایج حاصله، تغذیه تلفیقی می‌تواند جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی اوره در زراعت گیاه سیاه‌دانه باشد تا گامی موثر در راستای کشاورزی پایدار و حفظ محیط‌زیست برداشته شود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه تلفیقی، کودگاوی، ازتوباکتر و اوره.

مقدمه

سیاه‌دانه با نام علمی *Nigella sativa L* . از خانواده آلاله (*Ranunculaceae*) گیاهی است یکساله وعلفی است که از گیاهان بسیار مفید و ارزشمند در خاورمیانه و شمال آفریقا است که علاوه‌بر خودرو بودن این گیاه، به سبب سازگاری به شرایط اقلیمی و کاربرد فراوان آن در سلامت انسان‌ها، در نقاط مختلف ایران به میزان فراوانی کشت می‌شود. در ایران توده‌های گوناگون سیاه‌دانه شناسایی شده است که از این میان می‌توان به توده‌های کرج، اراک، بروجن، سمیرم، لردگان و اصفهان اشاره نمود (مردانلو همکاران،۱۳۹۶، محب الدینی و همکاران، ۱۳۹۸). تأمین نهاده‌های مورد نیاز رشد گیاهان در حصول عملکرد مناسب و افزایش بهره‌وری از منابع تولید نقش به‌سزایی دارد. یکی از نهاده‌های اصلی مورد نیاز گیاهان، عناصر معدنی است که از منابع آلی و معدنی تأمین می‌شود و استفاده از هر یک از این منابع دارای اثرات مثبت و منفی بر محیط مزرعه است. عنصر نیتروژن یکی از مهم‌ترین ترین عناصر غذایی است که نقش مهمی در فرایندهای مختلف فیزیولوژیک و مرفولوژیک نظیر فتوسنتز، گسترش سطح سبز گیاه و تعیین عملکرد دانه دارد (Rai *et al* ., 2020). ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که تغییر سطوح تأمین کود نیتروژن اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک سیاه دانه داشت. هم‌چنین ملکی (۱۳۹۹) مشاهده نمود که استفاده از منابع آلی تأمین کود نیتروژن نظیر کود دامی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه سیاه دانه شد. کاربرد کودهای آلی و شیمیایی به‌صورت تلفیقی برای تغذیه گیاه سیاه دانه در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی باعث افزایش عملکرد دانه و کیفیت اسانس دانه سیاه دانه شد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۳ Dadkhah, 2012). در این میان کودهای زیستی نظیر باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، علاوه بر تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، اثرات منفی کودهای شیمیایی (نظیر شور شدن خاک) و کودهای دامی (نظیر افزایش بانک بذر علف های هرز) را ندارند. برومند سویری و همکاران (۱۳۹۹) بیان نمودند تلقیح بذر سیاهدانه با کودهای زیستی موجب افزایش رشد و عملکرد دانه سیاه دانه شد. یکی دیگر از عوامل موثر بر بروز پتانسیل عملکرد گیاهان، تاریخ کاشت می‌باشد زیرا این مولفه باید به گونه‌ای انتخاب شود که فرصت کافی برای طی شدن هر یک از مراحل رشد و نمو وجود داشته باشد. کودهای زیستی به واسطه تحریک تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین رشد اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد (Rezaei Chiyaneh, E. 2016). هر یک از اجزای عملکرد دانه در مرحله خاصی از رشد تثبیت می‌شوند و فراهم بودن زمان کافی برای طی شدن این مراحل، باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Siadat *et al*.,2013). تغییر در تاریخ کاشت به‌دلیل تغییر در شرایط آب و هوایی می-تواند منجر به ایجاد محیط‌های رشدی متفاوت برای ارقام مختلف گیاهان زراعی باشد (Soleimani *et al* ., 2011). واثقی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه سیاهدانه در منطقه اصفهان دریافتند

انتخاب تاریخ کاشت مناسب در بروز حداکثر عملکرد دانه و اسانس نقش به‌سزایی دارد. جوادی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با بررسی اثر تاریخ‌های کاشت اسفند و اردیبهشت بر عملکرد توده‌های مختلف سیاه دانه، نتیجه گرفتند که اثر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه ، عملکرد دانه، شاخص برداشت معنی‌دار بود و تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد دانه شد. علی‌رغم اهمیت گیاه سیاه‌دانه در صنایع غذایی و کاربردهای مختلف آن، تا کنون تحقیق جامعی جهت بررسی واکنش این گیاه به منابع تأمین نیتروژن در تاریخ کشت‌های متفاوت در استان خوزستان به‌عنوان یک منطقه مستعد برای کشت این گیاه انجام نشده است. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی واکنش عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو توده سیاه‌دانه را در دو تاریخ کاشت به منابع مختلف تامین نیتروژن در شرایط آب و هوایی شمال استان خوزستان و شهرستان شوشتر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷در مزرعه آزمایشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در شمال خوزستان با مختصات ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. متوسط وضعیت آب و هوایی منطقه در دو سال اجرای تحقیق در جداول ۱ نشان داده شده است (سبزه‌زاری، ۱۳۹۷).

جدول۱: اطلاعات هواشناسی مکان اجرای تحقیق در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در شوشتر

سال	پارامترهای هواشناسی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۹۷-۱۳۹۶	)سانتی‌گراد(متوسط دما	۳/۳۰	۲۴.۹	۱۵.۵	۱۵.۱	۱۳.۸	۱۸.۹	۲۴.۹	۳۳.۰	۳۶.۵
	)میلی‌متر(بارندگی	۰.۰	۰.۰	۱۰۲.۲	۴۷.۹	۲۱.۴	۱۸.۱	۱۷.۹	۰.۰	۰.۰
۹۸-۱۳۹۷	)سانتی‌گراد(متوسط دما	۳۱.۴	۲۵.۵	۱۶.۵	۱۷.۲	۱۶.۷	۲۰.۵	۲۶	۲۹.۵	۳۷.۶
	)میلی‌متر(بارندگی	۰	۴.۸	۷۸.۳	۸.۵	۱۶	۵۰.۸	۱۸	۵۴.۳	۰.۶

به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، پیش از کشت از پنج نقطه خاک مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به‌صورت جداگانه نمونه‌گیری به عمل آمد و سپس نمونه مرکب جهت تجزیه‌های خاک‌شناسی به آزمایشگاه ارسال گردید، نتایج به‌دست آمده از تجزیه خاک مزرعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق نمونه (سانتی‌متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (ds m1)	اسیدیته	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۳۰-۰	۲۲	۴۳	۳۵	سیلتی لومی	۲	۷	۱/۶	۱۹۳	۲۸۱

به‌منظور بررسی اثرهای تاریخ کاشت و منابع مختلف تأمین نیتروژن برعملکرد و اجزای عملکرد دو توده سیاه‌دانه آزمایشی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل

تصادفی در سه تکرار درمزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر اجرا شد. منابع نیتروژن شامل: اوره(C_1)، کودگاوی (C_2)، ازتوباکتر(C_3)، اوره+کودگاوی (C_4) ، اوره+ازتوباکتر (C_5) ، ازتوباکتر+کود گاوی (C_6) ، اوره+ ازتوباکتر+کودگاوی (C_7) و تاریخ کاشت۱آذر (A_1) و ۲۵بهمن (A_2) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل اول در کرت‌های اصلی و دو توده‌ی بذر سیاه‌دانه سمیرم (B_1) و اراک (B_2) به‌عنوان عامل دوم در کرت‌های فرعی اجرا شدند. فاصله‌ی کرت‌های فرعی ازهم ۵۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌های اصلی و فاصله تکرارها نیز ۲متر بود. صفت‌های مورد بررسی در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، فاصله اولین شاخه جانبی از زمین، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت بودند. عملیات کاشت در تاریخ های یکم آبان و ۲۵ بهمن در دو سال متوالی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. یک هفته قبل از کاشت در کرت‌های مورد نظر با بیل تا عمق ۱۵-۲۰ سانتی‌متری عملیات برگرداندن خاک انجام شد و میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات تریپل با خاک مخلوط گردید. برای عملیات کاشت، بذرها به‌صورت نواری در کرت مسطح با تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع کاشته شده و روی بذر با یک لایه نازک خاک مزرعه پوشیده شد. آبیاری اول بلا فاصله پس از کاشت بذرها انجام گردید. جهت تأمین نیتروژن مورد نیازگیاه با در نظر گرفتن ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مبنای نیاز اوره، ۲۰ تن درهکتار کود گاوی پوسیده و ۱۰۰ گرم ازتوباکتر (ازتوبارور-۱) که از شرکت زیست‌فناور سبز تهیه شد در میزان بذر مصرفی در هکتار محاسبه و مصرف شد. کود اوره به‌صورت تقسیط، در دو مرحله، قبل از کاشت و هنگامی که ارتفاع بوته ها به ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر رسیده بود در اختیار گیاه قرار گرفت، کود گاوی پوسیده نیز یک ماه قبل از کاشت به وسیله شن‌کش با خاک مخلوط و برای مخلوط کردن کود ازتوباکتر طبق دستورالعمل استاندارد شرکت به‌روش بذرمال و مرطوب‌سازی با بذرهای سیاه‌دانه مخلوط گردید.

در طول دوره رشد گیاه، عملیات زراعی نظیر آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز بر اساس نیاز انجام شد و هیچ‌گونه آفت-کش شیمیایی در مزرعه مصرف نگردید. به‌منظور بررسی ارتفاع بوته، زمانی که حداقل ۷۰درصد کپسول‌ها رسیده بودند ۱۰ بوته به صورت تصادفی با رعایت حاشیه کرت انتخاب و ارتفاع بوته از سطح زمین تا انتهایی‌ترین قسمت بوته اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری ارتفاع بوته، فاصله اولین شاخه جانبی از زمین و تعداد شاخه جانبی نیز در این ۱۰ بوته شمارش و میانگین‌گیری شد. به‌منظور بررسی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی، در اردیبهشت ماه (۲۰ اردیبهشت) به‌هنگام زرد شدن رنگ بوته‌ها و قبل از شکاف برداشتن کپسول‌ها، بوته‌ای موجود دریک مترمربع از وسط کرت آزمایشی کاملاً برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه و تفکیک کامل دانه از بقایای گیاهی، این بقایا به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت منتقل گردید و سپس با ترازوی دقیق عملکرد دانه محاسبه شد (فرهودی و همکاران ، ۱۳۹۷). هم‌چنین به-

منظور اندازه‌گیری وزن هزاردانه ابتدا ۵۰۰ دانه به‌صورت تصادفی شمارش (نمونه اول) و با ترازوی با دقت یک هزارم وزن گردید. سپس ۵۰۰ دانه دیگر نیز به‌صورت تصادفی شمارش (نمونه دوم) و چنان چه اختلاف وزن دو نمونه کم تر از ۵درصد بود، مجموع وزن دو نمونه به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد (بابایی ابرقویی، ۱۳۹۵). شاخص برداشت بر اساس معادله زیر محاسبه گردید (عباسی، ۱۳۹۲):

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{محصول اقتصادی(عملکرد دانه)}}{\text{عملکرد بیولوژیکی}} \times 100$$

رابطه ۱:

تجزیه آماری داده‌های آزمایش با نرم افزارSAS ver 9.1 انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تاریخ کاشت، برهم‌کنش تاریخ کاشت و منبع نیتروژن و برهم‌کنش تاریخ کاشت، منبع نیتروژن و توده سیاه‌دانه در سطح آماری پنج درصد بر ارتفاع بوته سیاه‌دانه معنی‌دار بود (جدول۳).

نتایج مقایسات میانگین در جدول۴ نیز نشان داد اثر تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته سیاه‌دانه معنی دار بود و گیاهان کاشته شده در تاریخ ۱ آذر ارتفاع بوته بیش‌تری در مقایسه با تاریخ کاشت ۲۵ بهمن داشتند. به عبارتی تأخیر در کاشت باعث کاهش ارتفاع گیاه شد که احتمالا ناشی از طول دوره رشد در تاریخ ۲۵ بهمن و گل‌دهی این گیاهان تحت اثر بلند شدن روز بود. جوادی (۱۳۸۷) و صفایی (۱۳۹۲) نیز در تحقیق خود بر روی گیاه سیاه دانه اثر منفی تأخیر در کاشت بر ارتفاع بوته را گزارش نمودند. طبق نتایج جدول ۴ بیش‌ترین ارتفاع بوته به میزان (۷۶/۴ سانتی‌متر و ۷۵ سانتی‌متر) به‌ترتیب متعلق به تیمارهای تاریخ کاشت ۱ آذر، توده سیاه‌دانه اراک و کاربرد کود اوره خالص و تاریخ کاشت ۱ آذر، توده سیاه‌دانه سمیرم با کاربرد تلفیقی کود اوره+کودگاوی بود در حالی‌که کم‌ترین ارتفاع بوته معادل ۲۸/۵ سانتی‌متر در تاریخ کاشت دوم (۲۵بهمن) در توده سیاه‌دانه سمیرم با کاربرد تیمار کودی تلفیقی ازتوباکتر+کود گاوی مشاهده شد. این نتایج مشابه با یافته‌های صالحی وهمکاران در سال ۱۳۹۲ است که نشان دادند که تیمارهای منابع تأمین نیتروژن اثری معنی‌دار بر ارتفاع بوته سیاه‌دانه ایجاد کرده است و تیمارکود اوره ارتفاع بیش‌تری نسبت به کود گاوی درگیاه ایجاد کرد. عباسی (۱۳۹۲) در تحقیق خود بر روی سیاه دانه اثر مثبت تیمارهای کود شیمیایی اوره بر ارتفاع بوته را مشاهده نمود. بیش ترین ارتفاع بوته به‌میزان (۷۶/۴ سانتی‌متر) به کاربرد کود اوره خالص در تاریخ کاشت ۱ آذر در توده سیاه دانه اراک مشاهده شد که با سایر تیمارهای کودی در تاریخ کاشت ۱ آذر در توده سیاه دانه اراک به استثنای مصرف کود گاوی، کود ازتو باکتر و تلفیق کود

اوره+ازتوباکتر+کودگاوی تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین ارتفاع بوته (۷۵ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت ۱ آذر در توده سیاه دانه سمیرم با کاربرد تلفیقی کود اوره+ کودگاوی مشاهده گردید که با تمامی تیمارهای منبع نیتروژن در تاریخ کاشت ۱ آذر در توده سیاه‌دانه سمیرم به استثنای مصرف کود گاوی تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین ارتفاع بوته معادل (۲۸/۵ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت دوم (۲۵بهمن) در توده سیاه‌دانه سمیرم با کاربرد تیمار کود تلفیقی ازتوباکتر +کود گاوی مشاهده شد.

فاصله اولین شاخه جانبی از زمین

اثرتیمار تاریخ کاشت، منبع نیتروژن و اثرهای متقابل تاریخ کاشت و منبع نیتروژن بر فاصله اولین شاخه جانبی از زمین در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین فاصله اولین شاخه جانبی از زمین (۵۳ سانتی‌متر) مربوط به تاریخ کاشت ۱ آذر و کاربرد تیمار تلفیقی اوره+کود گاوی برای توده سیاه‌دانه سمیرم و کم‌ترین (۱۲/۳ سانتی‌متر) نتیجه کاربرد کود اوره در تاریخ کاشت تأخیری ۲۵ بهمن برای توده اراک است (جدول ۴). کاهش فاصله اولین شاخه جانبی از زمین در تاریخ کاشت ۲۵ بهمن ماه ، به‌دلیل ۸۵ روز تأخیر در کاشت و کاهش دوره رشد رویشی و ورود سریع به آغاز فاز زایشی با توجه به تغییر طول روز و آغاز فصل گرما ارزیابی گردید. صالحی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیق بر روی سیاه دانه کاهش ارتفاع بوته را در کشت تأخیری مشاهده نمودند.

تعداد شاخه جانبی

نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثرهای ساده تیمار تاریخ کاشت و اثرهای متقابل تیمارهای تاریخ کاشت با توده سیاه‌دانه، اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت با منابع نیتروژن و اثرهای متقابل سه گانه تیمارهای مورد بررسی برای صفت تعداد شاخه جانبی گیاه سیاه دانه در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). هم‌چنین مقایسه میانگین سه گانه برای این صفت معنی‌دار بود و بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی (۶/۴ عدد و ۵/۷ عدد) به‌ترتیب حاصل کاربرد تیمارهای کودی (اوره) و (ازتوباکتر+کود گاوی) درتاریخ کاشت ۱ آذر برای توده اراک مشاهده گردید. کم‌ترین تعداد شاخه جانبی (۳عدد) نیز در تاریخ کاشت دوم (۲۵بهمن) برای هردو توده و منابع کودی مصرفی مشاهده شد (جدول۴). در تحقیقی مشابه نیز فرهودی و همکاران(۱۳۹۴) مشاهده نمودند که بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی برای گیاه بابونه از تاریخ کاشت های ۲۰ و ۳۰ بهمن به‌میزان (۵/۶ و ۵/۹ عدد) حاصل شده است در حالی‌که تعداد شاخه جانبی در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند به۳/۷ عدد رسید.

واثقی و همکاران (۱۳۹۲) هم در بررسی اثر پنج تاریخ کاشت روی صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه سیاهدانه نشان دادند که تاریخ کاشت بر کلیه صفات از جمله تعداد شاخه فرعی اثر معنی‌دار ی در سطح آماری یک درصد داشت.

بیش‌ترین وکم‌ترین تعداد شاخه فرعی در گیاه سیاه‌دانه به‌ترتیب ۳۷/۵ و ۲۷/۵ در تیمار تلفیق ورمی‌کمپوست +کود شیمیایی و شاهد(بدون کود) مشاهده شد (دهقان زاده جزی و همکاران، ۱۳۹۸).

تعداد کپسول در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرتاریخ کاشت و اثرهای متقابل دوگانه تاریخ کاشت و منبع نیتروژن و همچنین اثرهای متقابل هرسه تیمارمورد بررسی در این آزمایش در سطح ۵ درصد بر صفت تعدادکپسول در بوته معنی‌دار بود (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین سه‌گانه تیمارها نیز نشان داد که بیش‌ترین تعداد کپسول در بوته به‌ترتیب (۱۰/۸، ۹/۶و ۹/۶ عدد) متعلق به تیمارهای کودی اوره خالص ، اوره+ازتوباکتر و ازتوباکتر+کودگاوی در تاریخ کاشت ۱ آذر و توده اراک بود (جدول۴). به‌نظر می‌رسد با توجه به اینکه تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه در روش تلفیقی استفاده از کود دامی و کود زیستی توانسته است به اندازه اوره خالص موثر باشد بنابراین توصیه تغذیه تلفیقی (اوره+ازتوباکتر و ازتو باکتر+کودگاوی) با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تاریخ کاشت اول (۱ آذر) مناسب‌تر است. در تحقیقی با هدف بررسی اثر ۵ تاریخ کاشت مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه سیاه‌دانه، مشاهده شد که تاریخ کاشت بر تعداد کپسول در بوته اثر معنی‌داری داشت (واثقی و همکاران ۱۳۹۲). در تحقیق مقصودلوراد و همکاران(۱۳۹۸) و ملافیایی و همکاران (۱۳۹۷) برروی سیاه‌دانه نیز مصرف نیتروژن منجر به افزایش تعدادکپسول در بوته شد.

تعداد دانه در کپسول

اثرتاریخ کاشت، منابع نیتروژن، تاریخ کاشت و منابع نیتروژن و نیزمنابع نیتروژن با توده سیاه‌دانه و هم‌چنین اثرهای سه‌گانه تیمارهای تاریخ کاشت، منبع نیتروژن با توده سیاه‌دانه در سطح آماری پنج درصد برتعداد دانه در کپسول معنی‌دار بود (جدول۳). در تاریخ کاشت یک آذر توده سیاه‌دانه اراک تحت اثر تیمار کودی ازتوباکتر ۲۸/۹عدد و توده سیاه‌دانه سمیرم با کاربرد تیمار کودی اوره+کودگاوی ۲۸/۱ عدد دانه در کپسول تولید نمودند این در حالی است که کم‌ترین تعداد دانه در کپسول (۱۲/۷ عدد) درتاریخ کاشت ۲۵بهمن و تغذیه کودی اوره خالص برای توده سیاه‌دانه سمیرم مشاهده شد (جدول۴). مطالعه اثر پنج تاریخ مختلف کاشت روی صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد گیاه سیاه دانه نشان داد که تاریخ کاشت بر کلیه صفت‌ها از جمله تعداد دانه در کپسول اثر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشت (واثقی و همکاران ۱۳۹۲). به نظر می‌رسد که صفت‌های تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه گیاه سیاه دانه از جمله شاخص‌هایی است که تحت کنترل ژنتیکی بوده به طوری‌که کم‌تر تحت اثر عوامل محیطی قرار می‌گیرد(Moradi *et al*., 2011). مثبت بودن اثر تیمارهای اوره و کود گاوی بر تعداد دانه در بوته سیاه دانه توسط رضوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۵) نیزگزارش گردید.

جدول ۳: میانگین مجذورات و سطح معنی دار بودن تجزیه مرکب واریانس صفات مورد بررسی گیاه سیاه دانه

		میانگین مربعات								
S.O.V	درجه آزادی	ارتفاع بوته	فاصله اولین شاخه جانبی از زمین	تعدادشاخه جانبی	تعدادکپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیو لوژیک	شاخص برداشت
Y	۱	۰/۵۰۲$^{n.s}$	۰/۱۶۱$^{n.s}$	۰/۱۶۳$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۰/۸۴۳$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۱۰۲۵/۱۴$^{n.s}$	۱۹۵۰۰/۶$^{n.s}$	۱۲/۸۱۵$^{n.s}$
EY	۴	۱۸۴/۶۵	۱۶۱/۲۳	۱/۰۸۳ $^{·}$	۲/۳۱۵	۳۰/۹۶ $^{·}$	۰/۰۳۶	۸۶۵/۶۰	۳۲۰۲۱/۲۸	۸/۰۱۷
A	۱	۴۶۷۶۰/۷**	۲۸۷۹۳/۸**	۱۲۲/۸**	۲۵۵/۰۵۴**	۱۲۶۵/۵۵۵**	۰/۹۹۱**	۱۴۹۳۳۳۴/۸**	۲۲۸۶۶۱۹۲/۸**	۷۳/۶۰۴$^{n.s}$
Y*A	۱	۰/۴۶۳$^{n.s}$	۰/۰۷۷$^{n.s}$	۰/۱۲۸$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۵/۷۵۷$^{n.s}$	۰/۰۰۰$^{n.s}$	۱۱۰۴/۶۹$^{n.s}$	۱۱۸۳۳/۹۳$^{n.s}$	۰/۱۲۶$^{n.s}$
B	۱	۱۸/۵۲$^{n.s}$	۳۱/۳۷$^{n.s}$	۰/۱۱۸$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۷۶/۱۴۱$^{n.s}$	۰/۰۲۱$^{n.s}$	۸۶۷۷/۴۶$^{n.s}$	۱۵۷۸۷۲/۰۲$^{n.s}$	۳۸۷/۶۶۱**
Y*B	۱	۱/۲۰۴$^{n.s}$	۰/۰۱۵$^{n.s}$	۰/۰۷۱$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۴/۱۸$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۱/۲۶۹$^{n.s}$	۶۱۹۲/۸۶$^{n.s}$	۳/۲۵۹$^{n.s}$
A*B	۱	۲/۳۳۸$^{n.s}$	۰/۴۴$^{n.s}$	۳/۴۶۹**	۵/۰۰۶*	۰/۴۱$^{n.s}$	۰/۰۶۵*	۲۹۷۰۶/۸۸*	۲۲۲۲۱۴/۸۸$^{n.s}$	۳۴/۲$^{n.s}$
Y*A*B	۱	۰/۲۰۲$^{n.s}$	۰/۰۳۴$^{n.s}$	۰/۰۴۹$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۱۰/۲۵۱$^{n.s}$	۰/۰۰۰$^{n.s}$	۱۸۹۳/۴۲$^{n.s}$	۷۷۳۵/۷۱$^{n.s}$	۱/۸۴۴$^{n.s}$
E	۱۲	۱۶۸/۶۰	۸۷/۰۱	۰/۵۳۱	۱/۰۳۸	۷۸/۶۹۵	۰/۰۵۹	۷۷۱۲/۲۶	۶۱۹۴۸/۲۶	۳۰/۰۹۶
C	۶	۹۴/۶۵$^{n.s}$	۶۳/۰۷**	۰/۳۹۱$^{n.s}$	۱/۱۵۱$^{n.s}$	۲۵۸/۲۰۸**	۰/۰۷۴**	۲۲۷۲۸/۳۴**	۲۲۲۷۳۸/۵$^{n.s}$	۲۴۳/۴۵۱**
A*C	۶	۲۱۹/۸۲**	۶۷/۴۱**	۲/۴۱۱**	۴/۰۴**	۳۴۰/۴۳۳**	۰/۱۰۸**	۳۷۸۷۰/۶۸**	۵۶۲۶۲۸/۵**	۳۷۵/۱۳۹**
B*C	۶	۶۹/۹۴$^{n.s}$	۱۰۰/۱۵**	۱/۰۵۵$^{n.s}$	۱/۴۶۴$^{n.s}$	۲۳۱/۹۷۶**	۰/۰۳*	۴۰۸۸۳/۰۳**	۳۴۳۸۹۱*	۱۸۶/۰۹۹**
A*B*C	۶	۱۸۶/۲۹**	۲۶/۶۰$^{n.s}$	۱/۸۱۱**	۳/۲۴۲**	۲۰۵/۸۹۴**	۰/۰۶۳**	۲۷۶۹۳/۱۳**	۲۲۶۹۶۷/۷۴$^{n.s}$	۲۰۳/۰۰۶**
Y*C	۶	۰/۲۸۱$^{n.s}$	۰/۴۶۸$^{n.s}$	۰/۰۱۱$^{n.s}$	۰/۰۲$^{n.s}$	۰/۸۸۳$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۹۵/۱۲$^{n.s}$	۹۵۹۰/۵۴$^{n.s}$	۱/۶۲۳$^{n.s}$
Y*A*C	۶	۰/۱۵۸$^{n.s}$	۰/۰۹۷$^{n.s}$	۰/۰۱۳$^{n.s}$	۰/۰۲$^{n.s}$	۱/۸۴۱$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۱۰۰/۹۱$^{n.s}$	۹۱۳۳/۳۲$^{n.s}$	۱/۲۹۶$^{n.s}$
Y*B*C	۶	۰/۳۹۸$^{n.s}$	۰/۱۵۷$^{n.s}$	۰/۰۲$^{n.s}$	۰/۰۴۸$^{n.s}$	۱/۷۹۹$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۱۹۶/۴۲$^{n.s}$	۷۶۹۶/۹۷$^{n.s}$	۲/۳۷۱$^{n.s}$
Y*A*B*C	۶	۰/۱۳۶$^{n.s}$	۰/۲۷۴$^{n.s}$	۰/۰۲۴$^{n.s}$	۰/۰۴۸$^{n.s}$	۳/۷۶۶$^{n.s}$	۰/۰۰۰$^{n.s}$	۳۵۷/۰۸$^{n.s}$	۶۳۴۵/۹۴$^{n.s}$	۲/۴۴۳$^{n.s}$
E	۹۶	۴۹/۰۱	۱۲/۵۱۱	۰/۴۹۳	۰/۹۴۷	۳۲/۵۴۱	۰/۰۱۳	۶۴۸۲/۵۳	۱۳۷۶۹۰/۸	۲۵/۱۶۸
T	۱۶۷									
میانگین	-	۵۲/۰۲۹	۳۰/۸۳	۴/۳۵۹	۷/۷۳۲	۲۲/۷۴۵	۱/۶۵۵	۲۹۷/۹۴	۱۲۸۳/۵۷	۲۳/۴۷۷
(C.V %)	-	۱۳/۴۵۵	۱۱/۴۷	۱۶/۱۰۹	۱۲/۵۸۶	۲۵/۰۸۰	۶/۸۸۸	۲۷/۰۲	۲۸/۹۰۹	۲۱/۳۶۹

n.s ، * و ** به ترتیب نمایانگر غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

Y:سال،E:خطا ، A:تاریخ کاشت ، B:توده ی سیاه دانه ، C:منابع نیتروژن، c.v ضریب تغییرات،s.o.v منابع تغییرات

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای تاریخ کاشت ، توده و منابع نیتروژن بر صفت های مورد بررسی گیاه سیاه دانه

تاریخ کاشت	توده سیاه دانه	صفات مورد بررسی								
		منابع تامین نیتروژن	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	فاصله اولین شاخه جانبی از زمین(cm)	تعداد شاخه جانبی	تعدادکپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه گرم در مترمربع	عملکرد دانه (kg/h)	عملکرد بیولوپکی(kg/h)	شاخص برداشت
A1	B1	C1	۶۸/۷۱	۴۴/۳۵	۴/۶۲۵	۸/۱۶۷	۲۰/۱	۱/۷۶۷	۲۹۰/۷۳	۱۴۱۶/۶۷	۲۱/۱۶۷
		C2	۶۱/۵۵	۳۷/۸۷	۴/۷۵	۸/۳۳۳	۲۴/۵۳۳	۱/۶۶۷	۳۳۶/۵	۱۵۱۱/۶۷	۲۲/۸۳۳
		C3	۶۸/۳۷۵	۴۳/۶۳	۴/۷۵	۸/۳۳۳	۲۵/۷۵	۱/۷۶۷	۳۶۴/۱۷	۱۴۱۰	۲۶
		C4	۷۵/۰۴۲	۵۳/۰۷	۵/۲	۸/۸۳۳	۲۸/۱۱۷	۱/۷۸۳	۴۳۹/۶۷	۱۸۲۵	۲۴/۳۳۳
		C5	۶۴/۰۵	۴۴/۳۵	۵/۷۷	۹/۳۳۳	۲۵/۰۶۷[a]	۱/۷۳۳	۴۰۰/۸۳	۱۹۷۰	۲۱/۶۶۷
		C6	۷۰/۹۲۷	۴۱/۹۵	۵/۴۶۷	۹/۵	۲۴/۷۳۳	۱/۷	۳۹۹/۱۷	۱۶۹۵	۲۳/۵
		C7	۷۰/۸۳	۴۴/۶۷	۵/۱۷	۹	۲۵/۰۶۷	۱/۶۵	۳۷۱/۰۳	۱۶۹۹/۱۷	۲۲
		LSD5%	۱۱/۴۳۲	۵/۷۷۶	۱/۱۴۷	۱/۵۸۹	۹/۲۲۲	۰/۱۸۶	۱۳۱/۴۷۹	۶۰۵/۹۵۰	۸/۱۹۲
	B2	C1	۷۶/۴۵	۴۲/۵	۶/۴۳	۱۰/۸۳۳	۲۶/۲۱۷	۱/۷۵	۴۹۸/۸۳	۲۲۱۸/۳۳	۲۲/۶۱۷
		C2	۶۳/۱۶	۴۱/۸۳	۴/۵۳	۷/۸۳۳	۲۷/۸۱۷	۱/۸۱۷	۳۹۱/۲۷	۱۲۹۰	۲۶/۳۳۳
		C3	۶۳/۴۶۷	۴۰/۶۸	۴/۹۷	۸/۳۳۳	۲۸/۹۳۳	۱/۷۱۷	۳۹۷/۹۷	۱۴۳۶/۶۶۷	۲۸/۳۳۳
		C4	۷۱/۶۵	۴۴/۰۸	۵/۰۸	۹	۲۷/۷۵[a]	۱/۷	۴۲۴/۱۷	۱۶۷۶/۶۷	۲۵/۳۳۳
		C5	۷۱/۴	۴۷/۷۷	۵/۶	۹/۶۶۷	۲۴/۲۳۳	۱/۷۳۳	۳۹۹/۱۳	۱۷۲۵	۲۴/۳۳۳
		C6	۷۲/۸۷	۴۵	۵/۷۵	۹/۶۶۷	۲۳/۵	۱/۸	۴۰۴/۸۳	۱۷۹۵/۸۳	۲۴/۳۳۳
		C7	۶۳/۵۵	۴۲/۹۳	۴/۹۷	۸/۶۶۷	۲۵/۰۳۳	۱/۶۶۷	۳۷۲/۸۳	۱۴۶۵	۲۵/۱۶۷
		LSD5%	۱۱/۴۳۲	۵/۷۷۶	۱/۱۴۷	۱/۵۸۹	۹/۲۲۲	۰/۱۸۶	۱۳۱/۴۷۹	۶۰۵/۹۵۰	۸/۱۹۲
A2	B1	C1	۴۲/۱۷	۲۰/۵۵	۴/۰۱۷	۷	۱۲/۷۱۷	۱/۵۳۳	۱۳۶/۴۳۳	۷۶۵	۱۷/۶۶۷
		C2	۳۷/۹۳	۱۹/۱	۴/۰۷	۷	۱۷/۹۳۳	۱/۷۸۳	۲۲۳/۵	۹۸۷/۵	۲۲/۵
		C3	۳۱/۲۳	۱۷/۳	۳/۰۷	۶	۱۲/۸۳۳	۱/۵	۱۱۵/۳۳	۸۵۴/۱۶۷	۱۳/۶۶۷
		C4	۳۹/۷۷	۲۰/۴۵	۴	۷	۱۳/۴۵	۱/۴۳۳	۱۳۴/۵	۱۰۰۰/۶۷	۱۳/۵
		C5	۳۳/۶۷	۱۹/۱۶	۳/۶۷	۶/۶۶۷	۲۳/۱۳۳	۱/۵۵	۲۰۷/۸۳	۸۸۶/۶۷	۲۶/۷۵
		C6	۲۸/۵	۱۳/۱۶	۳	۶	۱۹	۱/۶۶۷	۱۹۰	۹۳۹/۳۳	۲۰/۱۶۷
		C7	۳۰/۹	۱۷/۸۳	۴	۷	۳۶/۵۶۷	۱/۷	۴۶۰/۸۳	۱۴۳۸/۳۳	۳۱/۶۶۷
		LSD5%	۱۱/۴۳۲	۵/۷۷۶	۱/۱۴۷	۱/۵۸۹	۹/۲۲۲	۰/۱۸۶	۱۳۱/۴۷۹	۶۰۵/۹۵۰	۸/۱۹۲
	B2	C1	۳۰/۵۳	۱۲/۳۳	۳	۶	۱۹/۲۸۳	۱/۶	۱۸۴/۸۳	۷۵۵	۲۴/۸۳۳
		C2	۴۰/۷۳	۱۹	۳/۶۷	۶/۶۶۷	۱۹/۹۱۷	۱/۷	۲۳۳/۸۳	۱۲۰۸/۳۳۳	۱۹/۳۳۳
		C3	۴۱/۱۷	۲۰/۵	۴	۷	۱۳/۶	۱/۵۵	۱۴۷/۵۵	۶۶۷/۵	۲۱/۸۳۳
		C4	۳۴/۳۳	۱۴/۶۶۷	۳/۳۳	۶/۳۳۳	۱۹/۷۳۳	۱/۵۶۷	۲۰۰/۶۶	۹۶۲/۵	۲۳/۳۳۳
		C5	۳۷/۷۵	۲۱/۳۳	۳	۶	۴۱/۳۳۳	۱/۲۵	۳۰۹/۱۷	۶۳۱/۶۶۷	۴۸/۵
		C6	۳۰/۶۶۷	۱۶/۸	۳	۶	۱۳/۸۱۷	۱/۵۶۷	۱۲۹/۶۶۷	۷۷۰	۱۷/۱۶۷
		C7	۳۵/۳۳	۱۶/۱۷	۳/۳۳	۶/۳۳۳	۱۶/۶۸۳	۱/۶	۱۷۷/۱۷	۹۳۸/۳۳	۱۸/۵
		LSD5%	۱۱/۴۳۲	۵/۷۷۶	۱/۱۴۷	۱/۵۸۹	۹/۲۲۲	۰/۱۸۶	۱۳۱/۴۷۹	۶۰۵/۹۵۰	۸/۱۹۲

میانگین هایی که اختلافشان از LSD بزرگتر است،در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

C1:کود اوره، C2:کود گاوی، C3: ازتوباکتر، C4 : کود اوره + کود گاوی، C5 : کود اوره + ازتوباکتر، C6 : ازتوباکتر + کود گاوی، C7 : کود اوره+ازتوباکتر+کودگاوی، A1: تاریخ کاشت ۱ آذر ، A2 : تاریخ کاشت ۲۵ بهمن ، B1: توده سیاهدانه سمیرم ، B2 : توده سیاهدانه اراک

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرهای اصلی، دوگانه و سه‌گانه تیمارهای مورد بررسی به‌جز اثر اصلی توده سیاه‌دانه در سطح آماری پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول۳). مقایسه میانگین اثرهای سه‌گانه تیمارهای مورد بررسی برای صفت وزن هزار دانه نیز در سطح آماری پنج درصد معنی دار بود (جدول۴). به گونه‌ای که بیش‌ترین وزن هزار دانه با میانگین۱/۸گرم درتاریخ کاشت یک آذر از کاشت توده سیاه‌دانه اراک و تغذیه کودی تیمارهای ازتوباکتر و کودگاوی+ازتوباکتر به‌دست آمد. درمقابل کم‌ترین وزن هزار دانه ۱/۲گرم در تاریخ کاشت ۲۵بهمن برای توده سیاه‌دانه اراک و تغذیه کودی اوره+ازتوباکتر مشاهده شد. منابع کودی تلفیقی تأمین کننده نیتروژن در افزایش وزن هزاردانه از دیگر تیمارها موثرتر بودند. لذا تغذیه تلفیقی در تاریخ کاشت یک آذر با هدف افزایش وزن هزاردانه و کاهش مصرف کود شیمیایی مناسب‌تر است. افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت اول(یک آذر) که ۸۵ روز بیش‌تر از تاریخ کاشت دوم (۲۵ بهمن) بود قابل توجیه است و می‌تواند بیانگر اثر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در طول مدت پر شدن دانه باشد. در تحقیقی مشابه میزان مصرف کود گاوی به‌طور معنی‌داری تعداد چتر و وزن هزار دانه را در زیره سیاه تحت اثر قرار داد (Khorramdel *et al*., 2011). صالحی و همکاران (۱۳۹۲) نیز مشاهده نمودند که تغذیه تلفیقی سیاه دانه بر وزن دانه‌ها بیش‌تر از کاربرد تغذیه جداگانه منابع نیتروژن موثر است. بررسی اثر ۵ تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه سیاه‌دانه نشان داد که تاریخ کاشت بر کلیه صفت‌ها از جمله وزن هزار دانه اثر معنی‌داری دارد (واثقی و همکاران ۱۳۹۲). در تحقیقی دیگر کاربرد کود دامی، وزن هزار را در گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) افزایش داد (Forouzande *et al*., 2015). فاکتور کود آلی و زیستی و فاکتور کودهای شیمیایی و گاوی و اثرمتقابل آن‌ها اثر معنی‌داری بر تعداد دانه و وزن دانه در بوته داشتند وبیش‌ترین تعداد دانه و وزن دانه در بوته در فاکتور کود آلی و زیستی در تیمار کود بیوسولفور (به‌ترتیب ۳۴۸ و۰/۶۷۹گرم) در مقایسه با شاهد (بدون کود) مشاهده شد (سهرابی و همکاران،۱۴۰۰)

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرهای ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه همه تیمارهای مورد بررسی به‌جز اثر ساده تیمارتوده سیاه‌دانه در سطح آماری پنج درصد بر میزان عملکرد دانه معنی‌دار بود. (جدول۳).

بیش‌ترین عملکرد دانه معادل ۸/۴۹۸ کیلوگرم در هکتار درتیمار تاریخ کاشت پنج آذر و کاربرد اوره برای توده سیاه‌دانه اراک حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار تغذیه تلفیقی (اوره+ازتوباکتر+کودگاوی) با متوسط ۴۶۰/۸ کیلوگرم در هکتار، توده سمیرم در تاریخ کشت ۲۵ بهمن (جدول ۴). بنابراین با توجه به نتایج آزمایش، انتخاب توده سیاه‌دانه

اراک، تاریخ کاشت اول و تغذیه تلفیقی برای حصول بیشتر عملکرد دانه در منطقه توصیه می شود. در تحقیقی مشابه صفایی (۱۳۹۲) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه درگیاه سیاه‌دانه به ترتیب از تاریخ های کاشت ۸ آبان ماه و ۲۹ فروردین حاصل شد. بالاتر بودن عملکرد دانه در کاربرد تیمار تلفیقی در تحقیق (صالحی و همکاران،۱۳۹۳) برای گیاه سیاه‌دانه نیز گزارش شد.(Abid Mehmood *et al*., 2018) نیز در تحقیق بر روی سیاهدانه مشاهده نمودند که کاشت تاخیری باعث شد به دلیل عدم فرصت کافی گیاه برای رشد رویشی و عدم جذب مناسب و کافی نیتروژن از ارتفاع کمتری برخوردار شود. بیشترین عملکرد دانه سیاهدانه مربوط به تیمار کود زیستی به میزان ۵۴/۲۰گرم در مترمربع است که نسبت به بدون کاربرد کود ۳۰ درصد افزایش داشت (پیرزاد و همکاران،۱۳۹۷).

عملکرد بیولوژیکی

اثر ساده‌ی تاریخ کاشت و اثرهای متقابل تاریخ کاشت و منبع نیتروژن و اثرهای متقابل توده سیاه دانه و منبع نیتروژن در سطح آماری پنج درصد بر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار بود (جدول۴). که این نتیجه با تحقیق صفایی (۱۳۹۲) برروی گیاه سیاه‌دانه مشابه بود. مقایسه میانگین اثرهای متقابل سه گانه تاریخ کاشت و توده و منبع نیتروژن نیز درسطح آماری پنج درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی در تاریخ کاشت یک آذر، از کاشت توده سیاه‌دانه اراک با میانگین‌های ۲۲۱۸/۳ و ۱۷۹۵/۷ و ۱۶۷۶/۶ کیلوگرم درهکتار به‌ترتیب مربوط به‌کاربرد تیمار کودی (اوره خالص)، (ازتوباکتر+کودگاوی) و(اوره+کودگاوی) بود. کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی (۶۳۱ کیلوگرم درهکتار) نتیجه کاربرد تیمارتلفیقی اوره+ازتوباکتر در تاریخ کاشت تاخیری ۲۵ بهمن برای توده سیاه دانه اراک بود. لذا برای کاهش مصرف کود شیمیایی استفاده از روش تغذیه تلفیقی (تلفیقی ازتوباکتر+کودگاوی و اوره+کودگاوی) قابل توصیه است. عباسی (۱۳۹۲) در تحقیقی بر روی سیاه‌دانه مشاهده نمود که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی حاصل کاربرد تیمار تلفیقی کود دامی با کود شیمیایی است.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه اثر تیمار توده و منبع نیتروژن و نیز اثرهای متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و منبع نیتروژن و همچنین اثرهای متقابل توده و منبع نیتروژن و اثرهای سه گانه تاریخ کاشت، توده و منبع نیتروژن در سطح آماری پنج درصد برای صفت شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول۳). بیش‌ترین شاخص برداشت (۲۸ درصد) در تاریخ کاشت ۱آبان از توده سیاه‌دانه اراک با مصرف تیمار ازتوباکتر و کم‌ترین (۱۳/۵ درصد) نتیجه مصرف اوره + کودگاوی در تاریخ کاشت ۲۵بهمن برای توده سیاه‌دانه سمیرم بود (جدول۴). رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) مشاهده نمودند که

اعمال تیمارهای مربوط به کود گاوی منجر به کاهش معنی‌دار شاخص برداشت سیاه‌دانه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود) شد؛ به طوری‌که با افزایش عملکرد دانه و بیولوژیکی در نتیجه اعمال این تیمار، شاخص برداشت سیاه‌دانه رو به کاهش گذاشت به عبارتی با افزایش فراهمی عناصر غذایی به‌دلیل اعمال این تیمار کودی و در نتیجه افزایش رشد سیاه دانه، نسبت تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه

کاهش یافت. در تاریخ کاشت دوم به‌دلیل پایین تر بودن عملکرد دانه، شاخص برداشت نیز بالاتر بود که این موضوع به‌دلیل اثر تاریخ کاشت دوم (۲۵بهمن) که با تأخیر مواجه بوده است منطقی به‌نظر می رسد. قانع‌پسند و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق بر روی اثر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و کود دامی بر سیاه‌دانه نتیجه گرفتند که اثرتیمار کود زیستی و تیمار کود دامی بر شاخص برداشت و اثرهای متقابل آن‌ها در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود.

نتیجه گیری

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد مدیریت تغذیه تلفیقی گیاه سیاه‌دانه و انتخاب تاریخ کاشت پاییز اثرهای قابل توجهی بر شاخص‌های کمی این گیاه داشت. از نظر کمی توده سیاه دانه اراک با بیش‌ترین ارتفاع بوته (۷۶/۴سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۶/۴ عدد)، تعداد کپسول در بوته (۱۰/۸ عدد)، وزن هزار دانه (۱/۸ گرم)، عملکرد بیولوژیکی (۲۲۱۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۸/۳ درصد) در تاریخ کاشت اول (۱ آبان) نسبت به توده سیاه دانه سمیرم و تاریخ کاشت دوم (۲۵ بهمن) برتری داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه معادل (۸/۴۹۸ کیلوگرم در هکتار) درتیمار تاریخ کاشت یک آذر و کاربرد اوره برای توده سیاه دانه اراک حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار تغذیه تلفیقی (اوره+ ازتوباکتر+ کودگاوی) با متوسط (۴۶۰/۸ کیلوگرم در هکتار) با توده سمیرم در تاریخ کشت ۲۵ بهمن نداشت، با توجه به نتایج حاصله، تغذیه تلفیقی می‌تواند جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی اوره در زراعت گیاه سیاه دانه باشد تا گامی موثر در راستای کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست برداشته شود.

منابع

برومند سویری، م.، حیدری، م.، غلامی، ا. و قربانی، ه. ۱۳۹۹. تاثیر کودهای زیستی و محلول پاشی نانو اکسید آهن بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی. علوم گیاهان زراعی ایران .۵۱(۴):۸۳-۷۳.

پیر زاد،ع.، دویرانی، س.، جلیلیان، ج.و رضایی چیانه،ا. ۱۳۹۷. نقش فیزیولوژیک کودهای زیستی در بهبود عملکرد کشت مخلوط سیاه‌دانه و لوبیا چیتی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی.۸(۱):۱۰۱-۸۷

جوادی هدایت آباد، ف.، نظامی، ا.، کانی، م. و شباهنگ ج. ۱۳۹۳. واکنش عملکرد اکوتیپ های سیاهدانه (*Nigella* sativa L)به زمان های کاشت در شرایط مشهد. نشریه پژوهشهای زراعی.۱۲(۴): ۶۴۰-۶۳۳.

جوادی، ح.۱۳۸۷.اثر تاریخ کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) مجله پژوهشهای زراعی ایران.۶ (۱):۶۵-۵۹.

رضوانی مقدم، پ.، سیدی، س.م. و آزاد م. ۱۳۹۵. بررسی مدیریت کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه .*(Nigella sativa L).* نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۸(۴): ۵۹۸-۶۱۱.

سبزه زاری، م.۱۳۹۷. ویژگیهای جغرافیایی و اقلیمی استان خوزستان .فصلنامه تخصصی هواشناسی خوزستان.

سهرابی، ر.، رضوانی مقدم، پ. قربانی.، ر.و آستارایی،ع.۱۴۰۰. بررسی اثر کودهای آلی، بیولوژیکی و شیمیایی بر اجزاء عملکرد، عملکرد و عملکرد روغن دانه سیاهدانه .*(Nigella sativa L).* . ۱۳(۱):۲۳-۳۸

صالحی، ع. ۱۳۹۲. اثر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود گاوی و اوره بر خروج CO_2 خاک، رشد و عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa L*). پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته اگرواکولوژی. دانشکده کشاورزی .دانشگاه شهرکرد.

صالحی،ع.، فلاح، س.، ایرانی پور، ر. و عباسی سورکی، ع. ۱۳۹۳. اثر زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa L*) . ۶(۳):۵۰۷-۴۹۵.

صفایی، ز. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر تاریخ کاشت، کود های آلی، ترکیبات ضد تعرق وفواصل آبیاری بر روی خصوصیات کمی و کیفی سیاهدانه (*Nigella sativa L*) . پایان نامه .

عباسی، ف.۱۳۹۲. اثرات کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد. اجزای عملکرد و ویژگی های کیفی بذر سیاه دانه (*Nigella sativa L.*) تحت تنش خشکی. پایان نامه .

فرهودی، ر. و مدحج، ع. ۱۳۹۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه، عملکرد اسانس و قدرت مهار کنندگی رادیکال های آزاد اکسیژن در اکوتیپهای سیاهدانه*(Nigella sativa L)* .دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۴(۳): ۵۲۶-۵۱۰.

فرهودی، ر.، فاتح، ا. و راهنما، ا. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی بابونه رقم پرسو در شرایط آب و هوایی شوشتر (*Matricaria recutita*) ۱۳(۲): ۲۴۸-۲۵۵.

قانع‌پسند، ف . و حاج سید هادی، م.، ۱۳۹۵ . تاثیر باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و کود دامی برعملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی سیاهدانه. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۲ (۴): ۷۲۷-۷۱۶.

مقصودلو راد، ا .، همتی، خ. و قاسم‌نژاد، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی زیره سبز *(Cuminum cyminum L)* در مناطق شمالی استان گلستان. نشریه تحقیقات کاربردی اکو فیزیولوژی گیاهی. ۶(۲): ۴۳-۲۵.

مردانلو، ا.، دهداری، م.، معصومی اصل، ا. و میرشکاری، ا،۱۳۹۶. ارزیابی تحمل به تنش کم آبی در تعدادی از توده های سیاهدانه *(Nigella sativa L)*. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۴(۳۰): ۱۱۶-۱۰۳

محب الدینی، م.، مهری، ن. و فتحی، ر، ۱۳۹۸. ارزیابی اثرات ژنوتیپ و محیط بر صفات مرفولوژیکی و زراعی در اکوتیپ‌های مختلف سیاهدانه *(Nigella sativa L)* . پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۱(۳۰): ۱۷۷-۱۰۸

ملکی، ج.، شریفی عاشور آبادی، ا.، میرزا، م.، حیدری شریف آباد، ح. و لباسچی، م.۱۳۹۹. تأثیر روش‌های حاصلخیزی خاک بر عملکرد کمی و روغن گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa L*) . نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران .۳۶(۶):۹۷۴-۹۵۸.

ملافیلابی، ع. و مودی، ح. ۱۳۹۷. اثر تراکم بوته و نیتروژن بر شاخص های فیزیولوژیکی رشد، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه *(Nigella sativa L)*. نشریه بوم شناسی کشاورزی .۱۲(۴): ۶۵۰-۶۳۵.

واثقی، آ.، قنبری، ا.، حیدری، م. و دوازده امامی، ا. ۱۳۹۲. اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی دو توده سیاهدانه (*Nigella sativa L*) . نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۴(۲۸):۳۷۴-۳۹۲.

Abid, M. Khalid, N, Azeem, k , Ayub Khan, Ali, N. and Shah Masaud, K. ,2018. Sowing time and nitrogen application methods impact on production traits of Kalonji (*Nigella sativa* L.). Pure and Applid Biology ., 7(2): 476-485

Dadkhah, A.R., 2012. Effect of chimicals and bio-fertilizers on yield, growth parameters and essential oil contents of fennel (Foeniculum vulgare Miller.). Journal of Medicinal Plants and By-Products, 2: 101-105.

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2010. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of black cumin (Nigella sativa L.). Iranian Journal of Field Crops Research.۸ (5), 758.766. (In Persian with English abstract).

Moradi, R., Nassiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., Nejhadali, A., 2011. Effect of biological and organic fertilizers on essential oil quantity and quality of fennel. Iranian Journal of Horticultural science. 25, 25-33.

Pouryousef M. Mazaheri D. Chaiechi M.R. Rahimi A. and Tavakoli A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (Plantago ovate Forsk). Elect.J. Crop Prod. 3:193- 213.

Rezaei Chiyaneh, E. 2016. Intercropping of flax seed (*Linum usitatissimum L*.) and pinto bean (Phaseolus vulgaris L.) under foliar application of iron nano chelated and zinc. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 26(1): 39-56. (In Farsi).

Savci, S. 2012. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. APCBEE Procedia, 1: 287-292.

Siadat, S. A., A. Modhej and M. Esfahani. 2013. Cereals Production. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian).

Soleimani B., Khosh-Khui M., Ramezani S. 2011. Planting date effects on growth, seed yield essential oil content and chemical composition of ajowan. Journal of Applied Biological Sciences, 5 (3): 7-11.

Tahami Zarandi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M., 2011. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)

Tindal, D.L., Dufault, R.J., David Gangemi, J., Rushing, J. and Boyleston, L.J. 2013.Production and development of Nutraceuticals as alternative crops: implications for certification and branding: Part I. (Final Report Submitted to USDA-AMS, FSMIP), 25 November.