نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص ۴۸-۴۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 1, Mar. – Apr. 2010, p. 42-48

مطالعه اثر تراکم گیاهی و زمان محلول پاشی اوره بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت سیاه‌دانه *(Nigella sativa* L.*)*

مریم موسی زاده [۱] - رضا برادران [۲*] - محمدجواد ثقه الاسلامی [۳]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۳۱

چکیده

به منظور مطالعه اثر تراکم و زمان محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاه‌دانه، آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند انجام شد. برای این منظور ۳ زمان محلول پاشی نیتروژن (۱- عدم محلول پاشی،۲- محلول پاشی در زمان۱۰-۸ برگی،۳- محلول پاشی در ۱۰٪ گلدهی و۴- محلول پاشی در ۱۰۰٪ گلدهی) به مقدار ۲٪ از محل کود اوره و ۳ سطح تراکم (۱۰۰، ۲۰۰ و۳۰۰ بوته در مترمربع) در ۳ تکرار به صورت کرتهای خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. صفات مورد مطالعه شامل تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بودند. اثر زمان محلول پاشی اوره روی تعداد دانه در کپسول در سطح ۱٪ و شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی دار شد، اما روی تعداد کپسول در بوته، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تأثیری نداشت. تراکم تأثیر معنی داری درسطح ۱٪ روی تعداد کپسول در هر بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت و در سطح ۵٪ روی عملکرد بیولوژیکی داشت. تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع و محلول پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی با ۵۹۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۱۰۰ بوته درمترمربع و محلول پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی با ۲۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. به نظر می‌رسد تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و محلول پاشی در زمان ۱۰۰٪ گلدهی بهترین عملکرد را در منطقه بیرجند تولید کند.

واژه‌های کلیدی: سیاه‌دانه، محلول پاشی، شاخص برداشت، تراکم

مقدمه

سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) یک گیاه علفی یکساله، دو لپه، متعلق به خانواده آلالگان است (۱). این گیاه در نقاط مختلف ایران از جمله بیرجند کشت می‌شود (۱۰). دانه‌های این گیاه حاوی ۲۷-۲۰ درصد پروتئین، ۴/۹ – ۳/۷ درصد خاکستر، ۳۳/۴ درصد کربوهیدرات، ۷/۴-۵/۵ درصد رطوبت و۳۸/۷-۳۴/۵ درصد چربی قابل استخراج می‌باشد (۱۵، ۱۶، ۲۱، ۲۳ و ۲۵). این گیاه محرک، بادشکن، قاعده‌آور، رفع‌کننده مسمومیت‌های خون و بزرگ بودن کبد، تسکین دهنده استسقاء، یرقان، ناراحتی‌های طحال و خارج کننده سنگ کلیه، رفع کننده زکام، جلوگیری کننده از ریزش موها، درمان آسم، روماتیسم و سرطان‌های پوستی و زیاد کننده ترشحات شیری است. دانه‌های آن اثر ضدتوموری و ضد باکتریایی دارند (۳، ۴، ۱۶، ۲۴ و ۲۵).

دادن کود نیتروژن به خاک در اواخر دوره رویشی گیاهان ممکن است به دلیل خشک بودن سطح خاک و کاهش فعالیت ریشه چندان مناسب نباشد، لذا محلول پاشی نیتروژن به جهت مزیت‌های متعددی چون جذب سریع تر و بیشتر توسط گیاه و آسانی کاربرد می‌تواند به عنوان راهی سریع و کارآمد جهت رفع نیاز غذایی گیاه مطرح باشد (۷). مزیتی که محلول پاشی نیتروژن می‌تواند به عنوان تکمیل کننده کود مصرف شده در خاک برای گندم داشته باشد جذب و انتقال سریع و کارآمد نیتروژن بوسیله گیاه با بیش از ۸۰٪ بازیافت از نیتروژن مصرف شده می‌باشد (۷ و ۸).

نبیهی و آشور (۲۲) اثر محلول پاشی اوره (۱ و ۵ درصد) را روی سویا بررسی کردند و نتیجه گرفتند که استفاده از نیتروژن در مرحله پر شدن غلاف به صورت محلول پاشی وزن هزار دانه و وزن هر غلاف

۱، ۲ و۳ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیاران دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: r.baradaran@yahoo.com)

و عملکرد روغن و پروتئین دانه را افزایش می‌دهد.

در آزمایش دیگری قرنجیک و گالشی (۹) اثر زمان محلول پاشی کود اوره را در گندم بررسی کردند و نتیجه گرفتند کـه افـزایش کـود اوره به صورت محلول پاشی بر روی برگ باعث افزایش تعـداد گلچـه در سنبله، شاخص برداشت و عملکرد دانه، شاخص سـطح بـرگ، دوام سطح برگ، درصد پروتئین دانه شد.

طبق مطالعات صباحی و رحیمیان (۶)، مصـرف کـود در مراحـل اولیه رشد از طریق مصرف در خاک، برای رسیدن به حداکثر عملکـرد و درصد پروتئین دانه کافی نمی باشد، در این مطالعـه محلـول پاشـی اوره به میزان ۲۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتـار بـا غلظـت ۵٪ و در چهار مرحله انجام گرفت و کود اضافی باعث افزایش تعداد گلچه بارور در هر سنبله شد. علیرغم افـزایش معنـی دار عملکـرد دانـه، شـاخص برداشت تغییر پیدا نکرد، با این وجود، محلول پاشی نسبت وزن سـاقه در زمان گرده افشانی را اندکی افزایش داد. محلـول پاشـی در مرحلـه گرده افشانی و مرحله شیری بعد گرده افشانی وزن هزار دانه و درصـد پروتئین را افزایش داد ولی اثر معنی داری بر عملکرد دانه نداشـت، بـا توجه به نتایج تحقیق سایر محققان احتمال می‌رود که علت ایـن امـر تأثیر صرفاً مثبت محلول‌پاشی بر درصد ازت برگ‌های بالایی ساقه و افزایش سرعت فتوسنتز این برگها فقط در هفته‌های آخر پر شدن دانه می‌باشد.

حداکثر بهره برداری از عوامل محیطی جهـت رشـد گیـاه وقتـی حاصل می‌شود که تراکم بوته فشار زیادی بر تمامی عوامل تولیـد وارد نسازد که در نتیجه، افراد جامعه گیـاهی بـه علـت عـدم رقابـت بـین بوته‌ها، تحت تنش قرار نگرفته و حـداکثر بـازدهی را خواهنـد داشـت (۱۱). انتخاب آرایش کاشت مناسب یکی از مهم ترین عوامل مدیریت زراعی برای جذب حداکثر، توسط کانوپی مـی‌باشـد (۵ و۱۱). قـوش و همکاران (۱۹) تاثیر تراکم را بر عملکرد سـیاه دانـه بررسـی نمـوده و مشـاهده کردنـد کـه عملکـرد دانـه در فاصـله بوتـه روی ردیـف ۲۰ سانتیمتر بیشتر از فاصله بوته ۱۰ و۳۰ سانتیمتر بود.. داس و همکـاران (۱۷) در دو آزمایش فواصل روی ردیف (۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ سـانتیمتر) و فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر مشاهده کردند که ارتفاع گیاه تحت تـاثیر فاصله بوته قرار نگرفت، امـا تعـداد کپسـول در گیـاه، تعـداد دانـه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در واحد سـطح در فاصـله روی ردیف ۷/۵ سانتیمتر بیشترین مقدار بود.

نوروزپور و رضوانی مقدم (۱۳) نتیجه گرفتند که حداکثر عملکـرد در تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و حداقل عملکرد از تـراکم ۳۵۰ بوتـه در متر مربع بدست آمد، به نظر می رسد که افـزایش تـراکم بـیش از ۲۰۰ بوته در متر مربع باعث افزایش رقابـت بـین بوتـه ای در مزرعـه شده که خود بیشتر باعث افزایش رشد رویشـی بوتـه هـا مـی شـود و سهم اجزای زایشی از فتوسنتز تولید شده کاهش می یابد، لذا به نظـر می رسد که تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در سیاه دانه تـراکم بحرانـی است. در این مطالعه بیشترین عملکرد روغن در واحد سـطح از فاصـله آبیاری یک هفته و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع حاصل شـد، عملکـرد اسانس هم در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع بیشترین مقدار را دارا بوده و با افزایش تراکم از میزان عملکرد اسانس در واحد سطح کاسته شـد. قوش (۱۹) نتیجه گرفت که در اثر افزایش تراکم در سیاه دانـه تعـداد شاخه های گل دهنده و تعداد فولیکول در گیاه کاهش پیدا کـرد، امـا تراکم روی ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در کپسول، عملکـرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت تاثیر معنی داری نداشت .

کیزیل و تونسر (۲۰) در ترکیه آزمایشی برای تعیین فاصله ردیـف مناسب برای کشت سیاه دانه انجام دادند. براساس نتایج، فاصله ردیف به صورت معنی داری روی ارتفاع گیاه، تعدا شاخه در هر گیـاه، تعـداد کپسول در هر گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغـن‌هـای چرب و ضروری اثر می گذارد. علاوه بر این رابطه بین عملکرد بـذر و تعداد کپسول در هر گیاه، تعداد دانه در هر کپسول، وزن هـزار دانـه و عملکرد بذر در هر گیاه بسیار مهم بود.

سیاه دانه یکی از گیاهـان داروئـی مهمـی اسـت کـه تـاکنون در کشورهای تولید کننده این گیاه تحقیقات اندکی در زمینه به زراعی آن انجام شده است و در کشور ما نیز تحقیقـات چنـدانی روی ایـن گیـاه صورت نگرفته و با همان روشهای سنتی کشت و کـار مـی‌شـود. لـذا بدلیل نقش مهم این گیاه در درمان بیماری ها و صنایع غذایی انجـام تحقیقات به زراعی در این گیاه از ضروریات است. هدف از این تحقیق تعیین تراکم بهینه و اثر زمان محلول پاشی اوره و تعیین زمان مناسب محلول پاشی در سیاه دانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ایـن آزمـایش در سـال ۱۳۸۷ در مزرعـه تحقیقـاتی دانشـکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند واقـع در کیلـومتر ۵ جـاده بیرجنـد بـه زاهدان با عـرض جغرافیـایی ۳۲ دقیقـه و ۵۳ درجـه شـمالی و طـول جغرافیایی ۵۹ دقیقه و۱۳ درجه شرقی و ارتفاع ۱۴۹۱ متـری از سـطح دریا به اجرا درآمد. میانگین بارندگی در فصول تابستان و زمسـتان بـه ترتیب ۰/۱ و ۹۵/۱ میلیمتر و حداکثر دما ۳۹/۱ و حداقل دمـا ۱۷ – و متوسط دمای روزانه ۱۲ درجه سانتی گراد اسـت. اقلـیم محـل انجـام آزمایش براساس طبقه بندی آمبرژه گرم و خشک است.

بذر مورد استفاده، توده محلی مشهد و تاریخ کاشت ۲۴ فـروردین ماه بود و قبل کاشت نیمی از کود اوره به خاک اضافه شد. مابقی اوره به صورت محلول پاشی با دز ۲٪ در ۳ زمان روی سیاه‌دانه ها محلول پاشی شد. این تحقیق با استفاده از آزمایش کرت‌هـای خـرد شـده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد به طوری که در کرت‌های اصلی زمان محلـول پاشـی نیتـروژن (۱–عـدم محلـول پاشی،۲– محلول پاشی در زمـان ۱۰–۸ برگـی،۳– محلـول پاشـی در

زمان ۱۰٪ گلدهی و۴- محلول پاشی در زمان ۱۰۰٪ گلدهی) و تراکم‌های مختلف در ۳ سطح (۱۰۰،۲۰۰و ۳۰۰بوته در مترمربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تعداد کرت ها در هر بلوک ۱۲ عدد، ابعاد هر کرت ۲/۴×۶ متر و فاصله بین بلوک ها ۲ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۸ خط به طول ۵ متر بود که در دو طرف پشته‌های عریض ۰/۶ متری کاشته شده بودند. فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۶ متر و بین کرت‌های اصلی ۱/۲ متر در نظر گرفته شد. آبیاری ها با فاصله یک هفته و به روش نشتی و وجین علف‌های هرز ۵ نوبت به صورت دستی انجام شد. عملیات برداشت در ۵ مرداد ماه هنگامی که رنگ بوته ها متمایل به زرد شده بود صورت گرفت. صفات مورد بررسی شامل تعداد کپسول دربوته، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک (بوته سیاه‌دانه به جز کپسول‌ها) و شاخص برداشت (عملکرد دانه / عملکرد بیولوژیک) بود. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها از برنامه نرم افزاری SAS و MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین ها بوسیله آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تراکم اثر معنی داری بر تعداد کپسول در گیاه در سطح معنی داری ۱ درصد داشت (جدول۱). این‌نتیجه با نتایج مودی (۱۲)، داس (۱۷)، قوش (۱۹) و کیزیل‌وتونسر (۲۸) مطابقت داشت. بیشترین تعداد کپسول درتراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع با ۳/۳ کپسول در گیاه و کمترین تعداد کپسول در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع با ۲/۱۵ کپسول در گیاه حاصل شد (جدول۲). در تراکم زیاد به علت اینکه سهم هر یک از گیاهان از منابع موجود به علت رقابت شدید کمتر می‌شود، تعداد کپسول در گیاه در مقایسه با تراکم‌های پایین کاهش می‌یابد. با اینکه در تراکم‌های بالا تعداد کپسول در گیاه کمتر است اگر این تعداد در واحد سطح محاسبه شود ملاحظه می‌شود که هر چه تراکم افزایش پیدا می‌کند بر تعداد کپسول در واحد سطح نیز افزوده می‌گردد (۱۲).

اثر زمان محلول پاشی اوره روی تعداد کپسول در هر بوته معنی‌دار نشد (جدول۱). بیشترین تعداد کپسول در زمان عدم محلول پاشی اوره(۴/۸ کپسول در هر بوته) حاصل شد. الخیاط و گودا (۱۸) در مصر نتیجه گرفتند که محلول پاشی اوره سبب افزایش تعداد کپسول در هر بوته شد. اثرات متقابل تراکم و زمان محلول پاشی اوره نیز بر تعداد کپسول در گیاه معنی‌دار نبود (جدول۱). بیشترین تعداد کپسول در هر بوته (۳/۷۳)در زمان محلول پاشی در ۱۰٪گلدهی و تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۲).

اثر زمان محلول پاشی اوره روی تعداد دانه در هر کپسول در سطح آماری ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در هر کپسول در تیمار عدم محلول پاشی اوره با ۵۳/۴ عدد دانه در هر کپسول و کمترین تعداد دانه در تیمار محلول پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی با ۴۶/۵ عدد دانه در هر کپسول بدست آمد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت سیاه دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد کپسول در هر بوته	تعداد دانه در هر کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۱۶۰۸n.s	۱۰/۰۸۵۸ n.s	۰/۰۳۵۱n.s	۳۷۲۰۲/۰۸۳۳ n.s	۷۰۱۴۱۷/۱۲۳۹*	۰/۰۰۴۹*
زمان محلول پاشی(A)	۳	۰/۲۵۵۹n.s	۹۵/۰۲۶۹**	۰/۰۱۲۰ n.s	۲۹۵۰۲/۵۴۶۲ n.s	۵۰۵۶۱۸/۸۷۷۶ n.s	۰/۰۰۵۵*
خطای اول	۶	۰/۱۱۵۶	۸/۵۶۸۰	۰/۰۱۴۱	۱۰۲۸۷/۲۶۸۵	۱۲۰۱۸۷/۹۴۴۴	۰/۰۰۰۹
تراکم بوته(B)	۲	۴/۱۰۰۸**	۸/۵۸۵۸ n.s	۰/۰۰۸۴ n.s	۱۲۹۴۳۹/۵۸۳۳**	۴۰۷۵۲۶/۷۶۰۹*	۰/۰۱۶۷**
(A×B)	۶	۰/۱۴۲۳ n.s	۵۰/۶۲۱۳ n.s	۰/۰۱۲۱ n.s	۱۲۸۵/۱۰۱۸n.s	۹۵۱۶۵/۶۵۳۹ n.s	۰/۰۰۱۹n.s
خطای دوم	۱۶	۰/۱۶۳۱	۳۴/۸۵۴۱	۰/۰۲۷۶	۸۴۵۹/۷۲۲۲	۶۸۱۵۲/۶۳۲۳	۰/۰۰۱۰
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۰۵	۱۱/۶۴	۸/۰۹	۲۱/۰۵	۱۹/۱۹	۱۰/۲۸

* و** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشد و n.s معنی دار نیست.

طبق گزارشات وارگا (۲۹)، صباحی و رحیمیان(۶)، فیض اصل و همکاران (۸) و برجیان و امام (۲) محلول پاشی اوره سبب افزایش تعداد دانه در سنبله گندم شده و این وقتی بود که محلول پاشی در اواخر دوره رشد گیاه صورت گرفت. در این آزمایش نیز مشاهده می شود که در بین تیمارهای محلول پاشی شده محلول پاشی در زمان ۱۰۰٪ گلدهی که در اواخر دوره رشد گیاه است تعداد دانه بیشتری (۵۳/۱۷ دانه در کپسول) تولید نمود. اینگونه به نظر می‌رسد که محلول پاشی در طول دوره گلدهی امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری (مثل دانه) دارند فراهم می سازد و بنابراین تعداد بیشتری دانه تشکیل می شود (۷و۸).

تراکم های مختلف از نظر تعداد دانه در کپسول اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۱). چنین نتیجه ای قبلاً توسط قوش (۱۹) بدست آمد. بیشترین تعداد دانه در کپسول در تراکم۱۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۲). اثر متقابل زمان محلول پاشی و تراکم نیز معنی دار نشد (جدول۱). بیشترین تعداد دانه در کپسول در تیمار عدم محلول پاشی و تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع حاصل شد. (جدول۳).

اثر زمان محلول پاشی اوره روی وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول۱). بیشترین وزن هزار دانه در زمان محلول پاشی ۸-۱۰ برگی(۲/۹) بدست آمد (جدول ۲). تراکم های مختلف از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول۱). این نتیجه قبلاً توسط مودی (۱۲)، تونسر و کیزیل (۲۸) نیز بدست آمد. اثرات متقابل زمان محلول پاشی و تراکم نیز بر وزن هزار دانه معنی دار نبود (جدول۱). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار محلول پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی و تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع به میزان ۲/۱۴ گرم بدست آمد (جدول ۳).

اثر زمان محلول پاشی روی عملکرد دانه در هکتار معنی دار نشد (جدول۱). بیشترین عملکرد دانه در زمان محلول پاشی در ۱۰۰٪ گلدهی با ۴۸۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در زمان محلول پاشی در ۱۰٪ گلدهی با ۳۴۷/۷۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با محلول پاشی اوره در زمان ۱۰۰٪ گلدهی که مرحله‌ای زایشی است میزان ازت مورد نیاز گیاه تامین شده و فتوسنتز آن بیشتر شده و تعداد دانه بیشتری هم تشکیل می شود، زیرا تعداد میوه تابع سرعت تامین مواد فتوسنتزی، فضا و نور دریافت شده است (۱۱). جبران نیتروژن گیاه در مرحله زایشی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود، اولاً در محلول پاشی کارایی انتقال نیتروژن به دانه خیلی بالاست زیرا که در این روش برگ ها مهم ترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می‌شوندو تنها مقدار کمی ازنیتروژن جذب شده به ریشه انتقال می‌یابد، همچنین قدرت ریشه در اواخر رشد در جذب مواد غذایی از خاک کم است. ثانیاً مصرف نیتروژن به صورت محلول پاشی در طول دوره گلدهی امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند فراهم می‌سازد (۷ و ۸)، بنابراین با محلول پاشی اوره در زمان ۱۰۰٪ گلدهی نیتروژن مورد نیاز گیاه تامین شده و سرعت فتوسنتز برگ ها بیشتر شده و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر می‌شود و چون نیتروژن یکی از عناصر ضروری جهت تشکیل تخمک می‌باشد در این زمان دانه‌های بیشتری تشکیل می‌شود (۷).

اثر تراکم بر روی عملکرد دانه در هکتار در سطح آماری ۱٪ معنی دار است (جدول ۱). چنین نتیجه ای قبلاً توسط شادیا (۲۶)، تونسرو کیزیل (۲۸)، احمد (۱۴) نیز بدست آمد، اما این نتیجه با نتایج داس (۱۷)، قوش (۱۹) و نوروز پور (۱۳) مطابقت نداشت.

جدول ۲- اثر زمان محلول پاشی نیتروژن و تراکم بر عملکرد ،اجزای عملکرد و شاخص برداشت سیاه‌دانه

صفات / تیمار	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در هر کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
محلول پاشی						
عدم محلول پاشی	۴/۸ a	۵۳/۴ a	۲/۰۱a	۴۳۲/۲ab	۱۵۶۱/۴a	۰/۲۷b
۱۰-۸ برگی	۳/۹ c	۴۶/۵ b	۲/۹۸ a	۴۴۰ab	۱۳۶۹/۵ab	۰/۳۱a
۱۰٪گلدهی	۴/۰bc	۴۹/۷b	۲/۰۳ a	۳۴۷/۷b	۱۰۲۴/۹b	۰/۳۳a
۱۰۰٪ گلدهی	۴/۶ab	۵۳/۱a	۲/۰۶ a	۴۸۵a	۱۴۸۵a	۰/۳۲a
تراکم						
۱۰۰بوته در متر مربع	۳/۳ a	۵۱/۵a	۲/۰۷ a	۳۰۷b	۱۱۴۷/۸a	۰/۲۶b
۲۰۰ بوته در متر مربع	۲/۵b	۴۹/۸a	۲/۰۵a	۴۷۴/۱a	۱۴۵۵a	۰/۳۲a
۳۰۰ بوته در متر مربع	۲/۱c	۵۰/۷a	۲/۰۲a	۴۹۷/۵a	۱۴۷۷/۸a	۰/۳۳a

میانگین های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار دارند.

بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع با ۴۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد از تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع با ۳۰۷/۰۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. افزایش عملکرد مشاهده شده احتمالاً به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و استفاده بهتر از نور خورشید و سایر منابع طی فصل رشد و افزایش فتوسنتز می‌باشد، اما اصلی ترین دلیل افزایش عملکرد با افزایش تراکم، افزایش تعداد بوته در واحد سطح بوده است. هر چند تعداد کپسول در تراکم ۱۰۰ بوته بیشترین مقدار بوده، اما با توجه به تعداد کم بوته ها این افزایش نتوانسته عملکرد زیادی را تولید کند در عوض در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع که کمترین تعداد کپسول را به اختصاص داده است با توجه به ۳ برابر بودن تعداد بوته ها نسبت به تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع کاهش تعداد کپسول جبران شده و بیشترین عملکرد را تولید نموده است. اثرات متقابل تراکم و نیتروژن بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی دار نبود (جدول۱). بیشترین عملکرد دانه در زمان محلول پاشی ۸-۱۰ برگی وتراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد.(جدول۳).

جدول ۳- اثرمتقابل زمان محلول پاشی نیتروژن و سطوح مختلف تراکم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت سیاه‌دانه

زمان محلول پاشی	تراکم (بوته در متر مربع)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
عدم	۱۰۰	۳abc	۵۷/۸a	۲/۰۶a	۳۲۵/۳cde	۱۵۲۴ab	۰/۲۳e
محلول	۲۰۰	۲/۵cde	۵۰abc	۲ /۰۱a	۴۳۳/۳abcd	۱۵۰۹/۳ab	۰/۲۹cd
پاشی	۳۰۰	۲e	۵۲/۳abc	۱/۹۶a	۵۱۰abc	۱۶۵۰/۸a	۰/۳۰bcd
۸ -۱۰	۱۰۰	۲/۹bcd	۴۱/۷c	۲/۱۴ a	۲۴۳/۳e	۹۲۶/۱c	۰/۲۵de
برگی	۲۰۰	۲/۶cde	۵۱/۶abc	۲/۰۹ a	۵۹۳/۳a	۱۶۴۵/۱a	۰/۳۶ab
	۳۰۰	۲e	۴۶/۲bc	۲/۰۶ a	۴۸۳/۳abc	۱۵۲۸/۱ab	۰/۳۲bc
٪۱۰	۱۰۰	۳/۷a	۵۲/۸abc	۱/۹۵ a	۲۶۳/۳de	۹۲۴/۸c	۰/۲۸cde
گلدهی	۲۰۰	۲/۷cde	۴۶bc	۲/۰۸ a	۳۷۰cde	۱۱۳۰/۸bc	۰/۳۲bc
	۳۰۰	۲/۲cde	۵۰/۲abc	۲/۰۷ a	۴۱۰bcd	۱۰۱۹c	۰/۳۹a
٪۱۰۰	۱۰۰	۳/۵ab	۵۳/۸ab	۲/۱۵ a	۳۶۸/۳cde	۱۲۱۶/۱abc	۰/۳۰bcd
گلدهی	۲۰۰	۲/۴cde	۵۱/۸abc	۲/۰۳ a	۵۰۰abc	۱۵۲۵/۱ab	۰/۳۲bc
	۳۰۰	۲/۲de	۵۳/۹ab	۱/۹۹ a	۵۶۸/۶ ab	۱۷۱۳a	۰/۳۳abc

میانگین های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار دارند

جدول ٤- ضرایب همبستگی ساده صفات اندازه گیری شده در سیاه دانه

صفات	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه گرم	شاخص برداشت	عملکرد دانه کیلو گرم در هکتار	عملکرد بیولوژیک کیلوگرم در هکتار
تعداد کپسول در بوته	۱					
تعداد دانه در کپسول	۰/۲۳۵n.s	۱				
وزن هزار دانه	۰/۱۷۲n.s	۰/۱۴۸n.s	۱			
شاخص برداشت	-۰/۳۹۹*	۰/۰۲۸n.s	۰/۰۴۳n.s	۱		
عملکرد دانه	-۰/۳۷۰ *	-۰/۲۰۸ n.s	-۰/۰۵۷n.s	۰/۳۸۴ *	۱	
عملکرد بیولوژیک	-۰/۲۱۲n.s	۰/۲۴۷n.s	-۰/۰۷۳n.s	-۰/۱۰۸n.s	۰/۸۶۴**	۱

*و** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشد

n.s معنی دار نیست.

تراکم‌های مختلف در سطح آماری ۵٪ روی عملکرد بیولوژیک در هکتار اختلاف معنی دار داشتند (جدول۱). بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی مربوط به تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به مقدار ۱۴۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی مربوط به تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع به مقدار ۱۱۴۷/۸ کیلوگرم در هکتار بود. در اکثر گیاهان زراعی با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد، زیرا در تراکم‌های بالا تعداد بیشتری بوته در واحد سطح وجود دارد و با اینکه از وزن تک بوته کاسته می‌شود اما وزن خشک نهایی در واحد سطح افزوده می‌شود (۱۲). قوش (۱۹) نتیجه گرفت که افزایش تراکم روی عملکرد بیولوژیکی تأثیر معنی دار نداشت. اثر زمان محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نشد (جدول۱). بیشترین عملکرد بیولوژیکی در زمان عدم محلول‌پاشی با ۱۵۶۱/۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول۲). اثرات متقابل زمان محلول پاشی نیتروژن و تراکم بر عملکرد بیولوژیکی معنی دار نبود (جدول۱). در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و محلول پاشی در ۱۰۰٪ گلدهی بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۷۱۳/۰۰۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۳).

اثر زمان محلول پاشی روی شاخص برداشت در سطح آماری ۵٪ معنی دار شد (جدول۱). بیشترین شاخص برداشت در زمان محلول پاشی در ۱۰ ٪ گلدهی با ۳۳٪ و کمترین شاخص برداشت با ۲۷٪ در تیمار عدم محلول پاشی حاصل شد. دلیل کم بودن شاخص برداشت در تیمار عدم محلول پاشی، کم بودن عملکرد دانه آن است. تراکم‌های مختلف از نظر شاخص برداشت در سطح آماری ۱٪ دارای اختلاف معنی دارند (جدول۱). این موضوع به این دلیل است که عملکرد دانه در هکتار که یکی از اجزاء تشکیل دهنده شاخص برداشت است تحت تأثیر تراکم قرار گرفته است و دارای همبستگی مثبتی $(r = ۰/۳۸)$ با شاخص برداشت است. قوش نتیجه گرفت که افزایش تراکم روی شاخص برداشت تأثیر معنی داری نداشت (۱۹). اثر متقابل زمان محلول پاشی اوره و تراکم بر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول۲). بیشترین شاخص برداشت در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع با ۳۳/۸۳٪ و کمترین شاخص برداشت در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع با ۲۶/۸۳٪ بدست آمد. بنابر این به نظر می‌رسد تراکم۳۰۰ بوته در متر مربع و محلول پاشی در زمان ۱۰۰٪ گلدهی بیشترین عملکرد را در منطقه بیرجند تولید کند.

منابع

۱- امیدبیگی، ر.۱۳۷۴.رهیافتهای تولید و فرآوردهای گیاهان دارویی، جلد اول .انتشارات فکر روز .

۲- برجیان، ع. و ی. امام .۱۳۷۹. اثر محلول پاشی اوره پیش از گلدهی بر عملکرد و اجزاء عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم. مجله علوم زراعی ایران . جلد ۲ .شماره ۱ : ۲۹-۲۳.

۳- پور فریبرز، م. ۱۳۷۷. ارزیابی بالینی اثرات ضد نفخ گوارشی دو گیاه سینامون زیلانیگوم و نیجلا ساتیوا (دارچین و سیاهدانه) و مقایسه این دو. پایان نامه دکترای دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۴- حاجی شریفی، ا.۱۳۸۶ . اسرار گیاهان دارویی. انتشارات حافظ نوین .

۵- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. اصول و مبانی زراعت . نگارش دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.

۶- صباحی، ح . و ح. رحیمیان . ۱۳۷۹. بررسی اثر محلول پاشی اوره در قبل و بعد از گرده افشانی بر دوام سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد، درصد پروتئین دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی. جلد۶ . شماره ۳ :۷۱-۶۵.

۷- عباس دخت، ح. و ح . مروی. ۱۳۸۴. تأثیر محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶. شماره ۶ :۱۳۳۱-۱۳۲۵.

۸- فیض اصل، و. و غ. ر. ولی زاده .۱۳۸۳. بررسی اثر زمان محلول پاشی اوره بر خصوصیات کمی و کیفی گندم سرداری در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲. شماره ۳۵ :۳۱۱-۳۰۱.

۹- قرنجیک، ا . ق . و ا. گالشی. ۱۳۸۰. اثر محلول پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۲رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی . جلد ۸ .شماره ۲ :۹۷-۸۷.

۱۰- قهرمان، ا. ۱۳۶۲. فلوررنگی ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

۱۱- کوچکی، ع. و غ . سرمدنیا. ۱۳۸۴. فیزیولوژی گیاهان زراعی.ترجمه.انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۲- مودی، ح. ۱۳۷۷. اثر تراکم گیاهی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاه دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۳- نوروز پور، ق. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۴. اثر دوره‌های مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه دانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران . جلد ۳. شماره ۲ : ۳۱۵-۳۰۵.

14- Ahmed, N. U. and K. R. Haque. 1986. Effect of row spacing and time of sowing on the yield of black cumin *(Nigella sativa L.)*. Bangladesh. J. Agric. 11: 21-24 .

15- Abdel–Aaland, E.S.M. and, R.S., Attia. 1993. Characterization of black cumin (*Nigella sativa*) seeds. 2- proteins. Alexa ria Science Exchange. 14: 483 – 496.

16- Cheik-Roubou, S., S., Besbes, B., Hentati, C.,Blecker, and C.,Deroanne. 2007. *Nigella Sativa L.*: chemical composition and physiochemical characteristics of lipid fraction. Food Chemistry J., 101 (2): 673-681.

17- Das, A. K., M. K., Sadhu, M. G., Som, and T. K., Bose. 1992. Effect of spacing on growth and yield of black cumin. Indian Coca, Arecanut and Spices J. 16:17-18.

18- EI–Khayat, A.S.M., and H.A.H., Gouda. 2005. Effect of application of Ca, S, Ma and urea on growth, yield and chemical composition of ***(Nigella sativa L.)*** plants. Annals of Agricultural Science. 43: 1271-1294.

19- Ghosh. D., K., Roy and S. C., Malic. 1981. Effect of fertilizers and spacing on yield and other characters of black cumin (*Nigella sativa L.*). Indian Agriculture J. 25: 191-197.

20- Kizil, S., and O., Toner. 2005**.** Effect of row spacing on seed yield, yield components, fatty oil and essential oil of *Nigella sativa L*. Crop Research (Hisar). 30 (1): 107-112 .

21- Muhtasib, H., N., Najjar, and R. Schneider-Stock. 2006. The medicinal potential of black seed *(Nigella sativa)* and its components. Advances in Phytomediane, 2: 133-153.

22- Nabihi, A., and T., Ashour. 1983. Effect of soil and foliar application of nitrogen during pod development on the yield of soybean (*Glycine max (L.) Merr*) plants. Field Crops Research, 6: 261-266.

23- Salem, M. L 2005. Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa L*. seed. International Immunopharmacology. 5(13-14):1749-1770.

24- Salomi, J. J., S. C., Nair and K. R. Panikkar. 1991. Inhibitory effects of *Nigella sativa L.* and saffron on chemical carcinogenesis in mice. Nutr. Cancer. 16: 67-72.

25- Salomi, M .J., S .C., Nair, K. K., Jayawarhanan, C.D., Vargese and K.R., Panikkar. 1992. Antitumor principles from **(***Nigella sativa L***.)** seeds. Cancer lett. 63: 47-46.

26- Shadia, K. A., E. I., Malaka, and A. F., Aly. 1998. Effect of sowing dates and planting distances on *Nigella sativa.* Egyptian Journal of Agricultural Research. 76 (3): 1145-1156.

27- Takruri, H. M. H. and M. A. F., Dameh. 1998. Study. of the nutritional value of black cumin seeds (*Nigella sativa L*). Journal of the Sciences of Food and Agriculture, 76: 404-410.

28- Toncer, O., and S., Kizil, 2004. Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa L*. International Journal of Agriculture and Biology, 6 (3): 529-532.

29- Varga, B. and Z., Sveenjuk. 2006. The effect of late season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. Field Crops Research, 26 (1): 125-132.