

## اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه (*Nigella sativa*)

• قدیر نوروزپور، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد  
 • پرویز رضوانی مقدم، دانشیار قطب علمی گیاهان ویژه گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد  
 تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۸۵  
 Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir

### چکیده

به منظور مطالعه اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بوته بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی سیاه‌دانه یک آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی انجام شد. برای این منظور سه سطح فواصل آبیاری (یک، دو و سه هفته) با پنج سطح تراکم بوته (۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بوته در متر مربع) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی؛ با چهار تکرار اجرا شد. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از عملکرد دانه، درصد روغن، درصد اسانس، عملکرد روغن و عملکرد اسانس. نتایج حاصله نشان داد که فواصل آبیاری اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه داشت. افزایش فواصل آبیاری در صد و عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه را کاهش داد. تراکم بوته اثر معنی‌داری بر درصد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه نداشت. بین سطوح مختلف تراکم بوته اختلاف معنی‌داری در عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه‌دانه وجود داشت. بین تیمارهای مورد مطالعه در فاصله یک هفته آبیاری و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع بیشترین عملکرد روغن (۴۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱۴/۰۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد.

کلمات کلیدی: سیاه‌دانه، فواصل آبیاری، تراکم بوته، عملکرد روغن و عملکرد اسانس

Pajouhesh & Sazandegi No:73 pp: 133-138

**Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa*)**

By: G. Norozpoor., Post graduate students, and , P. Rezvani Moghaddam., Associated Professor of Center of Excellence for Special Crops, respectively. Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

In order to study the effects of different irrigation intervals and plant density on qualitative characteristic of black cumin (*Nigella sativa*), a field experiment was conducted at Research Station of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in growing season 2002. Three irrigation intervals (one, two

and three weeks) and five plant densities (150, 200, 250, 300 and 350 plant/m<sup>2</sup>) were compared in a split plot based on Complete Randomized block Design with four replications. Results showed that irrigation intervals had significant effects on all studied characteristics. Increasing irrigation intervals reduced percentage and yield of oil and essences of black cumin grains. Plant density did not have significant effects on percentage of oil and essences of black cumin grains. There were significant difference between different plant densities in terms of oil and essences yield of black cumin grains. Between all treatments, one week irrigation interval with 250 plant/m<sup>2</sup> had the highest oil and essences yield (411 and 14.1 kg/ha, respectively).

**Key words:** *Nigella sativa*, Irrigation, Plant density, Grain yield

### مقدمه

با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی در سال‌های اخیر توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی شده که با افزایش مصرف آنها (۳) نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح می‌باشد (۳،۲). سیاه‌دانه با نام علمی *Nigella sativa* یک گیاه دارویی دو لپه، علفی و یک‌ساله که متعلق به خانواده آلاله می‌باشد (۴، ۱۰، ۱۲) که برای دانه آن خواصی مانند شیرآوری، ضد نفخ، مسهل و ضد انگل، ضد صرع، ضد ویروس، ضد باکتری، ضد تومور، مسکن و کاهش دهنده قندخون، شل کننده عضلات صاف، سیتوتوکسیک و محرک ایمنی را ذکر نموده‌اند (۱۲، ۲۱). بررسی‌های انجام گرفته حاکی از آن است که ساخت مواد موثره گیاهان دارویی تحت تاثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است (۳، ۱۳، ۲۲).

آب یکی از مهمترین عوامل محیطی در تولید محصولات مختلف می‌باشد. به طوری که کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین مواد موثره گیاهان دارویی وارد نماید (۳). آب نه تنها به لحاظ اکولوژیکی بلکه به لحاظ فیزیولوژیکی نیز دارای اهمیت است زیرا در اکثر فرآیندهای داخلی گیاه دخالت داشته و تقریباً تمام فعالیت‌های متابولیکی سلول‌های گیاهی از جمله ساخت مواد موثره در گیاهان دارویی بستگی به وجود آب دارد (۳، ۱۴، ۱۸). بطور مثال میزان اسانس در بابونه به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی از جمله آب قرار گرفته به طوری که با کاهش آبیاری از مقدار اسانس کاسته می‌شود (۳). تحقیقات انجام شده بر روی دو گونه تاجریزی حاکی از آن است که مقدار مواد موثره این گیاهان با آبیاری منظم و به موقع افزایش می‌یابد (۳). همچنین مطالعه انجام شده توسط مظفری و همکاران (۱۹) بر روی سیاه‌دانه حاکی از آن است که افزایش تنش خشکی درصد روغن دانه را افزایش داده اما عملکرد روغن به دلیل کاهش عملکرد در تنش‌های بالای آبیاری کاهش می‌یابد. دفعات آبیاری در بررسی رضائی نژاد و همکاران (۹) تاثیر معنی‌داری بر درصد اسانس زیره سبز داشت. جوانشیر و همکاران (۵) گزارش کردند که در صد اسانس انیسون در رژیم‌های مختلف آبیاری به طور معنی‌داری تغییر کرد. گزارشات مختلفی نیز حاکی از افزایش روغن استحصالی در واحد سطح با کاهش آب آبیاری می‌باشد (۱۵، ۱۹، ۲۰).

در زراعت تک کشتی، تراکم بهینه یکی از عوامل موفقیت در تولید می‌باشد. اگر میزان تراکم بوته بیش از حد بهینه باشد عوامل محیطی موجود از جمله رطوبت، نور و مواد غذایی در حد بهینه در اختیار هر بوته قرار نمی‌گیرد و برعکس چنانچه تراکم بوته کمتر از حد مطلوب باشد از امکانات محیطی موجود به نحو مطلوب استفاده نمی‌شود که خود باعث کاهش محصول می‌گردد (۶ و ۱۰). تراکم بوته از جمله فاکتورهای مهم زراعی است که بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله سیاه‌دانه موثر می‌باشد (۳). گزارشات متعددی نیز حاکی از تاثیر تراکم بر میزان مواد موثره گیاهان دارویی می‌باشد (۱۴، ۲۲). Ahmed و Haque (۱۱) در مصر تاثیر تراکم بوته را بر روی درصد اسانس و روغن دانه سیاه‌دانه مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که با افزایش تراکم بوته عملکرد روغن و اسانس افزایش یافت. هرچند که میزان روغن و اسانس استحصالی در بوته در تراکم کمتر بیشتر بود. در تحقیقی دیگر آویشن در فواصل ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر روی ردیف‌هایی به فواصل ۶۰ سانتی‌متر کشت شد و مشخص گردید که فواصل بوته کمتر، بطور معنی‌داری سبب افزایش عملکرد سر شاخه و میزان اسانس در واحد سطح شد، به طوری که بیشترین میزان عملکرد در فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر بدست آمد (۲۲). در بررسی حاج سید هادی و همکاران (۷) و درزی و همکاران (۸) تراکم گیاهی تاثیر معنی‌داری بر مقدار اسانس گیاهان دارویی بابونه و رازیانه نداشت. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر فواصل آبیاری و تراکم بوته بر درصد روغن، درصد اسانس، عملکرد روغن و عملکرد اسانس دانه سیاه‌دانه بود.

## مواد و روش‌ها

انتخاب شدند. و پس از حذف حاشیه‌ها سطح باقیمانده برای تعیین عملکرد برداشت گردید و پس از خشک شدن در هوای آزاد دانه‌ها از کاه و کلس جدا گردید و وزن دانه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۱ اندازه‌گیری شد. سپس ۱۰۰ گرم دانه از هر تیمار برداشته و آسیاب کرده و پس از آن ۵ گرم نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شده و با استفاده از دستگاه‌های سوکسله (جهت تعیین روغن دانه‌ها) و تقطیر با بخار آب (جهت تعیین اسانس دانه‌ها) میزان مواد موثره گیاه دارویی سیاه‌دانه بررسی شد.

## نتایج و بحث

اثر فواصل آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار شد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۷۵۱/۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به فاصله آبیاری یک هفته بود (جدول ۲). افزایش عملکرد دانه را می‌توان به رشد رویشی بهتر، توسعه کانوپی و در نتیجه استفاده بهتر از تشعشع خورشیدی و فتوسنتز بالاتر در شرایط مطلوب آبیاری نسبت داد (۱۰). با توجه به اینکه تاثیر فواصل آبیاری بر وزن هزار دانه و نیز تعداد دانه در هر فولیکول ناچیز و بر تعداد فولیکول در هر بوته کاملاً معنی‌دار شده شاید بتوان گفت که افزایش عملکرد دانه در شرایط مطلوب آبیاری، بیشتر به دلیل تاثیر آن بر تولید فولیکول در هر بوته به‌صورت مستقیم و افزایش تعداد دانه در هر بوته به‌صورت غیر مستقیم بوده است (۱۰، ۱۱). تراکم‌های مختلف از لحاظ عملکرد تفاوت‌های معنی‌داری را نشان دادند ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). حداکثر عملکرد در تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع با ۷۱۴/۱ کیلوگرم در هکتار و حداقل عملکرد از تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع با ۳۹۵/۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. افزایش تراکم بیش از ۲۰۰ بوته در متر مربع باعث افزایش رقابت بین بوته‌های در مزرعه شده که خود بیشتر باعث افزایش رشد رویشی بوته‌ها می‌شود و سهم اجزای زایشی از فتوسنتز تولید شده کاهش می‌یابد لذا به‌نظر می‌رسد که تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع تراکم بحرانی برای این گیاه باشد (تراکم بحرانی تراکمی است که بیش از آن تراکم، افزایش محصول وجود نداشته باشد) (۱۰). اثر متقابل فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به‌طوری‌که در شرایط مطلوب آبیاری بیشترین عملکرد از تراکم ۲۵۰ بوته

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا) به اجرا درآمد. متوسط بارندگی منطقه ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸ - درجه سانتیگراد بود. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک تعیین شده است (۱). این تحقیق با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد به‌طوری‌که در کرت‌های اصلی فواصل آبیاری (یک هفته (I۱) دو هفته (I۲) سه هفته (I۳)) و تراکم‌های مختلف در پنج سطح (۱۵۰ (D۴)، ۲۰۰ (D۳)، ۲۵۰ (D۲)، ۳۰۰ (D۱) و ۳۵۰ (D۵) بوته در متر مربع) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر مورد استفاده توده محلی مشهد بود. طول هر کرت فرعی ۷ متر و عرض آن ۲/۵ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر و فاصله بین ردیف‌ها ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و فاصله بین دو بلوک ۴ متر در نظر گرفته شد تا رطوبت کرت‌های مجاور روی هم اثری نداشته باشند. تاریخ کاشت ۲۸ فروردین ماه بود. قبل از کاشت ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم به زمین اضافه و در دو نوبت (قبل از کاشت و بعد از تنک کردن) و در هر نوبت ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به‌صورت سرک اضافه گردید. عملیات تنک کردن جهت رسیدن به تراکم گیاهی مورد نظر با استفاده از شمارش بوته‌ها در روی هر ردیف در دو مرحله (چهار و هشت برگی) انجام شد. جهت اعمال تنش خشکی، آبیاری به روش نشتی و در دوره‌های مذکور انجام شد. وجین علف‌های هرز در چند نوبت به صورت دستی انجام گردید. آخرین آبیاری‌ها در تاریخ‌های ۳۰ تیرماه (فواصل آبیاری سه و چهار هفته) و ۱۲ مردادماه (فواصل آبیاری یک و دو هفته) انجام شد. عملیات برداشت هنگامی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد شده ولی هنوز فولیکول‌ها شکاف بر نداشته بودند انجام شد. قبل از برداشت در ابتدا از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی جهت اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد

جدول ۱ تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد اسانس و عملکرد اسانس در گیاه دارویی سیاه‌دانه

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجات آزادی	عملکرد دانه	عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد اسانس	درصد اسانس
تکرار	۳	۱۱۷۳۰/۲۸۱ns	۱۲۱۵/۳۴ns	۱۶۰/۶۳۰**	۷/۷۴۹ns	۰/۰۳۸ns
دور آبیاری	۲	۸۷۲۲۶۱/۳۶۱**	۲۲۰۴۲۳/۲۴۸**	۴۲۹/۴۳۷**	۳۸۲/۷۲۷**	۱/۱۲۱**
خطای اصلی	۶	۳۳۲۷۵/۸۰۲	۸۵۱۶/۶۱۳	۲۱/۳۸۷	۴/۲۶۷	۰/۰۴۸
تراکم	۴	۱۹۹۶۳۱/۸۶۴**	۵۵۰۴۴/۲۱۹**	۰/۷۰۰ns	۵۱/۵۷۵**	۰/۰۰۱ns
اثر متقابل	۸	۱۷۵۱۱/۱۹۶**	۳۸۳۵/۸۱۷**	۰/۹۶۹*	۳/۷۶۵*	۰/۰۰۱ns
خطای فرعی	۳۶	۸۳۸۷/۹۸	۹۸۶/۰۳۵	۰/۳۹۸	۱/۲۷۵	۰/۰۰۲

\* و \*\* به ترتیب در هر ستون معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ ns: غیر معنی‌دار

جدول ۲ مقایسه میانگین عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد اسانس و عملکرد اسانس، تحت تاثیر دور آبیاری و تراکم بوته در گیاه دارویی سیاه‌دانه

درصد اسانس		عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)		درصد روغن		عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		منابع تغییرات
۱/۵۹	a	۱۱/۹۵	a	۴۷/۸۳	a	۳۴۰/۰۰	a	۷۵۱/۶۰	a	I <sup>۱</sup>
۱/۵۶	a	۱۰/۰۷	b	۴۵/۳۹	a	۲۷۵/۵۰	a	۶۶۷/۳۰	a	I <sup>۲</sup>
۱/۱۷	b	۳/۶۱	c	۳۷/۸۷	b	۱۳۵/۴۰	b	۳۵۵/۲	b	I <sup>۳</sup>
۰/۱۷		۱/۶۰		۳/۵۸		۷۱/۷۴		۱۴۱/۲		LSD <sub>۵٪</sub>
۱/۴۵	a	۱۰/۷۳	a	۴۴/۴۲	a	۲۹۰/۰۰	b	۶۶۴/۶۰	b	D <sup>۱</sup>
۱/۴۳	a	۹/۷۱	b	۴۳/۹۵	a	۳۲۲/۸۰	a	۷۴۱/۱۰	a	D <sup>۲</sup>
۱/۴۳	a	۹/۳۹	b	۴۳/۹۷	a	۲۷۷/۹۰	b	۶۵۴/۰۰	b	D <sup>۳</sup>
۱/۴۴	a	۷/۳۲	c	۴۴/۰۶	a	۲۱۱/۹۰	c	۵۲۸/۳۰	c	D <sup>۴</sup>
۱/۴۵	a	۵/۵۶	d	۴۳/۹۲	a	۱۵۴/۰۰	d	۳۹۵/۹۰	d	D <sup>۵</sup>
۰/۰۴		۰/۹۱		۰/۵۲		۲۶/۰۰		۶۰/۷۷		LSD <sub>۵٪</sub>
۱/۶۱	a	۱۳/۵۵	ab	۴۸/۶۰	a	۳۸۵/۸۰	ab	۷۹۲/۴۰	bc	I <sup>۱</sup> D <sup>۱</sup>
۱/۶۰	a	۱۳/۷۸	a	۴۸/۰۷	ab	۴۰۲/۲۰	a	۸۶۱/۰۰	ab	I <sup>۱</sup> D <sup>۲</sup>
۱/۵۹	a	۱۴/۰۸	a	۴۷/۵۳	b	۴۱۰/۵۰	a	۹۰۳/۲۰	a	I <sup>۱</sup> D <sup>۳</sup>
۱/۵۸	a	۱۰/۶۱	c	۴۷/۷۸	ab	۲۹۰/۷۰	d	۶۷۷/۸۰	de	I <sup>۱</sup> D <sup>۴</sup>
۱/۵۹	a	۷/۷۳	de	۴۷/۲۰	b	۲۱۱/۰۰	e	۵۲۴/۶۰	fg	I <sup>۱</sup> D <sup>۵</sup>
۱/۵۸	a	۱۲/۰۵	bc	۴۵/۵۰	cd	۳۴۵/۶۰	bc	۷۷۶/۵۰	bcd	I <sup>۱</sup> D <sup>۱</sup>
۱/۵۵	a	۱۱/۲۲	c	۴۴/۷۲	d	۳۱۰/۳۰	c	۷۳۴/۴۰	cd	I <sup>۱</sup> D <sup>۲</sup>
۱/۵۶	a	۱۰/۸۶	c	۴۵/۳۳	cd	۳۰۰/۹۰	c	۷۲۶/۴۰	cd	I <sup>۱</sup> D <sup>۳</sup>
۱/۵۵	a	۸/۶۹	d	۴۵/۴۲	cd	۲۴۲/۶۰	e	۶۰۴/۴۰	ef	I <sup>۱</sup> D <sup>۴</sup>
۱/۵۷	a	۷/۵۳	de	۴۵/۹۶	c	۱۹۳/۱۰	fg	۴۹۴/۲۰	g	I <sup>۱</sup> D <sup>۵</sup>
۱/۱۶	b	۶/۵۸	e	۳۹/۱۵	e	۲۳۷/۰۰	ef	۵۷۳/۳۰	efg	I <sup>۱</sup> D <sup>۱</sup>
۱/۱۵	b	۴/۱۲	f	۳۹/۰۵	e	۱۵۷/۶۰	gh	۳۹۸/۲۰	h	I <sup>۱</sup> D <sup>۲</sup>
۱/۱۴	b	۳/۲۴	f	۳۹/۰۵	e	۱۲۲/۲۰	hi	۳۲۲/۹۰	h	I <sup>۱</sup> D <sup>۳</sup>
۱/۱۹	b	۲/۶۷	fg	۳۸/۹۷	ef	۱۰۲/۵۰	ij	۳۰۲/۷۰	h	I <sup>۱</sup> D <sup>۴</sup>
۱/۲۰	b	۱/۴۴	g	۳۸/۱۳	f	۵۷/۷۸	j	۱۶۸/۹۰	i	I <sup>۱</sup> D <sup>۵</sup>
۰/۰۷		۱/۶۲		۰/۹۰		۴۵/۰۳		۱۰۵/۳۰		LSD <sub>۵٪</sub>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۱دور آبیاری یک هفته، I۱ دور آبیاری دو هفته، I۲ دور آبیاری سه هفته، D۱ تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع، D۲ تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع، D۳ تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع، D۴ تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع، D۵ تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع

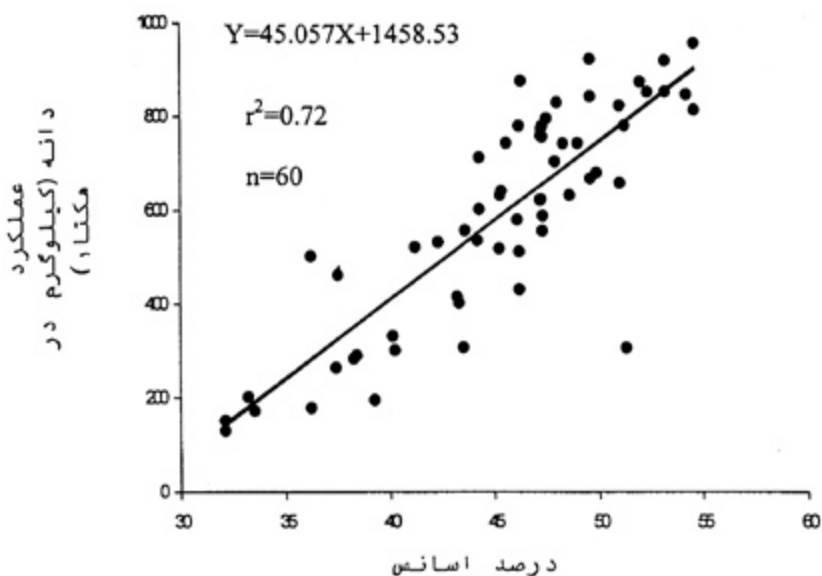
(۳۸/۱۳ درصد) حاصل شد (جدول ۲).

از نظر عملکرد روغن اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای دور آبیاری مشاهده شد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به طوری که بیشترین عملکرد روغن از دور آبیاری یک هفته (۳۴۰/۰۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۲). افزایش عملکرد روغن با افزایش دور آبیاری در سایر گیاهان نیز گزارش شده است (۱۷، ۱۶). عملکرد روغن تابعی است از عملکرد دانه و درصد روغن آن. لذا هر گونه تغییری در عملکرد دانه و درصد روغن، عملکرد روغن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه کمبود آب عملکرد دانه و درصد اسانس را در سیاه‌دانه کاهش داد در نتیجه عملکرد روغن نیز با کمبود آب کاهش یافت. درصد روغن و عملکرد دانه از یک همبستگی مثبت بالایی برخوردار بود (شکل ۱).

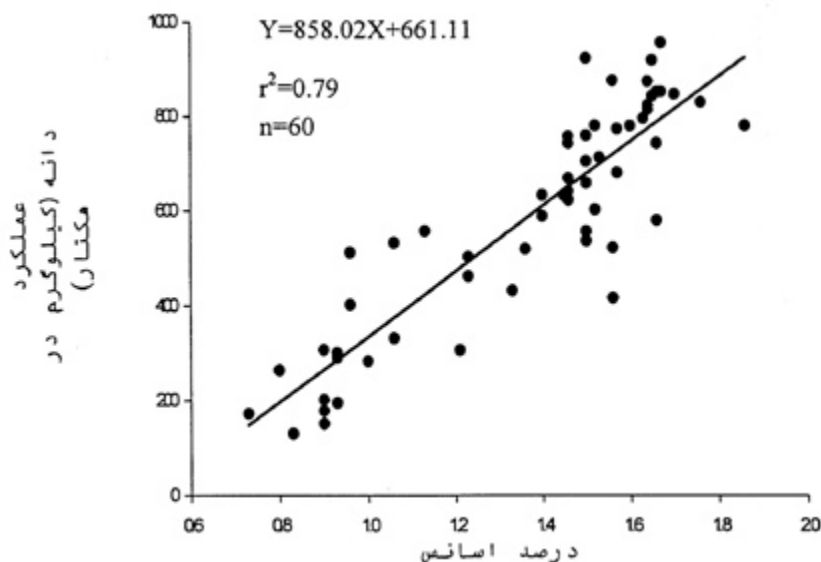
تراکم بوته به شدت عملکرد روغن در واحد سطح را متاثر ساخت ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). عملکرد روغن در تراکم ۲۰۰ بوته در متر

در متر مربع حاصل شد. و این در حالی بود که با افزایش فواصل آبیاری از میزان عملکرد در تراکم‌های بالا کاسته شد.

تیمارهای دور آبیاری از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به طوری که با افزایش فواصل آبیاری از میزان درصد روغن دانه کاسته شد (جدول ۲). با توجه به این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که درصد روغن دانه در شرایط تنش و بدون تنش با هم اختلاف دارند که با یافته‌های مظفری و همکاران (۱۹) مطابقت دارد. اما تراکم بوته در واحد سطح که خود عامل رقابت جهت جذب آب، عناصر غذایی و نور می‌باشد بر روی درصد روغن بی تاثیر بود ( $p < 0/05$ ) (جدول ۱). اثر متقابل فواصل آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح درصد روغن را متاثر ساخت ( $p < 0/05$ ) (جدول ۱). به طوری که بیشترین مقدار درصد روغن از فاصله آبیاری یک هفته و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع (۴۸/۶۰ درصد) و کمترین میزان درصد روغن از فاصله آبیاری سه هفته و تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع



شکل ۱- همبستگی بین درصد روغن با عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه‌دانه



شکل ۲- همبستگی بین درصد اسانس با عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه‌دانه

اثر متقابل فواصل آبیاری و تراکم بوته، عملکرد اسانس در واحد سطح را متاثر ساخت ( $p < 0/05$ ) (جدول ۱). به طوری که بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح از فاصله آبیاری یک هفته و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع (۱۴/۰۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن از فاصله آبیاری سه هفته و تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع (۱/۴۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۲). در فاصله آبیاری یک هفته و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع بیشترین درصد اسانس (۱/۶۱ درصد) و در فاصله آبیاری سه هفته و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع کمترین درصد

مربع بیشترین مقدار بود (۳۲۲/۸ کیلوگرم در هکتار) و با افزایش تراکم از میزان عملکرد روغن در واحد سطح کاسته شد. (جدول ۲). اثر متقابل فواصل آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح به شدت عملکرد روغن در واحد سطح را متاثر ساخت ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به طوری که بیشترین عملکرد روغن در واحد سطح از فاصله آبیاری یک هفته و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع (۴۱۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۲).

### درصد اسانس

تیمارهای دور آبیاری از نظر درصد اسانس اختلاف معنی‌داری را دارا بودند ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). با افزایش فواصل آبیاری از میزان درصد اسانس دانه کاسته شد. به طوری که بیشترین درصد اسانس از فاصله آبیاری یک هفته (۱/۵۹ درصد) بدست آمد (جدول ۲). گزارشات دیگر نیز افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی را در شرایط مرطوب‌تر تأیید کرده‌اند (۲۰، ۱۶). اما تراکم بوته و اثر متقابل فواصل آبیاری و تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس دانه سیاه‌دانه نگذاشت. با این حال بیشترین درصد اسانس در فاصله آبیاری یک هفته و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع (۱/۶۱ درصد) و کمترین آن در فاصله آبیاری سه هفته و تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع (۱/۱۴ درصد) حاصل شد (جدول ۲).

فواصل آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس در واحد سطح داشت ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱). به طوری که بیشترین میزان عملکرد اسانس در واحد سطح از فاصله دور آبیاری یک هفته (۱۱/۹۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۲). درصد اسانس و عملکرد دانه سیاه‌دانه از یک همبستگی مثبت بالایی برخوردار بود (شکل ۲). با توجه به اینکه با افزایش فواصل آبیاری درصد اسانس و عملکرد دانه کاهش یافته که این امر کاهش عملکرد اسانس را در واحد سطح موجب شده است. کاهش عملکرد اسانس با افزایش تنش خشکی در سایر گیاهان دارویی نیز گزارش شده است (۲۰، ۳).

از نظر عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تراکم بوته مشاهده شد ( $p < 0/01$ ) (جدول ۱) عملکرد اسانس در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع بیشترین مقدار را دارا بود (۱۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار) و با افزایش تراکم از میزان عملکرد اسانس در واحد سطح کاسته شد (جدول ۲). تغییر میزان اسانس در واحد سطح با تغییر تراکم بوته در واحد سطح در سایر گیاهان دارویی گزارش شده است (۲۲، ۱۱).



ایران/موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع(۲۶-۲۴ بهمن ۱۳۸۰) صفحات ۳۳-۳۲.  
 ۱۰ - زرگری، ع. ۱۳۶۸؛ گیاهان دارویی، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.  
 11- 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. 1:21-24.  
 12- Bassim Atta, A. 2003; Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chemistry 83 : 63-68.  
 13- Filippo, L., A. Moretti, and A. Lovat. 2002; Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Indust. Crop Prod. 15:59-69.  
 14- Ghosh, D., K. Roy., and S. C. Mallik. 1981; Effect of fertilizers and spacing on yield and others characters of black cumin(*Nigella sativa* L.). Indian. Agric.25:191-197.  
 15- Kerekes, J. 1962; Effect of water on flower-yield and active substance of camomile(*Matricaria chamomilla* L.). Herba. Hungarica. 1:55.  
 16- Kharwara, P.C., and A.D. Bindra. 1992; Effect of nitrogen and plant population on growth, uptake of nutrients and oil yield of Spring sunflower(*Helianthus annus*). Indian. J. Agron. 37:398-390.  
 17- Kumar, A.S., T. N. Prasad, and U.K. Prasad. 1996; Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian. J. Agron. 41: 111-115.  
 18- Letchamo, W., Xu H.L., and A.Gosselin. 1995; Variations in photosynthesis and essential oil in Thyme. J. Plant. Physiol.147: 29-37.  
 19- Mozzafari, F., S. Ghorbanli., M.Babai, and A.Farzami. 2000; The effect of water stress on the seed oil of *Nigella sativa* L. J. Essential Oil Res. 12:36-38.  
 20- Rajeswardrao.B.R.1999; Biomass and essential oil yield of (*Mentha arvensis* L.f. piperascens Malinv.ex Holmes). planted in different months in semi-arid tropical climate. Indust.Crop Product . 10:107-113.  
 21- Rathee, P.S., S.H. Mishra, and R. Kaushal. 1982 ; Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa* L. Indian. J. Pharm. Sci. 44:8-10.  
 22- Shalaby, A.S., and A.M. Razin. 1994; Cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris*). Hort. Abs. 64:1375

صد اسانس (۱/۱۴ درصد) مشاهده شد(جدول ۲). به نظر می‌رسد فواصل آبیاری در مقایسه با تراکم های گیاهی تأثیری بیشتری بر تغییرات درصد اسانس و عملکرد اسانس سیاه دانه داشته است. نتایج بررسی های حاج سید هادی و همکاران (۷) و درزی و همکاران (۸) نشان داد که تراکم گیاهی تأثیری بر درصد اسانس گیاهان بابونه و رازیانه نداشت. رضائی نژاد و همکاران (۹) گزارش کردند که نوبت آبیاری تأثیر بسیار معنی داری بر درصد اسانس زیره سبز داشت اما تأثیر فواصل ردیف بر درصد اسانس معنی دار نشد. جوانشیر و همکاران (۵) در بررسی اثرات آبیاری بر روی میزان اسانس گیاه دارویی انیسون مشاهده کردند که تیمار آبیاری تأثیر معنی داری بر در صد اسانس داشت.

بنابراین با توجه به کمبود آب در کشور و از طرفی اهمیت آن در تولید مواد موثره گیاهان دارویی بایستی به تراکمی دست یافت که در این تراکم با حداقل آبیاری عملکرد دانه و عملکرد ماده موثره قابل قبولی به دست آید. لذا به نظر می‌رسد با دور آبیاری ۱۴ روزه و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع در مصرف آب صرفه جویی کرده و از لحاظ اقتصادی نیز عملکرد معقولی بدست می‌آید.

### منابع مورد استفاده

۱ - آقاجانی مازندرانی، ق. ۱۳۷۹؛ تجزیه و تحلیل ویژگی‌های نزولات جوی از نظر زراعی در استان خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری دانشگاه فردوسی مشهد.  
 ۲ - امید بیگی، ر. ۱۳۷۷؛ تأثیر روش کاشت و زمان کاشت بر تولید سنبل الطیب و مواد موثره آن. مجله نهال وبذر، جلد ۱۴، شماره ۱، صفحه ۳۱-۲۴.  
 ۳ - امید بیگی، ر. ۱۳۷۴؛ رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد ۱. انتشارات طراحان نشر.  
 ۴ - توکلی صابری، م. ۱۳۶۶؛ گیاهان دارویی. انتشارات روزبهان.  
 ۵ - جوانشیر، ع. زهتاب سلماس، س. امید بیگی، ر. آبیاری، ه. و قاسمی گلعدانی، ک. ۱۳۸۰؛ اثرات آبیاری و تاریخ کاشت بر روی میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی انیسون. همایش ملی گیاهان دارویی ایران/موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع(۲۶-۲۴ بهمن ۱۳۸۰) صفحات ۱۱۸-۱۱۷.  
 ۶ - خواجه پور، م. ۱۳۷۳؛ اصول ومبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.  
 ۷ - حاج سید هادی، م.، خدابنده، ن.، درزی، م.ت. و یاسا، ن. ۱۳۸۰؛ بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه بر روی مقدار اسانس و کامازولین در گیاه دارویی بابونه. همایش ملی گیاهان دارویی ایران/موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع(۲۶-۲۴ بهمن ۱۳۸۰) صفحه ۱۱۹.  
 ۸ - درزی، م.ت.، خدابنده، ن.، حاج سید هادی، م. و یاسا، ن. ۱۳۸۰؛ بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه بر روی عملکرد بذر و کمیت و کیفیت ماده موثره گیاه دارویی رازیانه. همایش ملی گیاهان دارویی ایران/موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع(۲۶-۲۴ بهمن ۱۳۸۰) صفحات ۱۵۲-۱۵۱.  
 ۹ - رضائی نژاد، ع.، خادمی، ک. و یاری، م. ۱۳۸۰؛ بررسی تأثیر آبیاری و فاصله ردیف بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز در خرم آباد. همایش ملی گیاهان دارویی

