نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص ۴۲۷-۴۲۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 422-427

مطالعه اثر تراکم و زمان محلول‌پاشی نیتروژن بر عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.)

مریم موسی زاده[۱] - رضا برادران[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۱۲

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تراکم و زمان محلول‌پاشی نیتروژن بر عملکرد و درصد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند انجام شد. برای این منظور ۳ سطح تراکم (۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ بوته در متر مربع) و ۳ زمان محلول‌پاشی نیتروژن (۱- عدم محلول‌پاشی، ۲- محلول‌پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی، ۳- محلول‌پاشی در ۱۰ درصد گلدهی، ۴- محلول‌پاشی در ۱۰۰ درصد گلدهی) هر یک به مقدار ۲ درصد از محل کود اوره، در ۳ تکرار به صورت کرتهای خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد اسانس و عملکرد اسانس بود. زمان محلول‌پاشی روی درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد معنی دار شد. تراکم روی عملکرد اسانس، درصد اسانس، درصد روغن و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی دار شد.تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و محلول‌پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی با ۵۹۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و محلول‌پاشی در زمان ۱۰ درصد گلدهی با ۰/۵۶ درصد اسانس بیشترین درصد اسانس را دارا بود. محلول پاشی در ۱۰-۸ برگی و تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع با ۳۹/۷۲ درصد بیشترین درصد روغن را دارا بود و بهترین عملکرد روغن و عملکرد اسانس از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و محلول‌پاشی در ۱۰۰درصد گلدهی حاصل شده است.

واژه‌های کلیدی: سیاه‌دانه، محلول‌پاشی، درصد روغن، درصد اسانس، تراکم

مقدمه

سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) گیاهی دو لپه، علفی و متعلق به خانواده آلالگان است که در نواحی مختلف ایران کشت می‌شود و به سادگی با محیط جدید خو می‌گیرد (۱،۷،۱۹و۲۰).

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، ضد میکروب و ضد تومور است (۱۹،۲۲،۲۳و۲۵).

آنالیز دانه های رسیده سیاه‌دانه نشان می‌دهد که محتوای چربی قابل استخراج آن (۳۹-۳۵ درصد) می‌باشد (۱۷). این محتویات حاوی مقدار زیادی اسید اشباع پالمیتک و اسید های غیر اشباع اولئیک و لینولئیک است (۲۶،۲۳و ۲۸). می‌توان گفت که روغن آن در رده روغن های نیمه خشک جای می‌گیرد (۲۱).

این گیاه حاوی مقداری اسانس فرار می‌باشد (۳،۷و۱۲). همچنین اسانس آن شامل نیژلون ، کارون، سیمن، تیموکوئینون و ترکیبات دیگر می‌باشد که مهم ترین ترکیب دارویی اسانس آن تیموکوئینون می‌باشد (۲). مواد موثره گیاهان دارویی اگر چه اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی ساخت آنها بطور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، به طوری که عوامل محیطی سبب تغییرات در رشد گیاهان دارویی و کیفیت مواد موثره آنها نظیر آلکالوئیدها، اسانس و غیره می‌شود (۱۴).

مزیتی که محلول پاشی نیتروژن می‌تواند به عنوان تکمیل کننده کود مصرف شده در خاک داشته باشد جذب و انتقال سریع و کارآمد نیتروژن بوسیله گیاه با بیش از ۸۰ درصد بازیافت از نیتروژن مصرف شده می‌باشد (۱۱ و۱۳).

همچنین برخی پژوهشگران اعتقاد دارند که نیتروژن مصرفی در هنگام کاشت در برخی از شرایط ممکن است به دلیل آبشویی از دسترس گیاه خارج شود، بنابراین یافتن روش مناسبی برای جبران

۱و۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
(*- نویسنده مسئول: r.baradaran@yahoo.com (Email:

نیتروژن مورد نیاز گیاه در مراحل زایشی ضروری به نظر می‌رسد، زیرا که مصرف نیتروژن در این مراحل علاوه بر تأثیر در عملکرد دانه می‌تواند کیفیت آن را نیز افزایش دهد (۱۱،۱۰و۱۳). همچنین کارایی انتقال نیتروژن به دانه در این روش خیلی بالاست، زیرا که در این روش برگ ها مهم ترین اندام جذب کننده نیتروژن محسوب می‌شوند و تنها مقدار کمی از نیتروژن جذب شده و به ریشه انتقال می‌یابد و یا وارد خاک می‌شود (۸،۹و۱۰). با استخراج کوتیکول برگی به طور مصنوعی مشخص شده است که نیتروژن عمدتاً در ۱ الی ۶ ساعت اوایل محلول پاشی جذب می‌شود (۱۴).

تراکم مطلوب بوته تراکمی است که در نتیجه آن کلیه عوامل محیطی (آب، هوا، نور وخاک) بطور کامل مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال رقابت‌های درون بوته‌ای و رقابت‌های برون بوته‌ای در حداقل باشند تا حداکثر عمکرد ممکن با کیفیت مطلوب بدست آید (۵). در گیاهان یکساله دلیل اصلی کاهش عملکرد، رشد رویشی ضعیف و در نتیجه سطح برگ کم در ابتدای فصل رشد می باشد و در این حالت بیشتر تشعشع خورشیدی توسط زمین جذب شده و غیر قابل استفاده می ماند، بنابراین در چنین شرایطی افزایش تراکم گیاهان ممکن است به جذب بیشتر تشعشع خورشیدی بخصوص در مراحل اولیه رشد کمک نماید (۲۲).

احمد (۱۸) در مصر تاثیر فواصل بوته روی ردیف سیاه دانه را بررسی کرد و مشاهده نمود که درصد روغن های فرار و اشباع با افزایش فاصله افزایش پیدا کرد. طبق گزارش عطا (۲۰) در مصر با افزایش تراکم بوته، عملکرد روغن و اسانس افزایش یافته است، هرچند که میزان روغن ها و اسانس استحصالی در بوته در تراکم کمتر بیشتر بوده است. نوروزپور و رضوانی مقدم (۱۶) نتیجه گرفتند که بین سطوح مختلف تراکم بوته اختلاف معنی داری در عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه دانه وجود نداشته است. هدف از این تحقیق تعیین تراکم بهینه و اثر زمان محلول پاشی نیتروژن و تعیین زمان مناسب محلول پاشی در سیاه دانه جهت استحصال بیشترین مقدار روغن و اسانس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده بیرجند به زاهدان به اجرا در آمد. بذر مورد استفاده توده محلی مشهد و تاریخ کاشت ۲۴ فروردین ماه بود. نوع خاک لومی شنی با pH ۸/۱۱ و EC ۸/۴۱ بود. قبل از کاشت بر اساس نتیجه آزمایش خاک ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره (نیمی از کود اوره) استفاده شد. نیمی از کود نیتروژن درابتدای کاشت به خاک اضافه شد، مابقی کود اوره به صورت محلول‌پاشی با دز ۲ درصد در سه زمان روی سیاه‌دانه ها محلول پاشی شد. این تحقیق با استفاده از آزمایش کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد، به طوری که در کرتهای اصلی زمان محلول‌پاشی نیتروژن (۱- عدم محلول‌پاشی(شاهد)، ۲- محلول‌پاشی در زمان ۱۰-۸ برگی، ۳- محلول‌پاشی در ۱۰درصدگلدهی، ۴- محلول‌پاشی در ۱۰۰درصد گلدهی) و تراکم‌های مختلف در ۳ سطح (۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ بوته در متر مربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تعداد کرت‌ها در هر بلوک ۱۲ عدد، ابعاد هرکرت۶ ×۲/۴ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات برداشت در ۵ مرداد ۱۳۸۷ صورت گرفت. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد اسانس و عملکرد اسانس بود. جهت اندازه گیری میزان روغن دانه سیاه دانه، ابتدا از هر کرت مقدار معینی دانه پس از بوجاری دانه ها وزن و سپس آسیاب شد و توسط دستگاه سوکسله میزان روغن و توسط دستگاه کلونجر میزان اسانس آن ها اندازه گیری و با هم مقایسه شد. برای تجزیه تحلیل آماری داده ها از برنامه نرم افزاریSAS وMSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

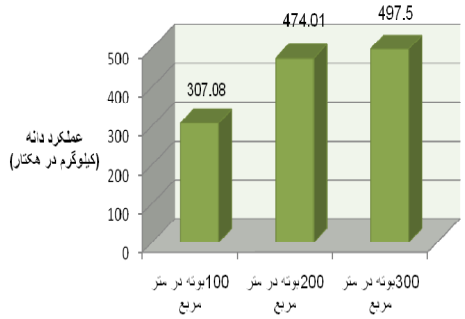
اثر زمان محلول پاشی روی عملکرد دانه در هکتار معنی دار نشد (جدول۱). اثر تراکم بر روی عملکرد دانه در هکتار در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول ۱). چنین نتیجه ای قبلاً توسط تونسرو کیزیل (۲۸) ، احمد (۱۸) نیز بدست آمد، اما این نتیجه با نتایج داس (۲۴) ، قوش (۲۷) و نوروز پور (۱۵) مطابقت نداشت. بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع با ۴۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل۱). 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. در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به دلیل زیاد بودن تعداد بوته ها نسبت به تراکم ۱۰۰ و ۲۰۰ بوته در متر مربع تعداد فولیکول ها نیز بیشتر شده و بیشترین عملکرد را تولید نموده است.

زمان محلول پاشی نیتروژن روی درصد روغن تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۱). اثر تراکم روی درصد روغن در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد، به طوریکه بیشترین درصد روغن در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع با ۳۲/۶۴ درصد بدست آمد (شکل۲). طبق گزارش احمد (۱۸) با کاهش تراکم، درصد روغن های فرار و اشباع در سیاه‌دانه افزایش یافت. عطا (۲۰) نیز در مصر در طی آزمایشی گزارش نمود که در تراکم کمتر میزان درصد روغن استحصالی در هر بوته سیاه‌دانه بیشتر بوده است.

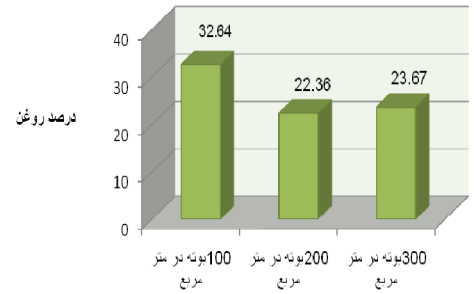
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات عملکرد، درصد و عملکرد روغن و اسانس سیاه دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد روغن	عملکرد روغن	درصد اسانس	عملکرد اسانس	عملکرد دانه
تکرار	۲	۵/۶۰۷۴n.s	۲۷۹۵/۶۲۹۸ns	۰/۰۰۰۵n.s	۰/۰۱۹۶n.s	۳۷۲۰۲/۰۸۳۳n.s
زمان محلول پاشی(A)	۳	۳۵/۴۶۷۹n.s	۳۱۶۹/۲۴۴۱n.s	۰/۰۵۲۹**	۱/۱۹۴۰**	۲۹۵۰۲/۵۴۶۲n.s
خطای اول	۶	۹/۸۲۲۷	۱۰۴۵/۱۲۷۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۱۵۹	۱۰۲۸۷/۲۶۸۵
تراکم بوته(B)	۲	۳۷۵/۷۲۴۳**	۱۳۳۴/۱۴۳۹n.s	۰/۰۰۸۱**	۰/۵۹۷۵**	۱۲۹۴۳۹/۵۸۳۳**
(A×B)	۶	۹۵/۲۸۳۵**	۲۸۴۰/۱۹۳۵**	۰/۱۴۹۶**	۳/۱۷۷۲**	۱۲۸۵/۱۰۱۸n.s
خطای دوم	۱۶	۱/۳۷۵۵	۶۰۳/۵۳۶۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۹۴	۸۴۵۹/۷۲۲۲

** معنی دار در سطح ۱ درصد می باشد و n.s معنی دار نیست.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تراکم روی عملکرد دانه



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تراکم روی درصد روغن

شکل ۳- مقایسه میانگین اثر زمان محلول پاشی نیتروژن روی درصد اسانس

شکل ٤- مقایسه میانگین اثر تراکم روی درصد اسانس

شکل ٥- مقایسه میانگین اثر زمان محلول پاشی نیتروژن روی عملکرد اسانس

شکل ٦- مقایسه میانگین اثر تراکم روی عملکرد اسانس

جدول۲- اثرمتقابل زمان محلول پاشی نیتروژن و سطوح مختلف تراکم بر عملکرد، درصد و عملکرد روغن و اسانس سیاه‌دانه

زمان محلول پاشی	تراکم (بوته در متر مربع)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
عدم محلول پاشی(شاهد)	۱۰۰	۲۸/۳۲ d	۱۰۰/۶۴ cd	۰/۲۴c	۰/۸۶c	۳۲۵/۳ cde
	۲۰۰	۲۴/۷۴ ef	۱۰۷/۸۸ cd	۰/۰۵e	۰/۲۱d	۴۳۳/۳ abcd
	۳۰۰	۲۳/۳۲ f	۱۲۴/۱۰ bc	۰/۰۲e	۰/۱۲d	۵۱۰ abc
۸-۱۰ برگی	۱۰۰	۳۹/۷۲ a	۹۶/۳۴ cd	۰/۱۱ d	۰/۲۶ d	۲۴۳/۳ e
	۲۰۰	۲۶/۴۸ de	۱۵۶/۹۷ ab	۰/۰۵ e	۰/۳۴ d	۵۹۳/۳ a
	۳۰۰	۲۰/۸۲ g	۹۷/۸۱ cd	۰/۰۵ e	۰/۲۶ d	۴۸۳/۳ abc
۱۰٪ گلدهی	۱۰۰	۳۴/۸۳ b	۹۱/۹۴ cd	۰/۱۱ d	۰/۲۸ d	۲۶۳/۳ de
	۲۰۰	۱۸/۹۱ g	۷۱/۸۳ d	۰/۵۶a	۲/۰۷ b	۳۷۰ cde
	۳۰۰	۱۹/۳۳g	۷۹/۶۹ cd	۰/۰۵ e	۰/۱۹ d	۴۱۰ bcde
٪۱۰۰ گلدهی	۱۰۰	۲۷/۶۹ d	۱۰۱/۴۸ cd	۰/۰۵ e	۰/۱۹ d	۳۶۸/۳ cde
	۲۰۰	۱۹/۳۰ g	۹۶/۴۰ cd	۰/۰۵ e	۰/۲۵ d	۵۰۰ abc
	۳۰۰	۳۱/۲۲ c	۱۷۳/۱۵ a	۰/۴۶ b	۲/۷۲ a	۵۶۸/۶ ab

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

اثرات متقابل تراکم و زمان محلول پاشی نیتروژن نیز بر درصد روغن در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول ۱). بطوریکه بیشترین درصد روغن در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع و زمان محلول پاشی در ۸-۱۰ برگی با ۳۹/۷۲ درصد حاصل شد. اثر زمان محلول پاشی نیتروژن روی عملکرد روغن معنی دار نشد (جدول ۱). تراکم روی عملکرد روغن تأثیر معنی داری نداشت. اثر متقابل زمان محلول پاشی نیتروژن و تراکم در ($p< ۰/۰۱$) روی عملکرد روغن معنی دار شد (جدول ۱). به طوریکه بیشترین عملکرد روغن از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و زمان محلول پاشی در ۱۰۰ درصد گلدهی با ۱۷۳/۱۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲).

طبق گزارش عطا در مصر (۲۰) با افزایش تراکم بوته عملکرد روغن سیاه‌دانه افزایش یافت. در آزمایش دیگری نوروز پور و رضوانی مقدم (۱۷) نتیجه گرفتند بین سطوح مختلف تراکم بوته اختلاف معنی داری در عملکرد روغن وجود نداشته است. براساس نتایج کیزیل و تونسر (۲۷)، تراکم به صورت معنی داری روی عملکرد روغن های چرب و ضروری اثر می گذارد. اثر زمان محلول پاشی نیتروژن روی درصد اسانس در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد(جدول۱). به طوریکه بیشترین درصد اسانس در زمان محلول پاشی در ۱۰ درصد گلدهی به میزان ۰/۲۴ درصد به دست آمد (شکل۳). اثر تراکم روی درصد اسانس در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول ۱). به طوریکه بیشترین درصد اسانس از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به میزان ۰/۱۸ درصد به دست آمد (شکل۴). نتایج بررسی های نوروز پور و رضوانی مقدم (۱۷)، حاج سید هادی و همکاران(۴)، درزی و همکاران(۶) نشان داد که تراکم گیاهی تأثیری بر درصد اسانس گیاهان دارویی سیاه‌دانه، بابونه و رازیانه نداشت. طبق گزارش عطا (۲۰) در مصر با افزایش تراکم میزان اسانس استحصالی در بوته سیاه‌دانه کاهش یافت.

اثرات متقابل زمان محلول پاشی نیتروژن و تراکم هم در ($p< ۰/۰۱$) روی درصد اسانس معنی دار است، بیشترین درصد اسانس در زمان محلول پاشی در ۱۰ درصد گلدهی و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع با ۰/۵۶ درصد بدست آمد (جدول۲).

اثر زمان محلول پاشی نیتروژن بر روی عملکرد اسانس در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد اسانس در زمان محلول پاشی در ۱۰۰ درصد گلدهی با ۱/۰۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل۵). اثر تراکم روی عملکرد اسانس در ($p< ۰/۰۱$) معنی دار شد (جدول۱). بیشترین عملکرد اسانس در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع با ۰/۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل۶). طبق گزارش عطا (۲۰) با افزایش تراکم بوته عملکرد اسانس در سیاه‌دانه افزایش یافت. نوروز پور و رضوانی مقدم (۱۶) نتیجه گرفتند که بین سطوح مختلف تراکم بوته اختلاف معنی داری در عملکرد اسانس دانه سیاه‌دانه وجود نداشته است.

اثرات متقابل تراکم و زمان محلول پاشی نیتروژن در ($p< ۰/۰۱$) روی عملکرد اسانس معنی دار شد، بطوریکه بیشترین عملکرد اسانس از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و زمان محلول پاشی در ۱۰۰ درصد گلدهی با ۲/۷۳ کیلو گرم در هکتار حاصل شد (جدول۲).

بنابراین به نظر می‌رسد تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و محلول پاشی در ۱۰۰ درصد گلدهی بیشترین عملکرد دانه و عملکرد کیفی را در منطقه بیرجند تولید می‌کند.

منابع

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

۲- بابایی، ا. ۱۳۷۴. بررسی اثر تنش آب در مراحل رشد و نمو، کمیت و کیفیت اسانس و مقدار روغن سیاه‌دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۳- پورفریبرز، م. ۱۳۷۷. ارزیابی بالینی اثرات ضد نفخ گوارشی دو گیاه سیناموم زیلانیگوم و نیجلاساتیوا (دارچین و سیاه‌دانه) و مقایسه این دو. پایان نامه دکترای دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۴- حاج سید هادی، م.، ن. خدابنده، م. ت. درزی. و ن. یاسا. ۱۳۸۰. بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه روی مقدار اسانس و کامازولین در گیاه دارویی بابونه. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع (۲۶-۲۴ بهمن ۱۳۸۰) : ۱۱۹ .

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

۶- درزی، م. ت.، ن. خدابنده، م. حاج سید هادی. و یاسا ن.۱۳۸۰. بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه بر روی عملکرد بذر و کمیت و کیفیت مواد موثره گیاه دارویی رازیانه. همایش ملی گیاهان دارویی ایران، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع (۲۶-۲۴بهمن ۱۳۸۰):۱۵۲-۱۵۱.

۷- زرگری، ع. ۱۳۷۱. گیاهان دارویی. جلد اول . انتشارات دانشگاه تهران .

۸- شریکیان، م. ع. و ن. ع. بابائیان جلودار. ۱۳۷۹ . اثر تراکم جمعیت گیاهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ارقام سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد۷. شماره ۳: ۱۲-۳.

۹- صالحی، گ. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر نیتروژن و فسفر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیاه‌دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه شیراز.

۱۰- 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 علوم‌کشاورزی. جلد۶. شماره ۳: ۷۷-۶۵.

۱۱- 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.

۱۲- فنایی، ح.، ر. اکبری مقدم، غ. ع. کیخا، م. غفاری و ا. ع. عالی. ۱۳۸۵. ارزیابی سازگاری مواد موثره گیاهان دارویی زیره سبز، سیاه‌دانه و رازیانه در شرایط منطقه سیستان. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲. شماره ۱: ۴۱- ۳۴.

۱۳- 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.

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

۱۵- نوروز پور، ق. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۴. اثر دوره های مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران . جلد۳. شماره۲: ۳۱۵-۳۰۵.

۱۶- نوروز پور ، ق .و پ. رضوانی مقدم . ۱۳۸۵ . اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بوته بر روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه مجله پژوهش و سازندگی. جلد۲. شماره ۷۳: ۱۳۸-۱۳۳.

17- Abdel–Aaland, E.S.M., and R.S., Attia. 1993. Characterization of black cumin (*Nigella sativa L.*) seeds. 2-proteins. Alexa ria science Exchange. J. 4: 483 – 496.

18- Ahmed, N.U.و 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.

19- Al-Gaby, A.M.A. 1998. Amino acid composition and biological effects of supplementing broad bean and Corn proteins with *Nigella sativa* (black cumin) Cake protein. Nahrung. J. 42 : 290 – 294.

20- Atta, M.B., 2003. Some characteristics of (*Nigella sativa L.*) Seed cultivated in Egept and its lipid profile. Food chemistry. J. 83 (1) : 63 – 68 .

21- Babayan, V.K., D., Kootungal, and G.A., Halaby. 1978. Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of (*Nigella sativa L.*) seed. food science. J. 43: 1315 – 1319.

22- Charpenter, A.C., and J.E., Board. 1997. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations. Crop. Sci. 37: 1520 – 1526.
23- Cheik-Roubou, S., S., Besbes, B., Hentati, C., Blecker, and C., Deroanne. 2007. *Nigella Sativa L*: chemical compositon and physiochemical characteristics of lipid fraction. Food chemistry. J. 101 (2): 673 – 681.
24- 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.
25- Erkan, N., G., Agranci, and E., Ayranci. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinu officinalis L*.) extract, black seed (*Nigella sativa L*.) essential oil, carnosic acid, rosmaric acid and sesamol. Food chemistry.J. 110(1): 78-82.
26- Gad, A.M., M., EL-Dakhakhny, and M., Hassan. 1963. studies on the chemical composition of Egyptian *Nigella sativaL*. Oil. planta. Meica .J. 11: 134-138.
27- 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.
28- 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. J. (Hisar). 30 (1): 107 – 112 .food science and technology. J. 42(16): 1208 – 1216.