

اثر انواع و مقادیر متفاوت کود نیتروژن بر میزان رشد، کلروفیل، روغن و اسانس گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.)

یاش گین ولی پور چهارده چریکی^۱، احمد عبدل زاده^{۲*}، فرشید قادری^۳

^۱گروه گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی بهاران، گرگان، ایران

^۲گروه زیست شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

^۳گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۸

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر انواع کود نیتروژن (اوره، نترات آمونیوم و سولفات آمونیوم) در مقادیر متفاوت (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر پارامترهای رشد، رنگیزه، اسانس و روغن گیاه دارویی سیاه دانه انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در زمین زراعی واقع در نزدیکی شهرستان گرگان انجام گردید. براساس نتایج بیشترین مقدار صفات تعداد شاخه زایا، وزن خشک بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد اسانس، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. استفاده از ۵۰ کیلوگرم کود اوره سبب شد که صفات تعداد شاخه زایا، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل کلروفیل و درصد روغن و اسانس به حداکثر مقدار خود برسند، هرچند که شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد اسانس با افزایش میزان کود اوره تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز افزایش یافت. کودهای نترات آمونیوم و سولفات آمونیوم سبب افزایش اکثر صفات مطالعه شده از جمله عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد اسانس نسبت به شاهد گشته و پس از اوره در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. افزایش میزان کود نترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از حد ۵۰ کیلوگرم در هکتار اثری بر صفات فوق الذکر نداشت. این نتایج نشان داد که ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در شرایط آب هوایی و خاک گرگان می تواند باعث حداکثر رشد و بالاترین عملکرد دانه، روغن و اسانس شود. آزمایشات بیشتر در سایر شرایط آب و هوایی و خاک ها توصیه می شود.

واژه های کلیدی: سیاه دانه، عملکرد اسانس، عملکرد روغن، عملکرد دانه، کود نیتروژن

مقدمه

بریدگی های نخعی، گل ها به رنگ سفید خاکستری تا آبی با پرچم های متعدد است. میوه این گیاه به صورت کپسول است که درون آن تعداد زیادی دانه سیاه و معطر قرار دارد (Atta, 2003). در دانه های سیاه دانه در حدود ۴۰ درصد روغن، ساپونینی به نام ملانتین و حدود ۴/۱ درصد اسانس وجود دارد. اسانس این گیاه دارای نیژلون، کارون، سیمن و تیموکوئینون و ترکیبات دیگر است (Riaz et al., 1996). همچنین محتویات

گیاه دارویی سیاه دانه، گیاهی علفی، یک ساله با ساقه های ایستاده از خانواده آلاله (Ranunculaceae) است. این گیاه در بعضی نقاط ایران به صورت خودرو وجود دارد و در برخی نقاط نیز به صورت زراعی کشت و کار می شود. برگ ها دارای

*نویسنده مسئول: ah_ab99@yahoo.com

آمیدها و اوریدها به بخش هوایی منتقل گردد (Marschner, 2012). اوره نیز یکی دیگر از منابع نیتروژن است که می‌تواند مستقیماً به وسیله ریشه و اندام هوایی گیاه دریافت شود. در خاک اوره با اوره‌آز میکروارگانیزم‌ها به آمونیوم تجزیه می‌شود و مقداری از آمونیوم حاصل نیز ممکن است به نیترات تبدیل گردد. اوره ممکن است توسط گیاه جذب شده و به وسیله آنزیم اوره‌آز گیاه تجزیه و آمونیوم آزاد شده از آن تثبیت شود (Arkoun et al., 2012; Noorgholipour et al., 2010). بررسی اثر چهار منبع کود نیتروژن در ذرت نشان داد که از لحاظ عملکرد دانه، کود اوره به عنوان مناسب‌ترین منبع کود است و کود نیترات آمونیوم در درجه دوم اهمیت قرار گرفت (Bybordi et al., 2007). محققان اثر سه نوع کود نیتروژن اوره با پوشش گوگردی، نیترات آمونیوم و اوره را بر روی گندم بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با کاربرد کود نیتروژنه عملکرد دانه گندم به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (Noorgholipour et al., 2010). بیشترین عملکرد دانه از تیمار نیترات آمونیوم و اوره به دست آمد. Das و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد سیاه‌دانه در تیمار ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار حاصل شد. نتایج مطالعات Khan and Chattergee (۱۹۸۲) بر روی گیاه دارویی سیاه‌دانه نشان داد که کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره در هکتار در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد کود) عملکرد را به میزان ۹۱ درصد افزایش داده است. برخی گزارشات حاکی از آن است که سیاه‌دانه با دریافت ۴۰ کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره در هکتار، نیتروژن مورد نیاز خود را دریافت می‌نماید و افزایش کود نیتروژن در صفات ارتفاع گیاه، تعداد کپسول در گیاه، تعداد انشعابات اصلی و شاخص برداشت تاثیر معنی‌دار ندارد (Javadi, 2010). مطالعه اثر مقادیر مختلف

این دانه حاوی مقدار زیادی اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید و اسیدهای غیراشباع اولئیک و لینولئیک اسید است (Charpenter and Board, 1997). در مورد ترکیب و خواص سیاه‌دانه تحقیقات زیادی صورت گرفته است. بذرها یا عصاره استخراج شده از آنها دارای اثرات ضددیابت، آنتی‌هیستامین، ضد فشار خون، ضد میکروبی، ضدتشنج، ضد تومور و دفع‌کننده حشرات می‌باشند. بیشتر این خواص به تیموکوئینون نسبت داده می‌شوند. سیاه‌دانه حاوی چهار آلکالوئید مهم به نام دکلوئیدین و کانسولیدین و دلکوسین و دلکوئین می‌باشد. ماده نیژلون موجود در اسانس گیاه سیاه‌دانه قاعده‌آور، کرم‌کش، مسهل و زیادکننده ترشحات شیر است (Riaz et al., 1996; Atta, 2003).

کاربرد مقادیر بهینه کود می‌تواند عملکرد زیست توده و محتوای فعال گیاهان دارویی را افزایش دهد (Zhu et al., 2009). مطالعات نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن در خاک پس از کشت و کار کاهش می‌یابد، لذا استفاده از کود نیتروژن برای جلوگیری از بروز اثرات محدودکننده کمبود این عنصر در رشد گیاهان مرسوم است (Khan and Chattergee, 1982). نیتروژن از عناصر اصلی تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها بوده و برای رشد گیاه ضروری است. نیترات و آمونیوم منابع اصلی نیتروژن غیرآلی ریشه گیاهان عالی هستند. نیترات می‌تواند بدون ایجاد سمیت در گیاه انباشته شود، ولی برای ایفای نقش خود و شرکت در سنتز مواد آلی مانند پروتئین‌ها لازم است که با صرف انرژی توسط گیاه به آمونیوم احیا گردد. آمونیوم به کلونیدهای دارای بار منفی خاک جذب می‌شود و در نتیجه به آسانی شسته نمی‌شود. آمونیوم برای گیاه سمی است و در گیاه انباشته نمی‌شود. بیشتر آمونیوم جذب شده می‌بایست در ریشه گیاهان تثبیت شود و به صورت ترکیبات نیتروژنه با وزن ملکولی کم مانند

بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاه‌دانه در منطقه گرگان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

شرایط کاشت: این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران در منطقه تخرشی محله گرگان واقع در ۵ کیلومتری جاده گرگان-کردکوی، با ارتفاع ۱۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. شرایط آب و هوایی منطقه در طی دوره آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵۲، میانگین بارندگی ماهیانه ۳۱/۹۱، میانگین رطوبت نسبی ۷۰/۰۸ درصد بود.

نیتروژن در گیاه گلرنگ نشان داد که افزایش این کود میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای را در این گیاه افزایش می‌دهد (Dordas and Sioulas, 2008). بررسی تغییرات روغن گیاه همیشه بهار تحت تاثیر چهار سطح کود نیتروژن به صورت اوره (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) نشان داد که بیشترین عملکرد و درصد روغن از تیمار ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (Valadabadi et al., 2010). در حیطه اطلاعات نگارندگان پژوهش‌های اندکی در ارتباط با بررسی برهم‌کنش نوع و میزان کود نیتروژن در عملکرد و اجزای عملکرد و نیز میزان و عملکرد روغن و اسانس سیاه‌دانه انجام شده است.

به دلیل اهمیت دارویی گیاه سیاه‌دانه، این آزمایش با هدف بررسی اثر سه نوع کود نیتروژن شامل آمونیوم، نترات و اوره هر یک با سه مقدار متفاوت

جدول ۱: شرایط آب و هوایی جدول گرگان از زمان کاشت تا برداشت نمونه‌ها در سال ۱۳۹۲.

دوره آماری	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)			میانگین بارندگی (میلی‌متر)
	میانگین حداکثر	میانگین حداقل	میانگین	
فروردین	۱۹/۵	۸/۷	۱۴/۱	۵۴/۶
اردیبهشت	۲۴/۷	۱۳/۶	۱۹/۱	۴۶/۹
خرداد	۳۰/۷	۱۸/۶	۲۴/۷	۱۸/۶
تیر	۳۲/۲	۲۲/۶	۲۷/۴	۲۱/۳
مرداد	۳۳/۱	۲۳/۶	۲۸/۳	۲۰/۴
شهریور	۳۱/۲	۲۱/۲	۲۶/۱	۳۳/۸

جدول ۲: داده‌های حاصل از آنالیز خاک منطقه مورد مطالعه.

بافت خاک	مس (میلی‌گرم در لیتر)	روی (میلی‌گرم در لیتر)	منگنز (میلی‌گرم در لیتر)	آهن (میلی‌گرم در لیتر)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در لیتر)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در لیتر)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	کل مواد خشتی شونده (درصد) T.N.V	pH (کل اشباع)	هدایت الکتریکی EC (دسی‌زیمنس بر متر)	عمق نمونه‌گیری خاک (سانتی‌متر)
سپیدی کلی لوم	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۱	۶۶۰	۱۵/۸	۰/۱۹	۱/۶۱	۱۷/۷	۷/۶	۱/۱	۰-۲۰

این آزمایش مزرعه‌ای با سه نوع کود نیتروژن اوره، نترات آمونیوم و سولفات آمونیوم با ۴ سطح متفاوت صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی سیاه‌دانه به اجرا در آمد. آزمایشات خاک‌شناسی قبل از کشت نشان داد که خاک مورد منطقه کشت سیلتی رسی لومی است و اسیدیته ۷/۶ می‌باشد (جدول ۲).

قبل از کشت، زمین دیسک خورده و یک مرحله مبارزه با علف هرز انجام شد. این زمین با مساحت ۴۰۰ مترمربع در اول اسفند ماه سال ۹۱ با بندکشی انجام شده به ۳ بلوک تقسیم شد. هر بلوک شامل ۱۰ کرت با فاصله کرت ۵/۰ متر و هر کرت شامل ۵ خط کشت به طول ۶ متر و با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله هر بلوک نیز ۱ متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین در نیمه اول اسفند ماه و عملیات کاشت در ۱۵ اسفند ماه سال ۱۳۹۱ با دست و به صورت ردیفی انجام گرفت. کودهای موردنظر در سه مرحله (یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله ۴-۶ برگی و یک سوم انتهای دوره رویشی) در اختیار گیاه قرار گرفتند. مرحله اول کوددهی به صورت دست‌پاش در کل کرت انجام شد و بعد از آن برای تثبیت، یک مرحله آبیاری صورت گرفت. مراحل بعدی کودپاشی در زمان مورد نظر به صورت مستقیم پای بوته انجام شد. عملیات مبارزه با علف هرز در سه نوبت با وجین دستی صورت پذیرفت. یک مرحله تنک بعد از دومین کوددهی انجام گردید. در مراحل ابتدایی کشت با مشاهده آفت حلزون با استفاده از سم متالدهید با آن مبارزه شد. در طول کشت آبیاری به صورت شیاری انجام گرفت. برای جلوگیری از اختلاط آب کرت‌ها در هر بلوک به طور جداگانه یک جوی فاضلاب ایجاد شد و شیب شیاریها متناسب با بافت خاک تنظیم شد.

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد: پس از رشد کامل گیاه و تولید کپسول، به منظور تعیین اجزای عملکرد، پس از حذف یک ردیف از هر طرف و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای کرت، ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی برداشت و اجزای عملکرد شامل ارتفاع بوته، تعداد انشعابات اصلی، تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در هر خانه کپسول، فاصله اولین شاخه از زمین، وزن کپسول، وزن خشک تک‌بوته و وزن هزاردانه ثبت و اندازه‌گیری شدند.

به منظور اندازه‌گیری وزن خشک بوته نمونه‌ها دو روز در دستگاه آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند، تا وزن آنها ثابت شود، سپس با ترازوی حساس وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین عملکرد دانه عملیات برداشت در نیمه اول تیرماه انجام شد. برداشت پس از حذف حاشیه کرت مطابق روش فوق‌الذکر و ر زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۸۰ درصد از محصول) صورت پذیرفت. عملکرد محصول با توزین وزن دانه با ترازوی انجام شد.

اندازه‌گیری میزان کلروفیل، میزان روغن و اسانس دانه: اندازه‌گیری میزان کلروفیل در انتهای رشد رویشی گیاه با استفاده از روش Arnon (۱۹۹۴) استفاده شد.

به منظور اندازه‌گیری درصد و عملکرد روغن بذر سیاه‌دانه از دستگاه سوکسله و حلال هگزان نرمال به روش استخراج گرم استفاده شد (AOAC, 1990). سپس ۴/۵ گرم از بذور خشک و آسیاب شده از هر تیمار در کاغذ صافی در درون دستگاه جای داده شد. دستگاه نصب شده و نمونه به مدت ۶ ساعت سوکسله شد. بالن حاوی روغن به مدت ۱۲ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. درصد روغن نمونه، با اندازه‌گیری وزن بالون قبل و بعد از روغن‌گیری مشخص شد.

ترازوی دقیق تعیین گردید (Fallahi et al., 2010). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Student- (SNK) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Newman-Keuls در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج

اثر نوع و میزان نیتروژن بر رشد و میزان کلروفیل: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای نیتروژن بر تعداد شاخه‌های زایا و میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای نیتروژن بر ارتفاع گیاه، فاصله اولین شاخه از زمین و وزن خشک بوته اثر معنی‌دار نداشتند.

استخراج اسانس به‌وسیله سیستم تبخیر با بخار آب از نوع کلونجر انجام گرفت. ۴۰ گرم از بذر سیاه‌دانه از هر تیمار توزین و آسیاب و در بالون حاوی آب مقطر در دستگاه حرارت داده شد. اسانس جمع شده در قسمت سردکن دستگاه پس از چهار ساعت جمع‌آوری گردید. برای جداسازی اسانس، ابتدا آب تا حد فاصل خط اسانس تخلیه گردید. همچنین به‌منظور جداسازی اسانس‌هایی که به سطوح داخلی دستگاه کلونجر چسبیده‌اند، از هگزان استفاده شد. سپس محلول هگزان و اسانس در ظرف کوچک ریخته شده و جداسازی هگزان از اسانس توسط دستگاه تبخیر گردان (روتاری) انجام شد. پس از رطوبت‌زدایی با سولفات سدیم، درصد اسانس با

جدول ۳: نتایج جدول تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک و میزان رنگیزه سیاه‌دانه تحت تاثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	فاصله اولین شاخه از زمین	تعداد شاخه زایا	وزن خشک بوته	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۲	۲/۱۹ns	۰/۱۹ns	۰/۱۲ns	۰/۱۴ns	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
تیمار	۹	۱/۷ns	۴/۴۸ns	۱/۷۱**	۳۲ns	۰/۰۶۰**	۰/۰۱۸۶**	۰/۱۴۲**
خطا	۱۶	۲/۰۵	۲/۲۱	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۳
ضریب		۴/۵۲	۹/۹۰	۹/۰۸	۲۷/۴۷	۷/۳۲	۵/۳۳	۶/۰۱

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار، * در سطح ۵ درصد معنی‌دار، ns غیر معنی‌دار.

نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود. از این نظر، تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم در رتبه دوم پس از اوره قرار گرفت. تعداد شاخه زایا در تیمارهای کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم و هر سه تیمار سولفات آمونیوم با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

براساس مقایسات میانگین، افزایش سطح کود اوره تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش کلروفیل کل شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره مشاهده شد که نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود. میزان

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارتفاع گیاه و وزن خشک بوته در تیمارهای مقادیر مختلف اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) تفاوت معنی‌دار نداشت. فاصله اولین شاخه از زمین در اکثر تیمارهای کود نیتروژن با شاهد در گروه آماری یکسان قرار گرفتند، تنها در ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم فاصله اولین شاخه از زمین نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری کمتر بود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد شاخه‌های زایا در هر سه سطح تیمارهای کود اوره

کلروفیل a, b و کل در تیمارهای نیترا آمونیوم با افزایش میزان کود از ۵۰ و ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم افزایش یافت، ولی نسبت به یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۳). افزایش میزان کود

سولفات آمونیوم از حد ۵۰ کیلوگرم در هکتار اثری در میزان کلروفیل کل نداشت، هرچند که هر سه تیمار این کود نیز میزان کلروفیل a, b و کل بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴).

جدول ۴: جدول مقایسات میانگین برخی صفات مورفولوژیک و میزان رنگیزه سیاه‌دانه تحت تاثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	فاصله اولین شاخه از زمین (سانتی متر)	تعداد شاخه زایا (تعداد در بوته)	وزن خشک بوته (گرم)	کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل
شاهد	۲۹/۷۳a	۱۸/۱۸ a	۴/۲۷b	۰/۵۰a	۰/۴۵d	۰/۱۷d	۰/۶۲d
اوره (کیلوگرم در هکتار)							
۵۰	۳۱/۳۸a	۱۵/۳۵ab	۶/۰۰a	۰/۷۲a	۰/۷۶ab	۰/۳۸b	۱/۱۴b
۱۰۰	۳۲/۴۷a	۱۴/۷۳ab	۶/۰۱a	۰/۷۵a	۰/۸۰ab	۰/۳۹ab	۱/۱۹ab
۱۵۰	۳۲/۲۷a	۱۴/۸۲ab	۶/۲۰a	۰/۹۰a	۰/۸۷a	۰/۴۳a	۱/۳۰a
نیترا آمونیوم (کیلوگرم در هکتار)							
۵۰	۳۱/۹۵a	۱۴/۷۸ab	۴/۸۲b	۰/۶۱a	۰/۷۴b	۰/۳۷b	۱/۱۱b
۱۰۰	۳۲/۴۷a	۱۴/۹۴ab	۵/۲۰ab	۰/۶۹a	۰/۷۳b	۰/۳۸b	۱/۱۱b
۱۵۰	۳۱/۷۷a	۱۳/۵۵b	۵/۳۳ab	۰/۷۲a	۰/۸۱ab	۰/۴۰ab	۱/۲۱ab
سولفات آمونیوم (کیلوگرم در هکتار)							
۵۰	۳۱/۹۷a	۱۴/۹۴ab	۴/۱۵b	۰/۷۰a	۰/۵۲dc	۰/۲۸c	۰/۸۰c
۱۰۰	۳۱/۸۶a	۱۴/۸۲ab	۴/۴۷b	۰/۶۲a	۰/۵۵dc	۰/۲۹c	۰/۸۴c
۱۵۰	۳۱/۶۰a	۱۴/۰۹ab	۴/۷۳b	۰/۶۶a	۰/۵۷c	۰/۲۹c	۰/۸۶c

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف با یکدیگر با هم مشترک باشند، با آزمون SNK در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.

۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در هیچ کدام از کودهای اوره، نیترا آمونیوم و سولفات آمونیوم اثر معنی داری نداشتند. روند تغییرات تعداد دانه در کپسول در تیمارهای کودی مشابه تعداد کپسول در بوته بود، به طوری که بیشترین میزان آن در تیمارهای کود اوره و پس از آن به ترتیب در نیترا آمونیوم و سولفات آمونیوم مشاهده شد. افزایش میزان کود از ۵۰ به ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در کودهای اوره، نیترا آمونیوم و سولفات آمونیوم اثر معنی داری در تعداد دانه در کپسول نداشتند. نه نوع کود و نه میزان کود در تعداد دانه در هر خانه کپسول و وزن هزار دانه اثر معنی داری نداشت (جدول ۶).

بر اساس مقایسات میانگین بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره

اثر نوع و میزان نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای نیتروژن بر تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد روغن، درصد روغن، عملکرد اسانس معنی دار بود، در حالی که در تعداد دانه در هر خانه کپسول و وزن هزار دانه اثر معنی دار نداشت (جدول ۵).

بر اساس مقایسات میانگین بیشترین تعداد کپسول در بوته، در تیمارهای اوره مشاهده شد که به صورت معنی داری از تیمارهای نیترا آمونیوم بیشتر بود. به علاوه، تیمارهای نیترا آمونیوم نسبت به تیمارهای سولفات آمونیوم و شاهد، تعداد کپسول در بوته بیشتری داشتند. افزایش میزان کود از ۵۰ به ۱۰۰ و

مشاهده شد که به صورت معنی داری از بقیه تیمارها بیشتر بود. به علاوه، تیمارهای نیترات آمونیوم نسبت به تیمارهای سولفات آمونیوم و تیمارهای سولفات آمونیوم نسبت به شاهد، شاخص برداشت بیشتری داشتند. افزایش میزان کود از ۵۰ به ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در هیچ کدام از کودهای نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم اثر معنی داری در شاخص برداشت نداشت، ولی در کود اوره سبب افزایش آن شد (جدول ۶).

نتایج مقایسات میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و عملکرد اسانس در گیاهان تیمار شده با تیمارهای اوره ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که از تیمارهای دیگر به صورت معنی داری بیشتر بود (شکل ۱ و شکل ۲). کمترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد اسانس از تیمار شاهد حاصل شد که از تیمارهای دیگر به صورت معنی داری کمتر بود. تیمارهای نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و عملکرد اسانس به ترتیب پس از اوره قرار داشتند. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و عملکرد اسانس با افزایش سطح کود اوره افزایش یافت، به طوری که عملکرد بیولوژیک کود اوره ۱۰۰

و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت معنی داری بیشتر از کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود و نیز عملکرد روغن دانه و عملکرد اسانس در کود اوره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت معنی داری بیشتر از کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. بر عکس، اثر افزایش میزان کودهای نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و عملکرد اسانس معنی دار نبود (شکل ۱ و شکل ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر اثر انواع مختلف کود نیتروژن بیشترین درصد روغن و اسانس از تیمارهای مختلف اوره به دست آمد که از تیمارهای دیگر به صورت معنی داری بیشتر بود، ولی بین سطوح مختلف اوره از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. تیمارهای نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از لحاظ درصد روغن و اسانس در درجه دوم اهمیت قرار داشتند که درصد روغن و اسانس آنها از شاهد به صورت معنی داری بیشتر بود. افزایش میزان کودهای نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز اثر معنی داری در درصد روغن و اسانس نداشت (جدول ۶).

جدول ۵: جدول تجزیه واریانس صفات رشد زیستی سیاه‌دانه تحت تاثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

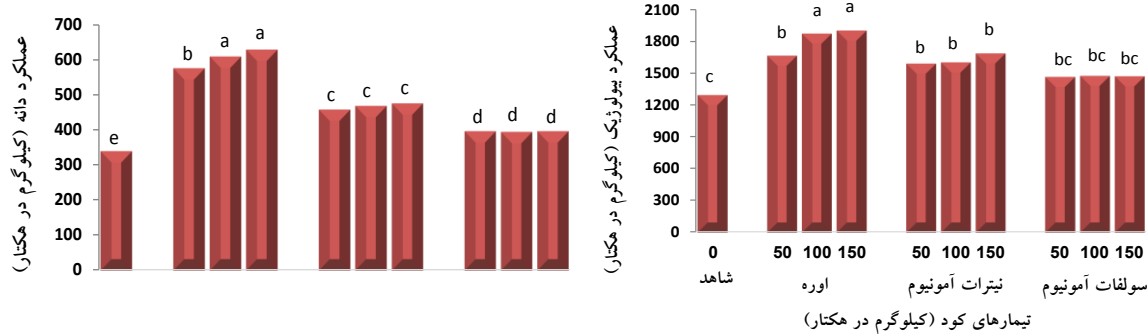
درصد اسانس	درصد روغن	شاخص برداشت	عملکرد اسانس	عملکرد روغن	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	تعداد دانه در هر کیسول	تعداد دانه در کیسول	تعداد کیسول در بوته	درجه آزادی	منبع تغییرات
۰/۰۰۶	۱۴/۸۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۲۰۶	۱۳۸۱	۲۹۶	۰/۰۱۱ns	۳/۶۵ns	۵/۱۱	۰/۰۶	۲	تکرار
۰/۰۹۳**	۶۸/۳۰**	۲۱/۶۱**	۲۵/۸۵**	۱۰۵۹۸**	۱۰۳۷۰**	۲۸۸۵۴**	۰/۰۰۳ns	۶/۴۸ns	۳۹/۸۷**	۳/۹۹**	۹	تیمار
۰/۰۰۴	۳/۸۴	۰/۲۷	۰/۳۷	۹۳/۴	۶۲۸۳	۲۷۷	۰/۰۰۵	۵/۰۶	۲/۲۵	۰/۰۶	۱۶	خطا
۴/۶۴	۴/۹۰	۱/۷۸	۵/۸۱	۵/۲۵	۴/۹۳	۳/۴۹	۲/۷۷	۱۹/۲۰	۳/۱۶	۴/۷۰		ضریب تغییرات

** در سطح ۱ درصد معنی دار، * در سطح ۵ درصد معنی دار، ns غیر معنی دار.

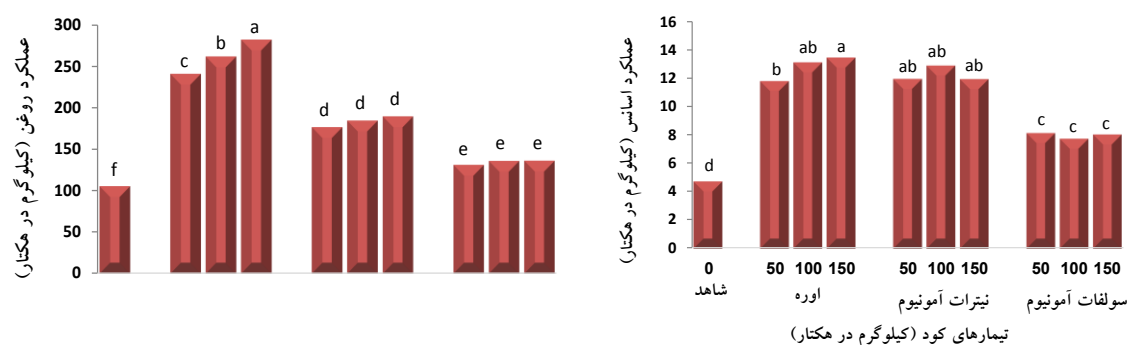
جدول ۶: جدول مقایسه میانگین صفات رشد زیستی و عملکرد و درصد روغن و اسانس سیاه‌دانه تحت تاثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

درصد اسانس	درصد روغن	درصد برداشت	شاخص برداشت	وزن هزاردانه (گرم)	تعداد دانه در هر کیسول	تعداد دانه در هر خانه کیسول	تعداد دانه در هر کیسول	تعداد کیسول در بوته	تعداد کیسول در بوته	تعداد کیسول در هکتار	تیمار
۱/۲۰c	۳۰/۶۶c	۲۴/۶۸c	۲/۶۳a	۸۷۳a	۴۳/۹۴bc	۴۳/۹۴bc	۴۳/۹۴bc	۴/۰۱c	۴/۰۱c	۴/۰۱c	شاهد
۱/۶۳a	۴۲/۲۵ab	۳۱/۳۷b	۲/۷۴a	۱۲/۹۰a	۵۲/۰۴a	۵۲/۰۴a	۵۲/۰۴a	۶/۹۰a	۶/۹۰a	۶/۹۰a	اوزه (کیلوگرم در هکتار)
۱/۶۴a	۴۳/۰۳ab	۳۲/۵۲a	۲/۷۰a	۱۲/۸۰a	۵۱/۸۲a	۵۱/۸۲a	۵۱/۸۲a	۶/۹۷a	۶/۹۷a	۶/۹۷a	۵۰
۱/۷۲a	۴۴/۸۹a	۳۳/۰۵a	۲/۷۰a	۱۴/۱۵a	۵۲/۷۳a	۵۲/۷۳a	۵۲/۷۳a	۷/۲۰a	۷/۲۰a	۷/۲۰a	۱۰۰
۱/۶۱a	۳۸/۵۹b	۲۸/۸۱c	۲/۹۷a	۱۱/۱۰a	۴۶/۹۹b	۴۶/۹۹b	۴۶/۹۹b	۵/۳۳b	۵/۳۳b	۵/۳۳b	۱۵۰
۱/۶۲a	۳۹/۴۰b	۲۹/۲۶c	۲/۷۰a	۱۱/۶۷a	۴۶/۹۲b	۴۶/۹۲b	۴۶/۹۲b	۵/۳۷b	۵/۳۷b	۵/۳۷b	۵۰
۱/۵۹a	۳۹/۹۲b	۲۹/۴۹c	۲/۷۰a	۱۱/۶۶a	۴۶/۹۳b	۴۶/۹۳b	۴۶/۹۳b	۵/۸۳b	۵/۸۳b	۵/۸۳b	۱۰۰
۱/۳۹b	۳۳/۱۱c	۲۷/۰۷d	۲/۶۸a	۱۰/۶۶a	۴۲/۶۰c	۴۲/۶۰c	۴۲/۶۰c	۴/۵۸c	۴/۵۸c	۴/۵۸c	سوئفات آمونیوم (کیلوگرم در هکتار)
۱/۳۱bc	۳۳/۷۷c	۲۶/۷۵d	۲/۷۰a	۱۱/۱۳a	۴۴/۳۳bc	۴۴/۳۳bc	۴۴/۳۳bc	۴/۴۷c	۴/۴۷c	۴/۴۷c	۵۰
۱/۳۶b	۳۴/۳۷c	۲۶/۹۳d	۲/۷۳a	۱۱/۳۰a	۴۵/۵۶bc	۴۵/۵۶bc	۴۵/۵۶bc	۴/۵۳c	۴/۵۳c	۴/۵۳c	۱۰۰

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف با یکدیگر باهم مشترک باشند، با آزمون SNK در سطح ۵ درصد معنی دار نیستند.



شکل ۱: اثر متقابل نوع و مقدار کود بر عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه سیاه دانه. میله‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با آزمون SNK در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ۲: اثر متقابل نوع و مقدار کود بر عملکرد روغن و اسانس گیاه سیاه دانه. میله‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با آزمون SNK در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

شده در گیاهان شاهد که هیچ گونه تیمار کودی دریافت نکرده بودند از گیاهانی که با کود نیتروژن تغذیه شده بودند کمتر بود که با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد (Noorgholipour et al., 2010).

گیاهان تغذیه شده با کود اوره دارای بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده (تعداد در بوته)، تعداد فولیکول (تعداد در بوته)، تعداد دانه در فولیکول، وزن هزاردانه (گرم)، عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن بودند (جدول ۶). منبع کود نیتروژن نه تنها به صورت مستقیم رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه با تاثیر در میزان شستشوی نیتروژن از خاک، تصعید نیتروژن به صورت گاز آمونیاک و برخی ویژگی‌های خاک مانند

بحث

گیاهان در حدود ۲ تا ۴ درصد نیتروژن دارند که برای تشکیل ترکیبات آلی مانند اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک و بسیاری ترکیبات دیگر در گیاه اساسی است. نترات، آمونیوم و اوره اشکال نیتروژن هستند که توسط گیاه جذب و در متابولیسم آنها وارد می‌شود. ارجحیت نسبی شکل نیتروژن داده شده به گیاه برای به دست آوردن حداکثر رشد و عملکرد وابسته به گونه گیاهی، شرایط گیاه از لحاظ وجود یا عدم وجود تنش و میزان نیتروژن داده شده به گیاه است (Marschner, 2012). در این پژوهش اثرات سه نوع کود نیتروژن، هر یک در سه مقدار مختلف بر روی رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیاه دانه بررسی شد. کلیه صفات مطالعه

تنها یک منبع آمونیوم یا نیترات می‌شود (2006; (Abdolzadeh et al., Abdolzadeh et al., 2008). نیترات می‌تواند بدون هیچ سمیتی در گیاه ذخیره شود، ولی برای ایفا نقش خود که ایجاد ترکیبات آلی نیتروژن‌دار در گیاه است، می‌بایست به آمونیوم احیا شود که فرآیندی شدیداً انرژی‌بر است. در مقایسه آمونیوم در گیاه سمی است و در گیاه انباشته نمی‌شود، لذا پس از تشکیل یا جذب می‌بایست در اسکلت‌های کربنی (معمولاً گلوتامات) تثبیت شود. لذا دادن آمونیوم فراوان به گیاه در حالی که شدت فتوسنتز چندان زیاد نیست، خطرناک است و ممکن است سبب انحراف اسکلت‌های کربنی از مسیر رشد و ذخیره به سمت تثبیت آمونیوم بشود (Marschner, 2012). معمولاً حداکثر رشد گیاه با دادن مخلوط آمونیوم و نیترات به دست می‌آید. وقتی هر دو شکل نیتروژن داده می‌شود برای گیاه ساده‌تر است تا اسیدیته داخل یاخته‌ای را تنظیم کند و مقدار نیتروژن اضافی را به شکلی با ارزش انرژی کم ذخیره نماید (Marschner, 2012; Abdolzadeh et al., 2008). در این تحقیق، علت کاهش عملکرد و اجزای آن در گیاهان کوددهی شده با نیترات آمونیوم احتمالاً به دلیل شسته شدن نیترات و کاهش نیتروژن در دسترس گیاه در خاک نسبت به کود اوره بوده است (Marschner, 2012). در میان سه نوع کود استفاده شده سولفات آمونیوم کمترین افزایش را در صفات فوق‌الذکر سبب شد و مقادیر همه صفات به غیر از وزن هزار دانه به صورت معنی‌داری از تیمار نیترات آمونیوم کمتر بود. سولفات آمونیوم که نیتروژن را تنها به شکل آمونیوم در اختیار می‌گذارد ممکن است به دلیل گذاردن توان گیاه به تثبیت آمونیوم به جای رشد، کاهش میزان رشد و عملکرد داشته باشد. لذا رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان تغذیه شده با نیترات آمونیوم نسبت به سولفات آمونیوم بیشتر بود. هر چند که کوددهی با

pH به صورت غیرمستقیم در کارایی نیتروژن اثر می‌گذارد (Khan and Chatterjee, 1982). به نظر می‌رسد کود اوره می‌تواند نیتروژن بیشتری را در مقایسه با دو نوع کود دیگر در اختیار گیاه قرار دهد. این امر به این دلیل است که اوره به راحتی جذب گیاه شده و با تجزیه به آمونیوم با آنزیم اوره‌آز در داخل گیاه در ساخت اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها مشارکت می‌کند. از طرف دیگر بخش از اوره در خاک با آنزیم اوره‌آز میکرواورگانیزم‌های خاک به آمونیوم تبدیل شده و ممکن است توسط گیاه جذب شود (Marschner, 2012). از طرف دیگر آمونیوم حاصل ممکن است با فعالیت نیتریفیکاسیون میکرواورگانیزم‌های خاک به نیترات تبدیل و جذب شود. لذا اوره منابع مختلف نیتروژن را در اختیار گیاه می‌گذارد که جذب آن را نسبت به دیگر منابع نیتروژن بیشتر می‌کند (Olanian et al., 2004; Arkoun, et al., 2012). همچنین، اوره شستشوی کمتر نسبت به نیترات آمونیوم دارد و تاثیر اندکی در pH خاک می‌گذارد و ممکن است که پس از تبدیل به آمونیوم در گیاه احتمالاً با تحریک رشد و فتوسنتز و حمایت رشد زایشی با محصولات فتوسنتزی بیشتر و نیز تاثیر بر توازن فیتوهورمون‌ها رشد زایشی را بیشتر کند. لذا اوره سبب بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد شد (Arkoun et al., 2012). گزارش شده است که برای به دست آوردن بیشترین عملکرد دانه در گیاه ذرت کود اوره به عنوان بهترین منبع کود است و کود نیترات آمونیوم در درجه دوم اهمیت قرار دارد (Bybordi et al., 2007). کوددهی گیاهان با نیترات آمونیوم نسبت به اوره کلیه صفات فوق‌الذکر به غیر از وزن هزار دانه را کاهش داد. ارایه دو منبع آمونیوم و نیترات همراه با هم به گیاهانی مانند خرزهره و پروانش در شرایط کنترل شده مانند کشت هیدروپونیک سبب افزایش رشد گیاه نسبت به داشتن

میزان کود جذب نیتروژن بیشتر را سبب شده باشد، اما محتوی نیتروژن بیشتر در گیاه با رشد بخش هوایی و به دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها به افزایش فتوسنتز و عملکرد منجر نشده است (Marschner, 2012; Das et al., 1991). استفاده از ۵۰ کیلوگرم کود اوره سبب شد که صفات تعداد شاخه زایا، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل کلروفیل و درصد روغن و اسانس به حداکثر مقدار خود برسند. در حدود ۷۵ درصد نیتروژن گیاه در کلروپلاست های برگ وجود دارد و بخش اعظم آن در ساختار آنزیم اصلی فتوسنتزی روبیسکو شرکت می کند. کود اوره با درصد نیتروژن بالای خود (۴۶ درصد) به راحتی می تواند نیاز نیتروژن گیاه را برطرف نماید (Marschner, 2012; Arkoun et al., 2012). هر چند که شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد اسانس با افزایش میزان کود اوره تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار زیاد شد. زیادی کود نیتروژن به صورت اوره با افزایش شاخص سطح برگ و فتوسنتز، سبب افزایش رشد رویشی و بیومس گیاه در هکتار می شود (Zhu et al., 2009; Marschner, 2012; Bybordi and Ebrahimian, 2013). بیشترین مقدار عملکرد سیاه دانه را در تیمار ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار، Khan and Chatterjee (۱۹۸۲) ۸۰ کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره در هکتار و Javadi (۲۰۱۰) ۴۰ کیلوگرم اوره در هکتار گزارش نمودند.

نتیجه گیری نهایی

کلیه صفات مطالعه شده، در گیاهان تغذیه شده با هر سه کود نیتروژن شامل اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم نسبت به گیاهان شاهد کمتر بود. استفاده از کود افزایش بیشتر تعداد شاخه گل دهنده، تعداد فولیکول، تعداد دانه در فولیکول، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد دانه،

سولفات آمونیوم نیز سبب افزایش معنی دار تعداد فولیکول، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن نسبت به شاهد (بدون کود) شد. این نتایج آشکار ساخت که برای بهبود رشد و عملکرد گیاه سیاه دانه کود اوره بهترین است و نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم در جایگاه های بعدی قرار دارد.

بررسی اثر مقدار کود نیتروژن نشان داد که استفاده از این کود سبب افزایش کلیه صفات مطالعه شده نسبت به شاهد شد که در صفات تعداد شاخه زایا، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد اسانس و مقدار کلروفیل این افزایش معنی دار بود. با توجه به این نتایج می توان گفت که بین کاربرد و عدم کاربرد کود نیتروژن بر روی صفات فوق الذکر اختلاف معنی داری وجود داشت. استفاده از کود نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی، سطح برگ ها، تعداد شاخه های فرعی و رنگیزه های می شود که این امر سطح جذب کربن در گیاه را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد گیاه سیاه دانه می گردد (Marschner, 2012; Das et al., 1991). در تحقیق حاضر استفاده از ۵۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم در هکتار سبب شد، همه صفات از جمله تعداد شاخه زایا، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد اسانس و مقدار کلروفیل به حداکثر مقدار خود برسند و افزایش این کودها تا حد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اثری در صفات ذکر شده نداشت. این امر ممکن است به دو دلیل باشد؛ اول افزایش مقدار کود احتمالاً سبب افزایش میزان شستشو به صورت نیترات، تصعید به صورت گاز آمونیاک و یا اکسیدهای نیتروژن (نیترات زدایی) شده و در نتیجه منجر به جذب بیشتر نیتروژن نشده است، دوم محتمل است که افزایش

- Chemistry Journal. 83(1): 63-68.
- Bybordi, A. and Ebrahimi, E. (2013).** Growth, yield and quality components of Canola fertilized with urea and zeolite. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 44: 2896-2915.
- Bybordi, A., Malakouti, M.J. and Samavat, S. (2007).** Effects of different rates and sources of nitrogen on the yield and quality of two onion varieties. *Jornal of Soil and Water Sciences*. 19: 183-193.
- Charpenter, A.C. and Board, J.E. (1997).** Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant population. *Crop Science*. 37: 1520-1526.
- Das, A.K., Sadhu, M.K. and Som, M.G. (1991).** Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Horticulture Journal*. 4: 41-47.
- Dordas, C.A. and Sioulas, C. (2008).** Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*. 27(1): 75-85.
- Fallahi, J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. (2010).** Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Pharmacognosy Magazine*. 6(22): 109-113.
- Javadi, H. (2010).** Effect of planting dates and nitrogen rates on yield and yield components of black cumin (*Nigella Sativa* L.). *Journal of Research in Agricultural Science*. 6(1): 59-66.
- Khan, S.A. and Chattergee, B.N. (1982).** Fertilizer use by *Nigella sativa* L. in west Bengal. *Indian Journal Agriculture Science*. 52: 384-387.
- Marschner, P. (2012).** Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier. 643p.
- Noorgholipour, F., Bagheri, I. and Iotfelahi, M. (2010).** Effects of different sources of nitrogen on the yield and quality of wheat. *Journal of Research in Agricultural Science*. 4(2): 120-129.
- عملکرد روغن و درصد روغن را نسبت به دو کود دیگر سبب شد. استفاده از ۵۰ کیلوگرم کود اوره صفات تعداد شاخه زایا، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کل کلروفیل و درصد روغن و اسانس را حداکثر مقدار خود رسانید، ولی شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد اسانس با افزایش میزان کود اوره تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار زیاد شد. این نتایج نشان داد که برای کودهای گیاه سیاه‌دانه در شرایط آب هوایی و خاک گرگان میزان ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره می‌تواند باعث حداکثر رشد و بالاترین عملکرد دانه و روغن دانه شود. آزمایشات بیشتر در سایر نقاط در شرایط آب و هوایی و خاک متفاوت توصیه می‌شود.

References

- Abdolzadeh, A., Hosseinian, F., Aghdasi, M. and Sadgipoor, H. (2006).** Effects of nitrogen sources and levels on growth and alkaloid content of periwinkle. *Asian Journal of Plant Sciences*. 5 (2): 271-276.
- Abdolzadeh, A., Shima, K., Lambers, H. and Chiba, K. (2008).** Change in uptake, transport and accumulation of ions in *Nerium oleander* L. (Rosebay) as affected by different nitrogen source and salinity. *Annals of Botany*. 102: 735-746.
- AOAC. (1990).** Official methods of analysis. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Arkoun, M., Jannin, L.P., Laîné, P., Etienne, P., Garcia-Mina, J.M., Yvin, J.C. and Ourry, A. (2012).** Hydroponics versus field lysimeter studies of urea, ammonium and nitrate uptake by oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Experimental Botany*. 63 (14): 5245-5258.
- Arnon, D.L. (1994).** Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in (*Beta vulgaris*). *Plant Physiology*. 24: 1-15.
- Atta, M.B. (2003).** Some characteristics of (*Nigella sativa* L.) seed cultivation in Egypt and its lipid profile. *Food*

- Olaniyan, A.B., Aintoye, H.A. and Balogun, M.A. (2004).** Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on growth and yield of sweet corn. *Acta Horticulture*. 130: 206-212.
- Riaz, M., Syed, M. and Chaudhary, F.M. (1996).** Chemistry of the medicinal plants of the genus *Nigella*. *Hamdard Medicus*. 39: 40-45.
- Valadabadi, S.A., Aliabadi Farahani, H. and Moaveni, P. (2010).** Investigate effect of nitrogen application on essential oil content and seed yield in different cumin (*Cuminum cyminum* L.) populations at Qazvin zone. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 26(3): 347-357.
- Zhu, Z., Liang, Z., Han, R. and Dong, J., (2009).** Growth and saikosaponin production of the medicinal herb *Bupleurum chinense* DC. Under different levels of nitrogen and phosphorus. *Industrial Crops and Production*. 29: 96-101.