



## اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی دو توده سیاه دانه (*Nigella sativa*)

آزاده واثقی<sup>۱</sup>، احمد قنبری<sup>۲\*</sup>، مصطفی حیدری<sup>۳</sup> و سعید دوازده امامی<sup>۴</sup>

### چکیده

اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاهدانه با انجام، آزمایشی مزرعه‌ای با ۴ تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در شهرستان خمینی شهر اصفهان بررسی شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام یافت که در آن دو توده هند و اصفهان به عنوان فاکتور اصلی و چهار تاریخ کاشت ۸۸/۸/۲۵، ۸۸/۹/۲۵، ۸۸/۱۲/۱۵ و ۸۹/۱/۱۵ به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که اثر توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل آنها بر اکثر صفات کمی و کیفی سیاهدانه معنی‌دار بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که دو توده در صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و کیفی تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. توده اصفهان به دلیل سازگاری با شرایط آب و هوایی منطقه، توانست از بهترین عملکرد دانه و درصد روغن در تاریخ کاشت ۸۸/۸/۲۵ نسبت به توده هندی برخوردار باشد. همچنین، تاخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش اکثر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد شد. به طور کلی، اگر هدف از کشت سیاهدانه، عملکرد دانه، درصد بالاتر روغن دانه باشد، تاریخ کشت دوم و سوم برای توده اصفهان و تاریخ کشت سوم برای توده هند می‌تواند استفاده شود. همچنین، بیشترین میزان درصد ماده خشک، سدیم، کلسیم، روی و منگنز در سیاهدانه توده اصفهان، بیشترین درصد خاکستر دانه، میزان پتاسیم، فسفر، مس، منیزیم و آهن در سیاهدانه توده هند ملاحظه شد.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت، سیاهدانه، کیفیت، گیاهان دارویی، عملکرد.

AGB\_Ghanbari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۸

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۳۰

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل (نگارنده‌ی مسئول)

۳- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

## مقدمه

اگرچه مصرف گیاهان دارویی با توسعه و پیشرفت داروهای صنعتی و شیمیایی محدود شد، اما امروزه با توجه به گسترش فرهنگ حفظ سلامتی در میان اقشار مردم و مشخص شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، در تمام دنیا توجه خاصی به گیاهان دارویی و داروهای حاصل از آنها جهت درمان بیماریها بوجود آمده است، به گونه ای که بزرگان علم داروسازی، قرن بیست و یکم را به نام قرن بازگشت به طبیعت و قرن استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده‌اند (Manafi Mollayusofi, and Hayati, 2009). با توجه به این موضوع تحقیق بر روی گیاهان دارویی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) یکی از انواع گیاهان دارویی است که به طور طبیعی در نقاط مختلف ایران رشد کرده و در بعضی نقاط به صورت گسترده کشت می‌شود. این گیاه به‌ویژه در اراک و اصفهان به فراوانی می‌روید. دانه‌های سیاهدانه در طب سنتی ایران از قدیم الایام استفاده می‌شده است (Mozaffarian, 1996). این گیاه بومی غرب آسیا می‌باشد و در مصر، هند، ایران، عربستان، ترکیه و پاکستان کشت می‌شود (Babayan, 1978). در ایران از سیاهدانه چندین توده، مثل توده‌های اصفهان، مشهد، اراک، سمیرم، محلات، قزوین معرفی شده است (Babaei, 1995).

در سال‌های اخیر به منظور افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کمی و کیفی دانه‌های سیاهدانه تحقیقات وسیعی از جنبه‌های زراعی و اکولوژیکی بر روی این گیاه صورت گرفته است. یکی از روش‌های به زراعی تعیین تاریخ کاشت مناسب هر گیاه در هر

منطقه می‌باشد. تاریخ کاشت و شرایط اقلیمی مناسب، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کسب عملکرد اقتصادی مطلوب است، به طوری که در تاریخ کاشت و شرایط محیطی مناسب، مراحل رویشی و زایشی گیاهان با شرایط مطلوب محیطی منطبق شده، موجب افزایش تولید می‌گردد (Bange et al., 1998). در نتیجه دانستن مناسب‌ترین زمان کاشت برای هر منطقه و چگونگی تاثیر عوامل محیطی بر رشد و مواد موثره گیاهان می‌تواند در ارتقای کمی و کیفی محصول مؤثر باشد.

تحقیقات زیادی در مورد اثر تاریخ کاشت و عوامل محیطی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاهدانه انجام شده است. در تحقیقی که در استان بوشهر روی اثر تاریخ کاشت در ۵ تاریخ مختلف ۲۱ آبان، ۳۰ آبان، ۱۵ آذر، ۳۰ آذر و ۱۵ دی روی صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد گیاه سیاهدانه انجام گرفت، مشخص شد که تاریخ کاشت بر کلیه صفات از جمله تاریخ سبز شدن، شروع گلدهی، شروع کپسول، پایان گلدهی، زمان رسیدن محصول، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت که بیانگر اهمیت فاکتور تاریخ کاشت است. بیشترین میانگین عملکرد دانه در تاریخ کاشت سوم (۱۵ آذر) و کمترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت پنجم (۱۵ دی) بود (Kazeraniet al., 2005). رضوانی مقدم و مطلق (Rezvani Moghaddam and Motlagh, 2007) در بررسی بهترین تاریخ کاشت سیاهدانه در شهرستان قائنات در بین تاریخ‌های ۱۰ و ۲۵ فروردین و ۱۰ و ۲۵

مجاورت دانشگاه صنعتی اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی می‌باشد. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۶۰۰ متر و بر پایه طبقه بندی کوپن این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک و خشک با تابستان های خشک است. متوسط بارندگی سالیانه ۱۱۹ میلی‌متر و حداکثر دما در تیر ماه ۴۰ درجه سلسیوس و حداقل دما در دی ماه ۱۱- درجه سلسیوس می‌باشد. بافت خاک مزرعه لومی رسی و از سری خاک‌های خمینی شهر عموماً با بافت سنگین با نفوذ کم می‌باشد.

زمین مورد استفاده در این آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۸۸ شخم و دیسک زده و سپس تسطیح شده و جهت کشت سیاهدانه آماده گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. دو توده (هند و اصفهان) به عنوان فاکتور اصلی و ۴ تاریخ کاشت ۸۸/۸/۲۵، ۸۸/۹/۲۵، ۸۸/۱۲/۱۵، ۸۹/۱/۱۵ به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. پس از تقسیم مزرعه به ۴ بلوک و ایجاد فاصله ۱ متری بین بلوک‌ها بر اساس نقشه طرح نسبت به کرت بندی مزرعه اقدام شد. کرت‌ها در این طرح به مساحت ۱۲ متر مربع (۳×۴) و فاصله هر کرت ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. بذر مورد استفاده در این طرح از مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی استان اصفهان تهیه شد. کاشت به روش مرسوم زارعین منطقه (سطحی) انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور صورت گرفت و پس از آن آبیاری به فاصله ۶ روز انجام گرفت. البته آبیاری با دور ۶ روزه را از اواسط ماه بهمن آغاز شد.

اردیبهشت، به این نتیجه رسیدند که اثر تاریخ کاشت بر صفات عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین، بالاترین عملکرد مربوط به تاریخ کاشت دوم بود.

هدف از تعیین تاریخ کاشت یافتن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است به طوری که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان، برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و ضمن اینکه گیاه حتی الامکان در هر مرحله از رشد با شرایط مطلوب خود روبرو می‌گردد، با شرایط نامساعد محیطی نیز برخورد نکند. تاریخ کاشت هر گیاه را برای هر فصل کاشت با توجه به شرایط محیطی، خصوصیات، رقم و هدف کاشت تعیین می‌کنند. بهترین تاریخ کاشت منجر به حصول عملکرد بالاتری در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت می‌گردد (Khajepour, 2001).

با توجه به اهمیت این موضوع هدف از این تحقیق بررسی مناسب ترین تاریخ کشت برای گیاه دارویی سیاه دانه در شرایط آب و هوایی اصفهان (منطقه دستگرد قداده) است که منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی آن شود.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سیاه دانه در استان اصفهان، آزمایشی مزرعه‌ای در روستای دستگرد قداده از توابع شهرستان خمینی شهر انجام گرفت. روستای دستگرد قداده از توابع شهرستان خمینی شهر در

برداشت قرار گرفت. جهت برداشت محصول با حذف ۲۰ سانتی متر از حاشیه کرت، بوته‌های هر کرت از سطح زمین توسط کارگر چیده و در کیسه‌های جداگانه‌ای جمع‌آوری و پس از کاهش رطوبت بوته‌ها، کپسول‌ها از بوته‌ها جدا، خرمن و به کمک الک و باد، بذور جدا سازی شدند. سپس میزان بذور حاصله از هر کرت وزن شد و به عنوان عملکرد نهایی بر حسب کیلوگرم در هکتار مد نظر قرار گرفت. در این آزمایش صفات کمی مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد بذر در کپسول، تعداد کپسول در بوته، تعداد بذر پوک یا نابارور در کپسول، تعداد فولیکول در کپسول، تعداد بذر در یک فولیکول کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود. صفات کیفی مورد تحقیق در این آزمایش نیز عبارت بودند از:

درصد روغن دانه: جهت استخراج روغن ۱۰ گرم بذر توسط آسیاب خرد شد و در دستگاه سوکسله قرار داده شد، سپس به آن ۳۰۰ سی‌سی بنزن اضافه شد. فرآیند روغن‌گیری در مدت ۲-۳ ساعت انجام گرفت. در نهایت جهت جدا نمودن حلال از روغن استخراج شده، مخلوط هر دو را به مدت ۲۰ دقیقه در روتاری قرار داده شد. سپس ظرف حاوی روغن را به مدت ۴۸ ساعت در مکانی تاریک و خنک جهت خارج شدن بقایای حلال قرار داده و در نهایت میزان روغن استخراج شده وزن و سپس درصد روغن محاسبه شد. اندازه‌گیری عناصر در دانه: جهت اندازه‌گیری عناصر از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. ابتدا نمونه‌ها آسیاب شدند و سپس ده گرم از هر نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس سوزانده شدند.

میزان بذر مصرفی در هر کرت ۲۷-۳۰ گرم بود. به دلیل دارویی بودن گیاه و احتمال این مسأله که علف‌کش‌ها ممکن است روی ترکیبات دارویی اثر نامطلوب داشته باشند، در این طرح از هیچ علف‌کش و آفت‌کشی استفاده نشد و وجین به صورت دستی و در چند مرحله انجام گرفت. اولین وجین در مرحله ۴ برگی، دومین و سومین وجین هر کدام به فاصله یک ماه و وجین نواحی حاشیه طرح تا یک ماه قبل از برداشت ادامه داشت. از نظر آفات و بیماری‌ها هیچ گونه خسارتی به مزرعه وارد نشد. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۴۰ کیلوگرم در دوره رویشی گیاه به صورت سرک داده شد. زمان برداشت گیاه سیاهدانه براساس ظهور علائم رسیدگی در گیاه انجام گرفت. علائم رسیدگی سیاهدانه شامل زرد شدن و خشک شدن بوته‌ها و ریزش برگ‌ها، کرمی شدن کپسول و سیاه و سفت شدن بذور در کپسول بود. برداشت قبل از ریزش بذور انجام گرفت. جهت مطالعه اجزای عملکرد در زمان رسیدگی بوته‌ها (پس از حذف ۲۰ سانتی متر از حاشیه کرت)، از هر کرت به طور تصادفی ۱۰ بوته از سطح خاک برداشت و صفات مورد نظر شامل ارتفاع گیاه از سطح زمین، ارتفاع اولین ساقه فرعی تا سطح زمین، تعداد کپسول در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد بذر در کپسول، وزن هزار دانه اندازه‌گیری، شمارش و ثبت شد. همچنین، جهت اندازه‌گیری صفاتی مانند تعداد کپسول و وزن دانه در نیم‌متر مربع، از هر کرت، توسط یک کوادرات نیم‌متر مربعی، نمونه برداشت شد.

برای محاسبه عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار، کل سطح هر کرت بعد از حذف حاشیه مورد

## نتایج و بحث

### صفات مورفولوژیکی سیاهدانه

#### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای توده و تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته در سطح ۱٪/ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل توده و تاریخ کاشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). در بین توده‌های مورد بررسی توده اصفهان به طور قابل توجهی دارای ارتفاع بیشتر در مقایسه با توده هند بود (جدول ۲). ارتفاع بوته صفتی است تحت تاثیر خصوصیات زنتیکی (D'Antuono et al., 2002)، بنابراین بالا بودن ارتفاع بوته در توده اصفهان می‌تواند به دلیل خصوصیات ژنتیکی توده در مقایسه با توده هند باشد. اثر تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته نشان داد که با تاخیر در کاشت ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. بیشترین ارتفاع مربوط به تاریخ کشت اول (۵۱/۴۹ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع متعلق به تاریخ آخر (۳۷/۵۲ سانتی‌متر) می‌باشد (جدول ۲). دلیل این نتایج می‌تواند مربوط به نبود زمان کافی برای رشد و برخورد زود هنگام با شرایط آب و هوایی گرم اواخر بهار، برای تاریخ‌های دیرهنگام دانست. نتایجی مشابه با این آزمایش توسط احمد و هاکیو (Ahmed and Haque, 1986) گزارش شد.

#### تعداد گل در بوته

تفاوت توده‌ها از لحاظ تعداد گل در بوته در سطح ۱٪/ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد گل در بوته مربوط به توده اصفهان بود (جدول ۲) که این موضوع احتمالاً به دلیل بومی بودن توده اصفهان به

بعد به ازای هر یک گرم ماده خشک ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال به نمونه‌ها اضافه و برای مدت ۱۰ دقیقه روی حمام بن ماری ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. آنگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲، نمونه‌ها صاف و توسط آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. سپس توسط دستگاه‌های فلیم فتومتر، اسپکتوفتومتر و جذب اتمی میزان عناصر سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، فسفر، آهن، مس، روی و منگنز اندازه‌گیری شدند.

درصد خاکستر دانه: ۲ گرم دانه پودر شده از هر نمونه را آسیاب کرده و به مدت ۷ ساعت درون کوره با حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس نمونه را بلافاصله در دسیکاتور قرار داده و توزین شدند. به کمک فرمول زیر درصد خاکستر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Lesani and Mojtahedi, 2002).

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

درصد ماده خشک دانه: ۱۰ گرم دانه از هر نمونه را آسیاب کرده سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند و از طریق فرمول زیر درصد ماده خشک دانه محاسبه شد (Lesani and Mojtahedi, 2002).

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{\text{وزن نمونه خشک}}{\text{وزن نمونه تر}} \times 100$$

در نهایت داده‌های کلیه صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه واریانس شد و با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند.

سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین تعداد بذر در کپسول مربوط به توده اصفهان در تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۱۳/۸ عدد بذر بود. کمترین تعداد بذر نیز متعلق به تاریخ آخر و توده هند بود (جدول ۵).

### تعداد بذر پوک در کپسول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفت تعداد بذر پوک در کپسول سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارهای توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۳). مطابق با جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل بیشترین تعداد بذر پوک در کپسول از تیمار آخرین تاریخ کاشت توده هند حاصل شد (جدول ۵). تاخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش طول دوره رشد گیاه شده که نتیجه آن کاهش میزان فتوسنتز گیاه و کاهش طول دوره پر شدن دانه خواهد بود (Rezvani Moghaddam and Motlagh, 2007).

### تعداد فولیکول در کپسول

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که صفت تعداد فولیکول در کپسول تحت اثر تیمار توده قرار گرفت و تعداد فولیکول در توده اصفهان بیشتر از توده هند بود (جدول ۴). اثر تاریخ کاشت بر این صفت نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳) به طوری که تعداد فولیکول در کپسول از تاریخ ۲۵ آبان تا تاریخ ۱ فروردین سیر نزولی داشت (جدول ۴). اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر تعداد فولیکول در کپسول معنی‌دار نبود (جدول ۳).

آب و هوای اصفهان می‌باشد. تاریخ کاشت نیز بر صفت تعداد گل در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱) و بیشترین تعداد متعلق به تاریخ ۲۵ آبان می‌باشد (جدول ۲). اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

رضوانی مقدم و مطلق (Rezvani Moghaddam and Motlagh, 2007)

گزارش کردند که تعداد کپسول در بوته سیاهدانه تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفته که بیشترین تعداد کپسول در بوته متعلق به تاریخ دوم و اول یعنی ۲۵ فروردین و ۱۰ اردیبهشت بود. آنها علت کاهش تعداد کپسول را در بوته، در تاریخ‌های آخر مربوط به برخورد گیاه با شرایط هوای گرم و تنش رطوبت عنوان کردند که خود باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته شد.

### صفات اجزای عملکرد سیاهدانه

#### تعداد بذر در بوته

تفاوت توده‌ها بر تعداد بذر در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوری که تعداد بذر در توده اصفهان بیشتر بود (جدول ۴). همچنین، اثر تاریخ کاشت بر تعداد بذر در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). در بین تاریخ‌های مختلف کاشت نیز بیشترین تعداد بذر در تاریخ کاشت اول (۸۸/۸/۲۵) و کمترین تعداد بذر در تاریخ کاشت آخر (۸۹/۱۵/۱) حاصل شد (جدول ۲ و ۴). ولی اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر تعداد بذر در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳).

#### تعداد بذر در کپسول

اثر توده‌های سیاه دانه، تاریخ‌های مختلف کاشت و اثر متقابل این دو تیمار بر تعداد بذر در کپسول در

### تعداد بذر در فولیکول

تفاوت توده‌ها از لحاظ صفت تعداد بذر در فولیکول معنی‌دار نبود ولی تاریخ کاشت بر صفت تعداد بذر در فولیکول اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت (جدول ۳)، به طوری که بیشترین تعداد بذر در فولیکول متعلق به تاریخ کشت ۸۸/۸/۲۵ بود اما تفاوت معنی‌داری بین این تاریخ کاشت با تاریخ کاشت ۸۸/۹/۲۵ وجود نداشت (جدول ۴). کمترین تعداد بذر در فولیکول از تیمار آخرین تاریخ کشت (۸۹/۱/۱۵) حاصل شد (جدول ۴). همچنین، نتایج جدول ۳ نشان داد که این صفت تحت تاثیر اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار گرفت و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین تعداد بذر در فولیکول مربوط به توده اصفهان در تاریخ اول و کمترین تعداد بذر در فولیکول مربوط به توده هند در تاریخ کشت چهارم بود (جدول ۵).

### وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفت وزن هزار دانه تحت تاثیر تیمارهای توده و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار نگرفت و اثر این تیمارها بر صفت وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. اما تاریخ کاشت بر صفت وزن هزار دانه اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت (جدول ۳). در بین تاریخ‌های کاشت مختلف بیشترین میزان وزن هزار دانه از تاریخ کاشت اول (۸۸/۸/۲۵) حاصل شد اما تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با تاریخ کاشت دوم (۸۸/۹/۲۵) مشاهده نشد. تاریخ کاشت آخر (۸۹/۱/۱۵) سبب بیشترین کاهش در میزان وزن هزار دانه سیاه دانه شد (جدول ۴). کاهش وزن هزار دانه سیاهدانه در تاریخ کاشت آخر می‌تواند عمدتاً به خاطر کاهش طول دوره هر یک از

مراحل نمو باشد. در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام نسبت به زود هنگام طول دوره پر شدن دانه کاهش و سرعت پر شدن دانه افزایش یافته و در نتیجه دانه‌ها چروکیده شده و در نهایت وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. رضوانی مقدم و مطلق (Rezvani Moghaddam and Motlagh, 2007) در آزمایشی نشان دادند که تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه گیاه سیاهدانه اثر معنی‌دار دارد. دی‌آنتونو (D'Antuono et al., 2002) گزارش کردند که با تاخیر در کاشت وزن هزار دانه گیاه سیاهدانه نیز کاهش یافت. به طور کلی رشد دانه تحت تاثیر دو مؤلفه سرعت رشد و طول دوره پر شدن دانه است. هرچند این دو مؤلفه تا حدودی تحت تاثیر توارث ژنتیکی رقم قرار دارند، اما تغییر شرایط محیطی نیز می‌تواند روی هر یک از دو جزء تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر جای گذارد (Askari et al., 2002).

### صفات عملکرد سیاهدانه

#### عملکرد دانه

تیمارهای توده در سطح احتمال ۵٪، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشتند (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل توده در تاریخ کاشت نشان داد که توده اصفهان و تاریخ کاشت اول بیشترین عملکرد دانه به خود اختصاص داد، البته تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با تیمار توده اصفهان و تاریخ کاشت دوم وجود نداشت (جدول ۷). این نتایج نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، تاریخ‌های کاشت پاییزه به مراتب دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به تاریخ‌های کاشت بهاره می‌باشد. دی‌آنتونو (D'Antuono et al., 2002) بیشترین عملکرد دانه سیاهدانه را در تاریخ کاشت ۳ مارس

(جدول ۷). این موضوع نشان‌دهنده‌ی آن است که تاریخ‌های کاشت زود هنگام همان‌طور که سبب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه شده است منجر به افزایش شاخص برداشت گیاه نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام (با تاخیر) می‌شود.

### صفات کیفی بذور سیاهدانه

#### درصد روغن دانه

بر اساس تجزیه واریانس (جدول ۹) تفاوت توده‌ها از لحاظ درصد روغن دانه در سطح ۱٪/ معنی‌دار بود، به طوری که درصد روغن دانه توده اصفهان بیش از توده هند بود (جدول ۱۰). میزان روغن دانه صفتی ارثی و با وراثت پذیری بالا می‌باشد. علاوه بر این، تا حدودی تحت تاثیر شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرد. از جمله عواملی که می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود، مواجه شدن مرحله پر شدن دانه با هوای گرم، تنش آب ایجاد شده در اثر دمای زیاد و همزمانی ذخیره و تجمع لیپید دانه‌ها با این شرایط است (Whitfield, 1992). همچنین، شرایطی که سرما و یخبندان باعث پیش رسی دانه شود نیز می‌تواند مقدار روغن دانه را کاهش دهد (Abadian et al., 2008). در این آزمایش درصد روغن دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار نگرفت.

#### عملکرد روغن دانه

تفاوت توده‌ها از لحاظ عملکرد روغن دانه در سطح ۵٪/ معنی‌دار بود (جدول ۹). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد روغن دانه توده اصفهان بیش از توده هند است (جدول ۱۰). تیمارهای تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت نیز در سطح ۱٪/

(۱۵ اسفند) در مقایسه با تاریخ‌های کاشت ۳ آوریل (۱۵ فروردین) و ۳ می (۱۵ اردیبهشت) در شمال ایتالیا گزارش کردند به طوری که با تاخیر در کاشت عملکرد دانه کاهش یافت. علاوه بر این نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل توده در تاریخ کاشت نشان داد که به طور کلی هر چهار تاریخ کاشت مربوط به توده اصفهان از عملکرد بیشتری نسبت به توده هند برخوردار است (جدول ۸).

#### عملکرد بیولوژیک

تیمارهای توده و تاریخ کاشت بر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪/ اثر معنی‌دار داشتند ولی اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۶). مطابق با عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک توده اصفهان بیش از توده هند بود. همچنین، تاریخ کاشت ۸۸/۸/۲۵ بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۷). از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد بیولوژیکی گیاه به دلیل تاخیر در کاشت کاهش طول دوره رشد و نهایتاً کاهش طول دوره فتوسنتزی گیاه می‌باشد (D'Antuono et al., 2002).

#### شاخص برداشت

تفاوت توده‌ها و تاریخ کاشت از لحاظ شاخص برداشت به ترتیب در سطح احتمال ۵٪/ و ۱٪/ معنی‌دار بود اما اثر متقابل توده در تاریخ کشت معنی‌دار نبود (جدول ۶). شاخص برداشت در توده اصفهان بیش از توده هند بود که می‌تواند نشان‌دهنده تولید بذر بیشتر در توده اصفهان نسبت به توده هند باشد (جدول ۴). تاریخ‌های اول، دوم و سوم در یک گروه آماری قرار گرفتند، با این وجود بیشترین شاخص برداشت از تاریخ کشت دوم و کمترین از تاریخ کشت چهارم بود.



### درصد ماده خشک دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تفاوت توده‌ها از لحاظ درصد ماده خشک دانه در سطح احتمال ۱٪. معنی‌دار بود (جدول ۹). به طوری که درصد ماده خشک دانه در توده اصفهان بیش از توده هند بود (جدول ۱۰). از آن جایی که درصد ماده خشک دانه به طور مستقیم تحت تاثیر میزان جذب مواد فتوسنتزی در دانه و در نهایت عملکرد نهایی دانه می‌باشد بنابراین مطابق با جدول ۷ عملکرد دانه بیشتر در توده اصفهان سبب افزایش درصد ماده خشک دانه در این توده نسبت به توده هند شده است.

در این آزمایش اثر تیمارهای تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر درصد ماده خشک دانه اثر معنی‌دار نداشتند (جدول ۹).

### غلظت عناصر معدنی در دانه

#### سدیم دانه

تیمار توده بر صفت میزان سدیم دانه معنی‌دار نبود. اما اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل توده و تاریخ کاشت بر صفت میزان سدیم دانه به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱۲). بیشترین و کمترین میزان سدیم به ترتیب در توده هند از تاریخ کاشت چهارم با میانگین ۵/۸۵۲ ppm و تاریخ کاشت اول با میانگین ۴/۶۲۴ ppm بود (جدول ۱۴).

#### پتاسیم دانه

تفاوت توده‌ها از لحاظ میزان پتاسیم دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱۲) که میزان این ماده معدنی در توده هند با میانگین ۵۰۲/۳ ppm ۶۱۶/۱ بیش از توده اصفهان با میانگین ۵۰۲/۳ ppm بود (جدول ۱۳). اما میزان پتاسیم دانه تحت تاثیر

معنی‌دار بود (جدول ۹). میزان عملکرد روغن دانه از تاریخ اول تا تاریخ آخر روند نزولی داشت. بیشترین عملکرد روغن دانه هر چهار تاریخ کاشت مربوط به توده اصفهان تعیین شد و حداکثر مقدار در تاریخ کاشت اول بدست آمد. کمترین عملکرد دانه در تاریخ کشت دوم و چهارم از توده هند بود (جدول ۱۱). آبادیان و همکاران (Abadian *et al.*, 2008) در آزمایش خود تحت عنوان اثر تاریخ کاشت تاخیری بر صفات کمی و کیفی کانولا عنوان کردند که علت کاهش عملکرد روغن در تاریخ آخر (۳۰ آذر)، کاهش رشد گیاه، برخورد با گرما در طی مرحله پر شدن دانه‌ها، افزایش تنفس و کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه و روغن شده است.

### درصد خاکستر دانه

تفاوت توده‌ها از لحاظ درصد خاکستر دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۹). مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از بیشتر بودن درصد خاکستر دانه در توده هند نسبت به توده اصفهان بود (جدول ۱۰). یکی از مهم‌ترین دلایل این موضوع می‌تواند مرتبط با بالا بودن غلظت عناصر معدنی در دانه‌های سیاهدانه توده هند باشد. همان‌طور که در جدول غلظت عناصر معدنی موجود در دانه‌های دو توده مشاهده می‌شود (جدول ۱۳)، غلظت عناصر معدنی سدیم، پتاسیم، منیزیم، آهن و مس در دانه توده هند بیشتر از توده اصفهان بوده و غلظت عناصر روی و منگنز از نظر آماری بین این دو توده معنی‌دار نیست. تیمارهای تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر درصد خاکستر دانه اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۹).

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل نشان داد که تاریخ دوم توده اصفهان و تاریخ آخر توده هند به ترتیب از بیشترین و کمترین میزان فسفر برخوردار بودند (جدول ۱۴).

#### آهن دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱۲) نشان داد که تیمارهای توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر صفت میزان ماده معدنی آهن اثر معنی دار در سطح احتمال ۱٪ داشتند. میزان ماده معدنی آهن در توده هند بیش از توده اصفهان بود. تاریخ کاشت ۸۸/۸/۲۵ و تاریخ کاشت ۸۹/۱/۱۵ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان آهن را داشتند (جدول ۱۳). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل نشان داد که بیشترین و کمترین میزان آهن متعلق به توده اصفهان در تاریخ کشت اول و دوم بود (جدول ۱۴).

#### مس دانه

تیمارهای توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت بر صفت میزان ماده معدنی مس اثر معنی دار در سطح احتمال ۱٪ داشتند (جدول ۱۲). میزان ماده معدنی مس در توده هند بیش از توده اصفهان بود. تاریخ کاشت اول و آخر بیشترین میزان ماده معدنی مس را داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. البته میزان مس در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کشت آخر بود (جدول ۱۳). بیشترین میزان ماده معدنی مس متعلق به توده هند در تاریخ اول و کمترین میزان ماده معدنی مس به ترتیب مربوط به تاریخ سوم و تاریخ دوم توده اصفهان می‌باشد (جدول ۱۴).

تیمار تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۱۲).

#### منیزیم دانه

تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت توده‌ها از لحاظ میزان منیزیم دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱۲) که میزان این ماده معدنی در توده هند با میانگین ۵/۴۴ ppm بیش از توده اصفهان با میانگین ۵/۴۲ ppm بود (جدول ۱۳). اما میزان منیزیم دانه تحت تاثیر تیمار تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۱۲).

#### کلسیم دانه

صفت میزان ماده معدنی کلسیم تحت تاثیر تیمارهای توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار گرفت و تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بودند (جدول ۱۲). مطابق با مقایسه میانگین اثرات متقابل کشت توده اصفهان در اولین تاریخ کاشت از میزان بیشتر کلسیم برخوردار بود و کمترین میزان کلسیم دانه از توده هند و تاریخ کشت آخر حاصل شد (جدول ۱۴).

#### فسفر دانه

تفاوت توده‌ها از لحاظ میزان فسفر دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱۲)، به طوری که توده اصفهان نسبت به توده هند از میزان فسفر بیشتری برخوردار است (جدول ۱۳). همچنین، مشخص شد که تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۱۳). تاریخ کاشت اول و تاریخ کاشت آخر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان فسفر را داشتند.

### روی دانه

میزان عنصر روی تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای توده، تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۱۲).

### منگنز دانه

تفاوت توده‌ها از لحاظ میزان ماده معدنی منگنز از نظر آماری معنی‌دار نبود. تیمارهای تاریخ کاشت و اثر متقابل توده در تاریخ کاشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان ماده معدنی منگنز داشت (جدول ۱۲). تاریخ کاشت اول و آخر بیشترین میزان منگنز را داشتند (جدول ۱۳). همچنین، مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیشترین میزان منگنز مربوط به تاریخ کاشت اول و آخر توده اصفهان بود (جدول ۱۴).

### نتیجه‌گیری کلی

توده‌های بررسی شده سیاهدانه در این آزمایش از لحاظ صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، کیفی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نشان دادند. توده اصفهان دارای بیشترین میزان برای همه صفات اندازه‌گیری شده به جز صفات درصد وزنی غلاف کپسول، وزن

هزار دانه، درصد ماده خشک دانه، میزان سدیم، پتاسیم، منیزیم، آهن و کلسیم بود. همچنین، در این تحقیق مشخص شد که تاریخ کاشت اول (۸۸/۸/۲۵) برای هر دو توده به دلیل داشتن بالاترین سطح در اکثر صفات وابسته به عملکرد دانه قابل توصیه می‌باشد. البته با توجه به نتایج حاصله تاریخ کاشت دوم را نیز می‌توان برای توده اصفهان استفاده نمود. اگر هدف از کشت تولید روغن دانه باشد، تاریخ کاشت دوم و سوم برای توده اصفهان و تاریخ کاشت سوم برای توده هند به لحاظ داشتن درصد روغن بالا و تاریخ کاشت اول به لحاظ عملکرد روغن بالا برای هر دو توده قابل استفاده می‌باشد. تاریخ کاشت بر دیگر صفات کیفی دانه هر دو توده اثرات متفاوتی داشت. در حقیقت شرایط آب و هوایی متفاوت می‌تواند در تولید و ذخیره مواد معدنی تاثیرگذار باشد.

### سپاس‌گزاری

از آقای مهندس ابوالفضل توسلی که در تدوین و نگارش این مقاله ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی دو توده سیاهدانه در تاریخ‌های کاشت مختلف  
**Table 1-** Variance analysis some morphological factors of black cumin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	ارتفاع بوته	تعداد گل در بوته
		Plant height	No. flower in plant
Mean square (MS)			
بلوک Block	3	12.75 <sup>ns</sup>	1.42 <sup>ns</sup>
توده Variety	1	8367 <sup>**</sup>	734.60 <sup>**</sup>
خطای اصلی Error a	3	14.20	0.52
تاریخ کاشت Sowing data	3	278.40 <sup>**</sup>	191.70 <sup>**</sup>
توده × تاریخ کاشت Variety × Sowing data	3	19.36 <sup>ns</sup>	9.05 <sup>ns</sup>
خطای فرعی Error b	18	19.12	1.97
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	9.55	10.32

ns: non significant, \* and \*\* significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی سیاهدانه  
**Table 2-** Mean comparison of morphological factors in black cumin

تیمار Treatment	تعداد گل در بوته No. flower in plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)
توده Variety		
توده اصفهان Isfahan Variety	61.94	18.43
توده هند India Variety	29.6	8.84
تاریخ کاشت Sowing data		
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	51.49 a	18.75 a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	47.51 b	16.73 b
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	46.56 b	10.67 c
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	37.52 c	8.40 d

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
 Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی اجزای عملکرد دو توده سیاهدانه در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 3- Variance analysis some yield components of black cumin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	تعداد بذر در بوته No. seed per plant	تعداد بذر در کپسول No. seed per capsule	تعداد بذور پوک در کپسول No. hollow seeds per capsule	تعداد فولیکول در کپسول No. Phollicule per capsule	تعداد بذر در فولیکول No. seed per Phollicule	وزن هزار دانه 1000-seed weight
Mean square (MS)							
بلوک Block	3	17101 <sup>ns</sup>	289.7 <sup>ns</sup>	1.283 <sup>ns</sup>	0.016 <sup>ns</sup>	3.275 <sup>ns</sup>	0.082 <sup>ns</sup>
توده Variety	1	3235679 <sup>**</sup>	8703 <sup>**</sup>	292.9 <sup>**</sup>	21.08 <sup>**</sup>	50.45 <sup>ns</sup>	0.247 <sup>ns</sup>
خطای اصلی Error a	3	46660	198.6	2.847	0.132	5.502	0.033
تاریخ کاشت Sowing data	3	659220405 <sup>**</sup>	1589 <sup>**</sup>	24.84 <sup>**</sup>	0.927 <sup>**</sup>	26.39 <sup>**</sup>	0.208 <sup>*</sup>
توده × تاریخ کاشت Variety × Sowing data	3	6965 <sup>ns</sup>	290.8 <sup>**</sup>	33.61 <sup>**</sup>	0.202 <sup>ns</sup>	6.655 <sup>**</sup>	0.034 <sup>ns</sup>
خطای فرعی Error b	18	23769	51.55	1.66	0.133	1.275	0.05
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	22.68	9.07	25.11	6.06	8.74	11.13

ns: non significant, \* and \*\* significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. NS غیر معنی‌دار. \* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- مقایسه میانگین اجزای عملکرد سیاهدانه

Table 4. Mean comparison of yield components in black cumin

تیمار Treatment	تعداد بذر در بوته No. seed per plant	تعداد بذر در کپسول No. seed per capsule	تعداد بذور پوک در کپسول No. hollow seeds per capsule	تعداد فولیکول در کپسول No. Phollicule per capsule	تعداد بذر در فولیکول No. seed per Phollicule	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
توده Variety						
توده اصفهان Isfahan Variety	997.8	95.66	1.557	14.17	6.83	1.928
توده هند India Variety	361.8	62.68	7.608	11.66	5.207	2.104
تاریخ کاشت Sowing data						
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	1021.0 a	94.35 a	4.10 b	14.64 a	6.406 a	2.207 a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	782.9 b	83.34 b	4.07 b	13.54a	6.156 ab	2.086 ab
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	561.7 c	78.46 b	3.03 b	13.12 b	5.757 bc	1.916 b
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	353.7 d	60.53 c	7.12 a	10.73 c	5.726 c	1.854 b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری وارپته و تاریخ کاشت روی برخی اجزای عملکرد در سیاهدانه

**Table 5-** Mean comparison of treatment combination of variety × sowing date on some yield components in black cumin

تیمار Treatment	تعداد بذر در کپسول No. seed per capsule	تعداد بذور پوک در کپسول No. hollow seeds per capsule	تعداد بذر در فولیکول No. seed per Phollycule	
توده اصفهان Isfahan Variety	۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	113.80 a	1.479 d	7.288 a
	۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	100.30 ab	1.581 d	7.174 a
	۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	86.31 bc	1.965 cd	6.422 b
	۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	82.07 cd	1.206 d	6.437 b
	۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	74.59 cd	6.722 b	5.585 c
توده هند India Variety	۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	66.16 d	6.565 b	5.137 c
	۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	70.61 cd	4.112 c	5.091 c
	۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	30.00 e	13.030 a	5.014 c

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند. Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات عملکرد دو توده سیاهدانه در تاریخ‌های مختلف کاشت

**Table 6-** Variance analysis yield factors of black cumin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Mean square (MS)				
بلوک Block	3	294663 <sup>ns</sup>	۱۲۸۷۲ <sup>ns</sup>	7.746 <sup>ns</sup>
توده Variety	1	4096886*	۳۶۷۲۳۷**	130.900*
خطای اصلی Error a	3	254205	10450	4.744
تاریخ کاشت Sowing data	3	450545**	121328**	125.700**
توده × تاریخ کاشت Variety × Sowing data	3	178596**	28169 <sup>ns</sup>	137.400 <sup>ns</sup>
خطای فرعی Error b	18	22800	14338	12.500
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	20.17	24.27	19.760

ns غیرمعنی‌دار \* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ns: non significant, \* and \*\* significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات زراعی سیاهدانه

Table 7- Mean comparison some agronomic factors of black cumin

تیمار Treatment	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
توده Variety			
توده اصفهان Isfahan Variety	530.8	1106.0	19.91
توده هند India Variety	316.4	390.8	15.86
تاریخ کاشت Sowing data			
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	581.7 a	1081.0 a	17.89 a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	406.9 bc	723.5 b	20.89 a
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	424.2 b	666.9 bc	20.84 a
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	281.4 c	522.8 c	12.28 b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند. Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۸- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری واریته و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه سیاهدانه

Table 8- Mean comparison of treatment combination of variety × sowing data on seed yield of black cumin

تیمار Treatment	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	694.6 a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	501.9 ab
توده اصفهان Isfahan Variety	
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	462.5 b
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	463.6 b
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	468.8 b
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	312.0 b
توده هند India Variety	
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	385.9 b
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	99.1 c

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند. Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۹- تجزیه واریانس صفات کیفی دو توده سیاهدانه در تاریخ‌های مختلف کاشت  
**Table 9-** Variance analysis of qualitative factors of black cumin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	روغن دانه	عملکرد روغن دانه	خاکستر دانه	درصد ماده خشک دانه
		Seed oil (%)	Seed oil yield (kg/ha)	Seed ash (%)	Seed dry matter (%)
Mean square (MS)					
بلوک Block	3	4.61 <sup>ns</sup>	60719 <sup>ns</sup>	0.165 <sup>ns</sup>	0.066 <sup>ns</sup>
توده Variety	1	167.50 <sup>**</sup>	861942 <sup>*</sup>	3.270 <sup>*</sup>	18.710 <sup>**</sup>
خطای اصلی Error a	3	1.72	50772	0.180	0.138
تاریخ کاشت Sowing data	3	27.56 <sup>ns</sup>	51751 <sup>**</sup>	0.258 <sup>ns</sup>	0.019 <sup>ns</sup>
توده × تاریخ کاشت Variety × Sowing data	3	12.25 <sup>ns</sup>	38990 <sup>**</sup>	0.101 <sup>ns</sup>	0.131 <sup>ns</sup>
خطای فرعی Error b	18	11.17	5103	0.165	0.189
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	8.12	22.63	7.71	0.470

ns: non significant, \* and \*\* significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات کیفی سیاهدانه  
**Table 10-** Mean comparison of qualitative factors of black cumin

تیمار Treatment	روغن دانه Seed oil (%)	عملکرد روغن دانه Seed oil yield (kg/ha)	خاکستر دانه Seed ash (%)	درصد ماده خشک دانه Seed dry matter (%)
توده Variety				
توده اصفهان Isfahan Variety	43.54	479.7	4.954	93.41
توده هند India Variety	38.88	151.5	5.596	91.88
تاریخ کاشت Sowing data				
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	38.78 b	420.3 a	5.438 a	92.61 a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	41.42 ab	318.1 b	5.338 a	92.71 a
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	43.30 a	298.8 bc	5.019 a	92.63 a
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	41.15 ab	225.2 c	5.302 a	92.64 a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
 Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.



جدول ۱۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری واریته و تاریخ کاشت برصفت کیفی سیاهدانه

**Table 11-** Mean comparison of treatment combination of variety × sowing date on qualitative factors of black cumin

تیمار Treatment	عملکرد روغن دانه Seed oil yield (kg/ha)	
توده اصفهان Isfahan Variety	۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	485.6 a
	۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	535.6 a
	۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	463.3 a
	۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	434.3 a
	۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	354.9 ab
	۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	100.6 c
توده هند India Variety	۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	134.2 bc
	۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	16.1 c

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۱۲- تجزیه واریانس برخی عناصر معدنی در دانه دو توده سیاهدانه در تاریخ‌های مختلف کاشت

**Table 12-** Variance analysis some mineral elements in black cumin seed

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	Na	K	Mg	Ca	P	Fe	Cu	Zn	Mn
		Mean square (MS)								
بلوک Block	3	0.139 <sup>ns</sup>	1747.0 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	1.25 <sup>ns</sup>	0.001*	0.001 <sup>ns</sup>	1.508 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
توده Variety	1	0.481 <sup>ns</sup>	103562.0**	0.002*	1.242**	46.32*	0.011**	0.483**	0.056 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>
خطای اصلی Error a	3	1.405	2374.2	0.0001	0.008	1.47	0.0001	0.009	0.629	0.001
تاریخ کاشت Sowing data	3	1.264*	7072.9 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.642**	34.88**	0.045**	0.047**	2.257 <sup>ns</sup>	0.003**
توده × تاریخ کاشت Variety × Sowing data	3	3.569**	3721.2 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.687**	87.45**	0.026**	0.028**	2.406 <sup>ns</sup>	0.003**
خطای فرعی Error b	18	0.263	3712.5	0.0001	0.021	0.82	0.0001	0.005	1.271	0.0001
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	11.450	10.9	0.350	11.05	5.59	4.32	6.48	6.63	6.00

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۱۳- مقایسه میانگین برخی عناصر معدنی در دانه سیاهدانه بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم  
**Table 13-** Mean comparison some mineral elements in black cummin seed (mg/kg)

تیمار Treatment	سدیم Na	پتاسیم K	منیزیم Mg	کلسیم Ca	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	روی Zn	منگنز Mn
توده Variety									
توده اصفهان Isfahan Variety	4.358	502.3	5.426	1.493	17.44	0.4391	0.926	17.05	0.3528
توده هند India Variety	4.603	616.1	5.440	1.099	15.03	0.4755	1.172	16.97	0.3297
تاریخ کاشت Sowing data									
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	3.951 b	565.7 a	5.445 a	1.648 a	18.88 a	0.5536 a	1.137 a	16.71 a	0.3528a
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	4.605 a	580.1 a	5.433 b	1.209 b	14.00 d	0.3761 d	1.002 b	17.64 a	0.3191c
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	4.464 ab	515.5 a	5.427 b	1.355 b	16.75 b	0.4721 b	0.970 b	16.45 a	0.3327b
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	4.902 a	575.6 a	5.425 b	0.970 c	15.31 c	0.4274 c	1.086 a	17.22 a	0.3603a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
 Mean followed by similar letters at each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

جدول ۱۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری وارپته و تاریخ کاشت روی برخی عناصر معدنی در دانه سیاهدانه بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

**Table 14-** Mean comparison of treatment combination of variety × sowing date on some mineral elements in black cummin seed (mg/kg)

تیمار Treatment	سدیم Na	کلسیم Ca	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منگنز Mn
توده اصفهان Isfahan Variety						
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	4.624 abc	2.198 a	18.25 ab	0.6024 a	0.9845 c	a0.3692
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	4.400 bc	1.245 c	19.75 a	0.2893 e	0.8285 d	b0.3175
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	4.455 bc	1.245 c	15.00 c	0.4713 c	0.8451 d	b0.3275
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	3.952 bc	1.282 bc	16.75 b	0.3934 d	1.046 bc	a0.397
توده هند India Variety						
۸۸/۸/۲۵ 16.10.2009	3.277 c	1.098 c	19.50 a	0.5048 b	1.29 a	0.3364 b
۸۸/۹/۲۵ 16.11.2009	4.81 ab	1.172 c	8.25 d	0.4630 c	1.176 ab	0.3207 b
۸۸/۱۲/۱۵ 6.3.2010	4.473 bc	1.462 b	18.50 a	0.4730 c	1.096 bc	0.338 b
۸۹/۱/۱۵ 6.4.2010	5.852 a	0.659 d	13.88 c	0.4614 c	1.126 b	0.3236 b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.  
 Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's test.

## References

## منابع مورد استفاده

- Abadian, H., N. Latifi., B. Kamkar, and M. Bagheri. 2008. Effect of delay sowing date and density on quantitative and qualitative factors of canola in Gorgan. *Journal of Agriculture and Natural Resources*. 15(5): 51-63. (In Persian).
- 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 Journal of Agricultural*. 11: 21-24.
- Askari, A., A. Hashemi Dezfouli, and D. Mazaheri. 2002. Effect of sowing date on limitation of wheat genotypes source after flowering. *Journal of Plant and Seed*. 18: 32-48. (In Persian).
- Babaei, A. 1995. Effect of water stress on growth and development stages, essence quantitative and qualitative and oil amount of black cumin. MSc thesis of plant sciences. Islamic Azad University, North Tehran Branch. (In Persian).
- Babayan, V.K., D. Koottungal, and G. A. Halaby. 1978. Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of *Nigella sativa* L. seeds. *Journal of Food Science*. 43: 1314-1315.
- Bange, M., P. Hammer, and K.G. Rickert. 1998. Temperature and sowing date affect the linear increase of sunflower harvest index. *Journal of Agronomy*. 90: 324-328.
- D'antuono, F.L., A. Moretti, and F. S.A. Lovato. 2002. Seed yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascene* L., *Industrial Crops and Products*. 15: 59-69.
- Kazerani, N., L. Saad Abadi., F. Saeidi Naeini, and P. Dashti. 2005. Effect of sowing date and sowing method on yield and yield components of medicinal plant of black cumin. National Conference of Medicinal Plants Sustainable Development. Mashhad. Pp: 175-176. (In Persian).
- Khajehpour, M.R. 2001. Basics of agronomy. Jihad-Daneshgahi Publishers, Isfahan. P: 420. (In Persian).
- Lesani, H., and M. Mojtahedi. 2002. Plant physiological basics. Tehran University Publishers. P: 420. (In Persian).
- Manafi Mollayusofi, M. and B. Hayati. 2009. Production and export of Iran medicinal plants: benefits, problems and solutions. 1<sup>st</sup> Regional Conference of Economic and Marketing of Medicinal Plants (Iran western), Kordestan. Pp: 145-156. (In Persian).
- Mozaffarian, V. 1996. Iran plants names dictionary. Farhang Mo'aser Publishers, Tehran. P: 365. (In Persian).
- Rezvani Moghaddam, P., and M.A. Motlagh. 2007. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of black cumin in Ghaenat city condition. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi in Natural Resources*. 76: 62-68. (In Persian).
- Whitfield, D.M. 1992. Effect of temperature and aging on CO<sub>2</sub> exchange of pods of oilseed rape. *Field Crops Research*. 28: 305-313.