اثر فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر عملکرد،اجزاء عملکرد و میزان روغن گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*)

زینب صفایی؛ مجید عزیزی؛ غلامحسین داوری نژاد؛ حسین آرویی

دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhs.2021.57369.0

چکیده

خشکی از جمله تنش‌های فیزیکی است که بعنوان عامل محدودکننده رشد گیاهان در بیشتر نقاط جهان شناخته شده است. به منظور ارزیابی اثر فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن سیاهدانه، تحقیقی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در کرت‌های اصلی فواصل آبیاری (۸ و ۱۶ روز) و در کرت‌های فرعی ترکیبات ضد تعرق کیتوزان (۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ ،۰ درصد)، موسیلاژ اسفرزه (۱/۵، ۱ و ۰،۰/۵ درصد) و صمغ عربی (۰/۷۵، ۰/۵ ،۰/۲۵ ۰ درصد) با سه تکرار قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و میزان روغن. نتایج حاصله نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری و ترکیبات ضد تعرق تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه بجز وزن هزار دانه داشتند. افزایش فواصل آبیاری عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن سیاهدانه را کاهش داد. ترکیبات ضد تعرق تاثیر معنی‌داری بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن داشتند. در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین عملکرد دانه (۷۶۰ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۲۷/۰۵ درصد) و کمترین آن (۴۱۹ کیلوگرم در هکتار)(۲۳/۵۷ درصد) به ترتیب در تیمارهای ترکیب ضد تعرق کیتوزان ۱ درصد با فاصله آبیاری ۸ روز و تیمار صمغ عربی ۰/۲۵ درصد با فاصله آبیاری ۱۶ روز حاصل شد.

واژه های کلیدی: گیاه دارویی، تنش خشکی، ترکیبات ضد تعرق، عملکرد

مقدمه:

سیاهدانه گیاهی است دولپه، علفی و یکساله متعلق به خانواده آلاله با نام علمی *Nigella sativa* که در زبان انگلیسی Black cumin و در عربی به آن شونیز و کمون اسود گفته می‌شود برای دانه این گیاه خواصی مانند شیرآوری، ضدنفخ، مسهل، ضدانگل، ضدصرع، ضد باکتری، ضد تومور، مسکن و کاهش دهنده قند خون را ذکر نموده‌اند (۲۶،۲۲،۵).نوروزپور و رضوانی مقدم (۲۴) گزارش کردند که مقدار روغن سیاهدانه بین ۵۰- ۴۵ درصد متغیر می‌باشد. بررسی‌های انجام گرفته حاکی از آن است که ساخت مواد مؤثره گیاهان دارویی تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است. 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 مؤثره در گیاهان دارویی بستگی به آب دارد (۲۵،۴). کمبود آب قابل جذب در گیاه، منجر به بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله: کاهش آماس و رشد سلولی و در نتیجه کاهش سطح برگ، کاهش ارتفاع گیاه، بسته شدن روزنه‌ها و محدودیت فتوسنتز، افزایش ترکیبات محلول جهت تنظیم فشار اسمزی و کاهش جذب مواد غذایی و در نهایت کاهش تولید گیاه می‌شود و این واکنش‌ها بسته به مرحله رشدی گیاه،

شدت و طول مدت تنش اثرات متفاوتی ایجاد می‌کنند (۲۰،۱۴). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌لیتر در گروه مناطق خشک جهان طبقه بندی می‌گردد. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل، باعث توجه بیشتری به مطالعه در مورد اثرات تنش خشکی شده است (۲۵). در مناطق خشک قسمت عمده تلفات آب به صورت تعرق گیاهی صورت می گیرد. با کاهش میزان تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق می-توان علاوه بر کاهش مصرف آب، ضمن حفظ منابع آب موجود و استفاده بهینه از آنها، از افزایش شوری خاک در بخش‌های وسیعی از کشور نیز تا حدی جلوگیری کرد. در این بین کاربرد مواد ضد تعرق یک ابزار نوید بخش برای تنظیم تعرق در حفظ آب گیاه در حد مطلوب است که استراتژی‌هایی مانند استفاده از مواد ضد تعرق، پتانسیل تنظیم تعرق را دارد. ماده ضد تعرق از طریق ساز وکارهایی از قبیل بستن روزنه‌ها، انعکاس بیشتر نور خورشید و کاهش رشد اندامهای هوایی، در افزایش مقاومت گیاه به شرایط کمبود آب موثر می‌باشند (۲۵،۶). امروزه در بخش کشاورزی مواد مختلفی تحت عنوان مواد ضد تعرق مورد استفاده قرار گرفته اند از جمله این مواد می‌توان به کیتوسان و ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی اشاره کرد.کیتوزان با تحریک بیوسنتز اسید آبسیزیک باعث بسته شدن روزنه‌ها و جلوگیری از تبخیر می‌شود. در یک آزمایشی توسط دل آمارو و همکاران (۶) اثر ترکیبات ضد تعرق پینول وتیمارهای غلظت گاز کربنیک و دور آبیاری بر گیاه فلفل تحت تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. ترکیب ضد تعرق با غلظت 2.5 درصد گازکربنیک در دو غلظت ۳۸۰ و۲۰۰ میکرومول و دور آبیاری در فواصل زمانی ۴ و ۸ روز بر روی گیاه اعمال شد. نتایج نشان داد پتانسیل آب گیاه تیمار شده با ترکیبات ضد تعرق بیشتر از گیاه شاهد بود همچنین گیاهان تیمار شده با این ترکیب مقاومت بیشتری را نسبت به شرایط تنش از خود نشان دادند. ایریتی و همکاران (۱۱) اثر ترکیب ضد تعرق کیتوزان بر گیاه لوبیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کیتوسان با تحریک سنتز اسید آبسزیک در گیاه تیمار شده موجب بسته شدن روزنه‌ها، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق ومقدار آب در گیاه تیمار شده می‌شود. همچنین خاطرنشان نمودند اثر ضد تعرقی کیتوسان به دلیل اثر تحریکی در افزایش غلظت اسید آبسزیک در برگهای تیمار شده گیاه لوبیا بوده است. بناییان و همکاران (۳) افزایش تعداد دانه در سیاهدانه را با کاهش فواصل آبیاری گزارش کردند. اکبری نیا و همکاران (۱) گزارش کردند که با افزایش دور آبیاری عملکرد و اجزاء عملکرد در گیاه دارویی سیاهدانه کاهش یافت. همچنین بیان کردند که حداکثر مقاومت به خشکی سیاهدانه در شرایط مزرعه دور آبیاری ۲۰ روز است. با بررسی‌های انجام شده در خصوص تاثیر ترکیبات ضد تعرق تحت شرایط تنش خشکی بر روی گیاه مذکور یافته‌های تحقیقاتی به دست نیامد لذا این تحقیق با هدف بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن گیاه دارویی سیاهدانه توسط ترکیبات ضد تعرق تحت شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. پیش از شروع آزمایش از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری نمونه برداری و آنالیز انجام شد (جدول ۱). این تحقیق با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد به طوری که در کرت‌های اصلی فواصل آبیاری (۸ و ۱۶ روز) و در کرت‌های فرعی ترکیبات ضد تعرق کیتوزان (۱، ۰/۵، ۰/۲۵ ، ۰درصد)، موسیلاژ اسفرزه (۱/۵، ۱، ۰/۵، ۰درصد) و صمغ عربی (۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰ درصد) با سه تکرار قرار گرفتند. ترکیب ضد تعرق کیتوزان از شرکت سیگما آلدریچ تهیه شد و گرم ماده مورد نیاز را برای هر بار محلولپاشی نمودن در محلول ۱ درصد اسید استیک حل نموده و به درصد مورد نیاز رسانیده شد. به منظور

تهیه موسیلاژ از بذر گیاه مورد نظر، ۲۰۰ گرم بذر گیاه اسفرزه را با ۱۰ برابر آب مقطر به حجم رسانده و آن را بر روی دستگاه لرزاننده قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت موسیلاژ به طور کامل در جدار خارجی بذور رسوب نموده و با مالش شدید بذرها و گذراندن آنها از پارچه ململ موسیلاژ از بذر جدا شد. به منظور تعیین درصد ماده خشک موسیلاژ، ۳ نمونه از موسیلاژ به حجم ۱ میلی لیتر را جدا نموده و در شیشه ساعت توزین شده قرار دادیم. سپس به آون $70^{\circ}C$ منتقل و پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها آنها را وزن نموده و درصد ماده خشک موسیلاژ استخراج شده تعیین شد. به منظور تهیه غلظت‌های صمغ عربی ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ گرم صمغ را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل کرده و به مدت ۲۴ ساعت بر روی دستگاه لرزاننده قرار گرفت و سپس به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. طول هر کرت فرعی ۱/۵ متر و عرض آن ۱ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی ۱ متر و فاصله بین دو بلوک ۲ متر در نظر گرفته شد تا رطوبت کرت‌های مجاور روی هم اثری نداشته باشد. تاریخ کاشت ۲۸ فروردین ماه بود و کاشت به صورت دستی در شیارهایی با عمق ۰/۵ سانتی متر انجام گرفت. عملیات تنک کردن در مرحله چهار و هشت برگی انجام شد. جهت یکنواختی در سبز شدن بذور، پس از کاشت آبیاری متوالی (هر 3 تا ۴ روز یکبار به صورت غرقابی) صورت گرفت و اعمال تیمار آبیاری پس از استقرار کامل گیاهچه در مرحله شش برگی (یک ماه پس از کاشت)آغاز شد و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (اواسط تیرماه)ادامه یافت. آبیاری در کرت‌ها با یک حجم مشخص آب انجام شد. ابتدا یک کرت را به صورت آزمایشی با یک مقدار مشخص آب، آبیاری نموده بطوریکه پشته‌های کرت کاملا" خیس شد. سپس حجم آب مصرفی کرت را تعیین نموده (۴۰۰ متر مکعب در هکتار که این حجم آب مصرفی در حد میانگین نیاز آبی گیاه در نظر گرفته شد) و آبیاری در فواصل ذکر شده (۸ روز و ۱۶ روز) بر اساس آن انجام شد. ترکیبات ضد تعرق همزمان با اعمال تنش خشکی تا مرحله گلدهی، هفته‌ای یکبار در هنگام غروب آفتاب محلول پاشی شد. عملیات برداشت هنگامی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد شده ولی هنوز فولیکول‌ها شکاف بر نداشته بودند در تاریخ‌های ۲۵ تیر ماه (فواصل آبیاری ۱۶ روز) و ۵ مرداد ماه (فواصل آبیاری ۸ روز) انجام شد. در ابتدا از هر کرت ده بوته به طور تصادفی جهت اندازه گیری اجزای عملکرد انتخاب شد. پس از حذف حاشیه‌ها سطح باقیمانده برای تعیین عملکرد، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک) تعیین گردید. برای استخراج روغن از دانه‌های گیاه از دستگاه سوکسله استفاده شد. بدین صورت که مقدار مشخصی دانه (۵ گرم) پس از توزین، آسیاب شده و سپس در دستگاه سوکسله به مدت ۴ ساعت تحت اثر هگزان قرار گرفت . در ادامه و به منظور خارج کردن بقایای هگزان، مایع حاصل در دستگاه روتاری قرارداده شد و مجدداً توزین گردید و در نهایت درصد روغن مربوط به هر نمونه با محاسبه اختلاف وزن نهایی نمونه تعیین شد. میزان روغن بر اساس درصد حجم به وزن اندازه‌گیری شد. برای تجزیه واریانس داده های آزمایش و رسم نمودارها، از نرم افزارهای JMP8 و Excel استفاده شد مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و براساس آزمون LSD انجام شد.

جدول۱-خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physicochemical properties of soil experiment

اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی dS(/EC)	نیتروژن کل TN(%)	فسفر (mg/kgP)	پتاسیم (mg/kgK)	بافت خاک Soil texture

لوم رسی Clay loam	۳۳۴	۱۹,۷	۰,۳	۸,۳۵	۷,۹

نتایج و بحث

عملکرد واجزای عملکرد دانه

عملکرد دانه حاصل برآیند مجموعه‌ای از اجزاست. در این آزمایش تأثیر فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود. (جدول۲). نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه درکپسول، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته در فواصل آبیاری ۸ روز و در بین ترکیبات ضد تعرق تیمار کیتوزان نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. غلظت ۱ درصد تیمار کیتوزان دارای بالاترین عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته و کمترین در تیمار غلظت ۰/۲۵ درصد تیمار صمغ عربی مشاهده شد. اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد بطوریکه بیشترین وکمترین تعداد کپسول بترتیب در فواصل آبیاری ۸ روز و غلظت ۱ درصد کیتوزان و فواصل آبیاری ۱۶ روز و تیمار شاهد و غلظت ۰/۲۵ درصد تیمار صمغ عربی مشاهده گردید (جدول۴، شکل ۱). تعداد کپسول در گیاه یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد است زیرا کپسول،از یک طرف در بر گیرنده تعداد دانه بوده و از طرفی تولید کننده آسیمیلات مورد نیاز دانه می‌باشد. از بین اجزای عملکرد، وزن دانه و تعداد دانه در کپسول در کنترل خصوصیات ژنتیکی بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل زراعی و محیطی قرار می‌گیرند. تعداد دانه در کپسول در واقع ظرفیت مخزن گیاه را مشخص می‌کند. هر چه تعداد دانه بیشتر باشد گیاه دارای مخزن بزرگتری برای آسیمیلات تولید شده می‌باشد و باعث افزایش عملکرد می‌شود. وجود شرایط مناسب از جمله تامین آب و عناصر غذایی کافی ضروری است، در غیر این صورت شرایط نامناسب منجر به پوکی و توخالی شدن کپسول‌ها می‌شود یعنی یا دانه‌ها تشکیل نمی‌شود و یا ممکن است تشکیل شود، اما پر نگردد (۱۸،۱۰،۹). با توجه به این که سیاهدانه گیاهی است با گل انتهایی و رشد محدود که گل و میوه در انتهای هر شاخه تشکیل می‌شود، تعداد کپسول گیاه از تعداد شاخه‌های گل دهنده تبعیت می‌کند. به نظر می‌رسد در شرایط مطلوب از لحاظ آبیاری گیاه امکان این را دارد که تعداد کپسول در هر بوته خود را به پتانسیل ژنتیکی نزدیک نماید. با مطلوب بودن شرایط آبیاری گیاه رشد رویشی بیشتری داشته و تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید کرده و در نتیجه تعداد کپسول را افزایش داده است (۸،۳). در بسیاری از گیاهان زراعی، بروز تنش آب در دوره گلدهی بحرانی است و وقوع آن در این مرحله، تعداد گل‌هایی را که به دانه تبدیل می‌شوند به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. کاظم پور و تاج بخش (۱۵) افزایش تعداد دانه در ذرت را در اثر کاربرد مواد ضد تعرق تحت آبیاری محدود گزارش کردند. گیاه در مرحله دانه بندی با قرار گرفتن در شرایط مناسب محیطی که توسط ماده ضد تعرق ایجاد شده است حداکثر نیروی خود را در مرحله گلدهی صرف افزایش تعداد دانه در کپسول کرده است. به نظر می‌رسد با فراهمی رطوبت، تعداد کپسول در بوته افزایش یافت که این امر به نوبه‌ی خود باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود (۹،۶). اسلاتیر و بیرهیوزین (۲۷) گزارش کردند که ترکیبات ضد تعرق باعث افزایش تعداد دانه در گیاه ذرت شده است. به نظر می رسد افزایش تعداد دانه در تنش های کمتر خشکی ممکن است به تعداد کپسول بیشتر و بزرگتر و رشد

بهتر بوته‌ها مربوط باشد. افزایش وزن دانه در شرایطی که آب کافی در اختیار گیاه است، با طول مدت پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه در ارتباط می‌باشد و هر چه این دوره طولانی تر و سرعت نیز سریع باشد، وزن بالاتری از دانه حاصل می‌شود. همچنین با افزایش سرعت فتوسنتز که در اثر محلول پاشی ترکیبات ضد تعرق ایجاد شده است، گیاه در زمان دانه بندی مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت دانه منتقل نموده که باعث افزایش وزن دانه‌ها گردیده است (۲). وزن هزار دانه از فاکتورهایی است که بیشتر تحت کنترل ژنتیکی است و از توارث پذیری بالایی برخوردار است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲۴). افزایش عملکرد دانه را می‌توان به رشد رویشی بهتر، توسعه کانوپی و در نتیجه استفاده بهتر از تشعشع خورشیدی و فتوسنتز بالاتر در شرایط آبیاری مطلوب نسبت داد (۹). محلول پاشی ترکیبات ضد تعرق در شرایط تنش خشکی، با توجه به تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول و وزن دانه‌ها که هر سه از اجزای عملکرد سیاهدانه محسوب می‌شوند، منجر به حصول حداکثر عملکرد دانه شده است. به دلیل قرار گرفتن گیاه در شرایط مساعد، تمایل دارد که شرایط مساعد محیطی را که در اثر محلول پاشی ترکیبات ضد تعرق ایجاد شده است را جهت تکمیل فاز زایشی به کار گیرد. شاید بتوان گفت که افزایش عملکرد دانه در شرایط مطلوب آبیاری، بیشتر به دلیل تاثیر آن بر تعداد کپسول در هر بوته به صورت مستقیم و افزیش تعداد دانه در هر بوته به صورت غیر مستقیم بوده است (۱۷،۱۶،۲).

شاخص برداشت

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر فواصل آبیاری، ترکیبات ضد تعرق بر شاخص برداشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج جدول مقایسه میانگین حاکی از آن است که فواصل آبیاری ۸ روز و ۱۶ روز اختلاف معنی داری را نسبت به هم نشان دادند. همچنین سطوح مختلف ترکیبات ضد تعرق نسبت به شاهد اختلاف معنی داری داشتند. بالاترین شاخص برداشت در سطوح ۱ و ۰/۵ درصد ترکیب ضد تعرق کیتوزان و کم ترین شاخص برداشت در تیمار شاهد مشاهده شد. و اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر شاخص برداشت در سطح ۱ درصد معنی دار شد(جدول ۲،۳). همچنین بالاترین شاخص برداشت در آبیاری مطلوب (۸ روز) و سطوح مختلف ترکیب ضد تعرق کیتوزان و کم‌ترین شاخص برداشت در فواصل آبیاری ۱۶ روز و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کاهش شاخص برداشت در تیمار فواصل آبیاری ۱۶ روز و تیمار شاهد به دلیل کاهش رشد رویشی و رقابت اندام‌های سبزینه‌ای با اندام‌های زایشی بود که در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به دانه اختصاص خواهد یافت. گیاهان تحت تیمار فواصل آبیاری ۸ روز و ترکیب ضد تعرق کیتوزان به بهترین وجه از آب بهره برداری کرده و با یک رشد رویشی مناسب که اندام‌های زایشی را به بهترین وجه حمایت کرد به شاخص برداشت بالایی دست یافتند. پس از پایان گرده افشانی انتقال مواد به دانه‌ها صورت می‌گیرد و آب در فرآیند انتقال مواد به دانه نقش مهمی دارد لذا به نظر می‌رسد در تیمار فواصل آبیاری ۱۶ روز و تیمار شاهد به علت کمبود آب فرآیند انتقال کاهش یافت که حاصل آن کاهش شاخص برداشت بود. تأثیر مواد ضد تعرق در افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی به بهبود فعالیت متابولیسمی، آنزیمی، سنتز پروتئینی و تنظیم اسمزی گیاه در شرایط مصرف مواد ضد تعرق مربوط می‌باشد (۲۲،۱۷).

جدول۲-تجزیه واریانس تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در گیاه، وزن دانه در گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان روغن در گیاه دارویی سیاهدانه

Table 2. Analysis of variance in number of capsules per plant, number of seeds per capsule, seed number per plant, seed weight per plant, seed weight,1000 seed weightseed yield, biological yield,harvest index and oil in *Nigella Sativa.*

		میانگین مربعات							
منابع تغییر **S.O.V**	**درجه آزادی** **df**	**تعداد کپسول در بوته** Capsules per plant	**تعداد دانه در کپسول** number number of capof seeds per capsule	**تعداد دانه در گیاه** seed number per plant	**وزن دانه در گیاه (گرم)** seed weight per plant (g)	**وزن هزاردانه (گرم)** 1000 seed weight (g)	**عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)** seed yeild (Kg/ha)	درصد روغن Oil	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	1.5*	8.49**	38140.19*	0.011*	1.25 ns	291.56 ns	0.0۸۲ ns	0.87*
دور آبیاری Irrigation interval	1	2.71**	112.99**	22847.7*	0.15**	0.18 ns	286305.25**	۱۸۲.۴۹**	16.06**
خطای اصلی Error a	2	1.26	0.12	7854.51	0.007	0.15	2201.46	۱,۱۴	0.35
ترکیبات ضد تعرق Anti-transpiration compounds	9	42.91**	963.44**	399691.6**	1.43**	2.12 ns	260928.82**	۲۷,۵۳**	127.19**
اثر متقابل Interaction	9	5.89**	62.81**	24080.21 ns	0.11**	0.90 ns	39031.93**	۱۱,۶۵**	20.58**
خطای فرعی Error b	36	3.08	5.39	168636.39	0.043	7.48	27076.4	۰,۸۶	3.1

در سطح ۵٪ معنی دار می باشد. ** در سطح ۱٪ معنی دار می باشد.ns معنی دار نمی باشد.

ns, * and ** means non- significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳-مقایسه میانگین عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان روغن سیاهدانه تحت تأثیر سطوح مختلف ترکیبات ضدتعرق و فواصل آبیاری

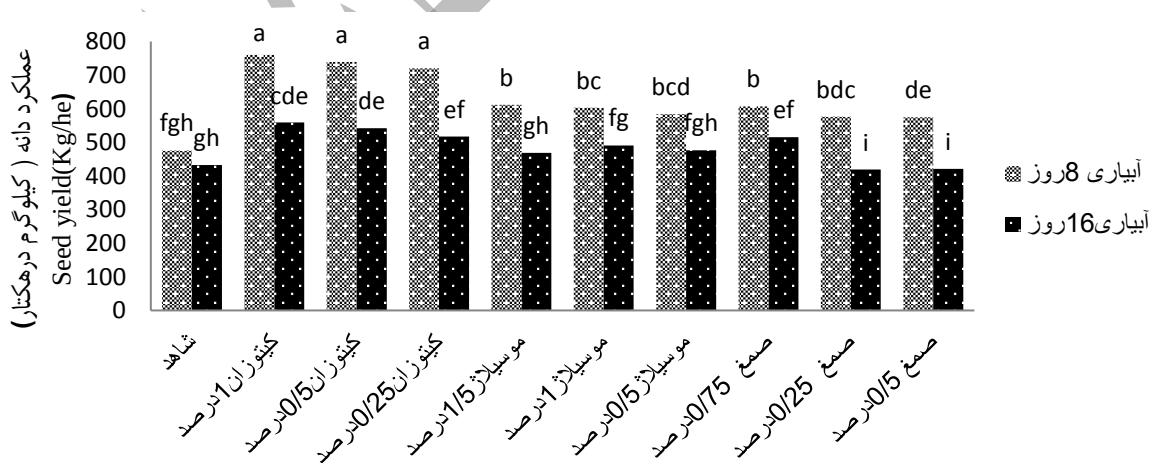
Table 3.Mean comparisons ofyieldyield componentsan and oil of*Nigella sativa*under different levels of anti -transpiration compoundsandirrigation intervals

تیمارها Treatments	تعداد کپسول در بوته number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول number of seeds per capsule	تعداد دانه در گیاه seed number per plant	وزن دانه در گیاه seed weight per plant (g)	عملکرد دانه seed yeild (Kg/ha)	روغن Oil (w/w)	شاخص برداشت harvest index (٪)
فواصل آبیاری Irrigation interval							

۸ روز 8 days	6.1a	61.48a	353.25a	0.78a	621.56a	۲۷,۰۵a	31.36a
۱۶ روز 16 days	5.6b	58.73b	314.22b	0.68b	484.23b	۲۳,۵۷b	30.32b
ترکیبات ضد تعرق Anti-transpiration compounds							
شاهد control	4.7g	56.79h	180.73e	0.57f	454.31e	۲۱,۷۷e	29.16e
کیتوزان ۱٪ Chitosan 1%	7.24b	66.98a	471.76a	1a	659.5a	۲۷,۷۴a	33.31a
کیتوزان ۰/۵٪ Chitosan 0.5%	7.32a	65.73b	442.12ab	0.94b	640.66ab	۲۷,۲۸ab	33.16a
کیتوزان ۰/۲۵٪ Chitosan 0.25%	6.39a	64.37c	389.24bc	0.94b	618.5ab	۲۶,۱۹c	32.47b
موسیلاژ اسفرزه ۱/۵٪ Psylliummucilage 1.5%	5.91bc	61.38d	342.29cd	0.67c	540.66c	۲۶,۸۴ abc	30.37c
موسیلاژ اسفرزه ۱٪ Psylliummucilage 1%	5.89cd	57.93f	334.7cd	0.66cd	547c	۲۶,۵۸cb	30.18c
موسیلاژ اسفرزه ۰/۵٪ Psylliummucilage 0.5%	6c	57.39g	335.24cd	0.62ed	530.16c	۲۶,۷۴abc	30.17c
صمغ عربی ۰/۷۵٪ Arabic gum 0.75%	5.17ed	57.93f	262.06de	0.61ef	561.16c	۲۳,۱۲d	30.26c
صمغ عربی۰/۵٪ Arabic gum 0.5%	4.88gf	56.95hg	281.83d	0.62ed	493d	۲۳,۸۴d	29.73d
صمغ عربی۰/۲۵٪ Arabic gum 0.25%	5.46ef	54.94i	296.85d	0.64cde	484ed	۲۳,۰۲d	29.60d

۱ میانگین‌های دارای مشابه در هر ستون از نظرآماری در سطح ۵ ٪ اختلاف معنی داری ندارند.

۲ Means, in each column and for each treatment, followed by at least one semilar letter are not
۳ significantly different at 5% probability level



سطوح مختلف ترکیبات ضد تعرق

Level diffrence anti-transpiration

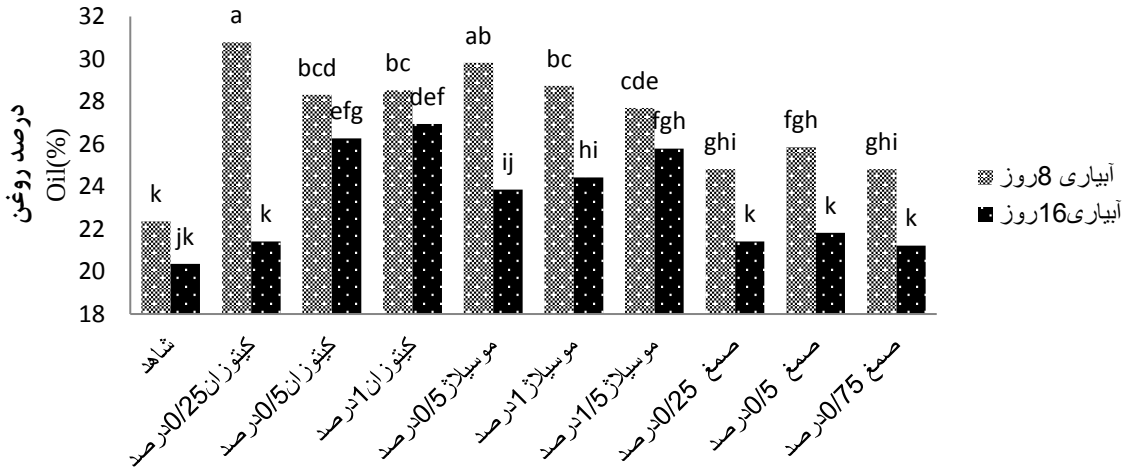
٤

٥ **شکل۱**–اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر عملکرد دانه

٦ **Fig1**-Interaction of irrigation intervals and anti-transpiration compounds on seed yield

درصد روغن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که درصد روغن تحت تأثیر عوامل آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). مقابسه میانگین‌های نشان داد که بالاترین درصد روغن (۲۷/۰۵ درصد) و کمترین (۲۳/۵۷ درصد) به ترتیب در فواصل آبیاری ۸ روز و ۱۶ روز مشاهده گردید. اثر ترکیبات ضد تعرق بر درصد روغن معنی‌دار شد مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد روغن (۲۷/۷۴ درصد) و کمترین (۲۱/۷۷ درصد) به ترتیب در تیمار کیتوزان ۱ درصد و تیمار شاهد مشاهده گردید(جدول ۳). اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر درصد معنی‌دار شد بطوریکه بالاترین درصد روغن در تیمار ۱ درصد کیتوزان و فواصل آبیاری ۱۰ روز و کمترین درصد روغن در تیمار شاهد و فواصل آبیاری ۸ روز و کمترین در تیمار ۰/۲۵ درصد صمغ عربی و فواصل آبیاری ۱۶ روز مشاهده گردید(جدول ۲)،(شکل ۲). نتایج نشان داد که تنش خشکی میزان روغن را در گیاه سیاهدانه کاهش داد به طوری که گیاهان بدون تنش دارای بیشترین میزان روغن بودند (۱۵،۱۴،۱۱). آب نیز یکی از مهمترین عوامل محیطی مؤثر در تولید محصولات مختلف می‌باشد، بطوریکه کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی بر رشد و نمو و همچنین مواد مؤثره گیاهان دارویی وارد نماید. آب در بیوسنتز روغن مؤثر بوده و می‌تواند در کیفیت و کمیت سیاهدانه تأثیر گذار باشد (۲۲،۱۹). در این آزمایش نیز شاید بتوان کاهش درصد روغن در تیمار تنش شدید را به رشد ضعیف رویشی گیاه و کاهش گلدهی گیاه و نهایتا" کاهش تولید دانه نسبت داد. ولد آبادی و همکاران (۳۰) درآزمایشی بر روی کرچک به این نتیجه رسید که برداشت زود هنگام این گیاه به طوری که گیاه‌ها نارس باشند و یا کپسول‌ها سبز باشند به طور چشمگیری باعث کاهش میزان روغن دانه می‌شود. همچنین درجه حرارت بیش از 35 درجه سانتیگراد، ذخیره سازی آب در هنگام گل‌دهی و تشکیل روغن نیز می‌تواند بطور نامطلوبی میزان روغن راتحت تاثیر خود قرار دهد همچنین وی نتیجه گرفت مقدار نیاز آبی جهت آبیاری محصول بستگی به رقم، سیکل زندگی وشرایط محیطی دارد. میزان روغن تابع عملکرد دانه گیاه می باشد. لذا افزایش میزان روغن در تیمار کیتوزان را می توان به افزایش عملکرد دانه و همچنین فراهم بودن شرایط مساعد جهت رشد و نموگیاه در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی نسبت داد.



شکل۲-اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر میزان روغن

Fig1-Interaction of irrigation intervals and anti-transpiration compounds on oil

جدول ۴-مقایسه میانگین اثر متقابل فواصل آبیاری و ترکیبات ضد تعرق بر عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان روغن سیاهدانه

Table 4-mean comparisons of irrigation intervals and anti-transpiration compounds interaction on yield ,yield and oil anti-transpiration components of *Nigella sativa*

تیمارها Treatments	تعداد کپسول در گیاه number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول number of seeds per capsule	وزن دانه در گیاه seed weight per plant	شاخص برداشت harvest index
I_1K_1	6.45c	65.88c	1.02b	34.15a
I_1K_2	7.36b	66.63b	1.06b	34.35a
I_1K_3	8.2a	70.93a	1.14a	34.51a
I_1M_1	6.29cd	57.86i	0.68d	30.22defg
I_1M_2	6cde	59.25h	0.68d	30.27def
I_1M_3	6cde	61.84f	0.69d	30.59cd
I_1G_1	5.34fg	56.87kj	0.64ed	29.73ghi
I_1G_2	5.21fg	58.93h	0.64ed	29.81efghi
I_1G_3	4.97gh	59.35h	0.64ed	30.21defg
I_1C	5.18fg	57.27ji	0.64ed	29.77fghi
I_2K_1	6.33c	62.87e	0.83c	30.80c
I_2K_2	7.28b	64.83d	0.86c	31.98b
I_2K_3	6.28cd	63.02e	0.86c	32.11b
I_2M_1	5.7ef	56.92kj	0.57f	30.11defgh
I_2M_2	5.7ef	56.87kj	0.64ed	30.10defgh
I_2M_3	5.74def	60.92g	0.64ed	30.16defgh
I_2G_1	5.58ef	53.01m	0.64ed	29.46i
I_2G_2	4.55hi	54.97l	0.60ef	29.65hi
I_2G_3	5.38fg	57.97i	0.58f	30.31cde
I_2C	4.32i	57.92i	0.55f	28.55j

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار می‌باشد.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one semilar letter are not significantly different

I_1 دور آبیاری ۸ روز، I_2 دور آبیاری ۱۶ روز، K_1 کیتوزان ۰/۲۵ درصد، K_2 کیتوزان ۰/۵ درصد، K_3 کیتوزان ۱ درصد، M_1 موسیلاژ ۰/۵ درصد،M_2 موسیلاژ ۱ درصد، M_3 موسیلاژ ۱/۵درصد، G_1 صمغ ۰/۲۵ درصد، G_2 صمغ ۰/۵ درصد، G_3 ۰/۷۵ درصد

I1=8 days irrigation interval, I2=16 days irrigation interval, K1=chitosan 0.25%, K2=chitosan 0.5%, K3=chitosan 1%, M1=mucilage 0.5%, M2=mucilage 1%, M3= mucilage 1.5%, G1=gum 0.25%, G2=gum 0.5%, G3=0.75%

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، استفاده از ترکیبات ضد تعرق تحت شرایط تنش خشکی تأثیر معنی داری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان روغن سیاهدانه نشان داد. محلول پاشی ترکیب ضد تعرق کیتوزان نسبت به شاهد موجب تقلیل اثر تنش خشکی شد و اثرات منفی تنش خشکی را بهبود بخشید. ترکیبات ضد تعرق عملکرد، اجزاء عملکرد میزان روغن را نسبت به شاهد افزایش دادند. با توجه به مقایسات میانگین و روابط بین صفات مشخص شد که انتخاب مقدار محلول پاشی مناسب، تأثیر زیادی در افزایش هر یک از صفات دارد. تیمار کیتوزان ۱ درصد با ایجاد شرایط مناسب باعث افزایش عملکرد تحت شرایط تنش خشکی گردید. محلول پاشی با تیمار صمغ عربی موجب بهبود رشد نشد. با توجه به این آزمایش تیمار کیتوزان ۱ درصد و موسیلاژ اسفرزه ۱/۵ درصد مناسب ترین راهکار برای افزایش عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در شرایط تنش خشکی است.

Refrence

1- Akbarinia, A., khosravifard, M., Ashorabadi, A., and Babakhano, P. 2003. Effect of irrigation on yield and agronomic characteristics of Black Cumin (*Nigella sativa*).Journal of Medicinal Plants Research 21(1), 65-73.(In Persian with English abstract).

2-Bagheri H., Andalibi B., andAzimimoghaddam M.R. 2010. Effect of atrazine anti transpiration application on improving physiological traits, yield and yield components of safflower under rain fed condition. Journal of Crops Improvement,14(2):1-16.(In Persian with English abstract).

3-Bannayan M., Nadjafi F., Azizi M., Tabrizi L., and Rastgoo M. 2008.Yield and seed quality of Plantagoovata and *Nigella sativa* under different irrigationtreatments.Industrial Crops and Products, 27: 11-16.

4-Babaeei K., Aminidehaghi M., Modaressanav S.A.M., and Jabbari R. 2010.Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.).Journal of Medicinal Plants Research, 26: 239-251. (In Persian with English abstract).

5-Davazdahemami S., andMajnoonhossein N. 2008. Cultivation and production of some medicinal and spice plants. Tehran University Press.300 pages.

6-Del Amora F.M., Cuadra-Crespoa P., Walkera D. J., Cámarab J.M., Madridc R. 2010. Effect of foliar application of antitranspirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different. Levels of CO2 and water stress. Journal of Plant Physiology, 167: 1232-1238.

7-Del-Valle V., Hernandez-Munoz P., Guarda A., and Galotto M.J. 2005.Development of a Cactus mucilage edible coating (*Opuntiaficusindica*) and its application to extend Strawberry (*Fragariaananassa*) shelf-life. Food Chemistry, 91:751-756

8-El-Mekawy M.A.M. 2012.Growth and Yield of (*Nigella sativa* L). Plant Influenced by Sowing Date and Irrigation Treatments. Journal of Agricultur.& Environ. Research,, 12 (4): 499-505.

9-Filippo, l., Moretti. A., and Lovat, A. 2002.Seed yield, yield, yield components essential oil content and composition of *Nigella sativa L*. and *Nigella damascenal* .Industrial.Crops. And Products.15: 59-69

10-Ghamarnia H., Khosravy H., andSepehri S. 2011. Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semiarid region in the West of Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4(16): 1612-1616.

11-Iiriti M., Picchi V., Rossoni M., Gomarasca S., Ludwig N., Garganoand M., and Faoro F. 2009. Chitosan antitranspirant activity is due to abscisic acid-dependent stomatal closure. Environmental and Experimentan Botany, 66: 493-500.

12-Ibrahim, E.A., and Selim, E.M. 2010.Effect of irrigation interval and Faoro F. antitranpirant. (kaolin) on summer squah(*Cucurbitapepo* L) growth, yield quality 10 And economics. Agri. Forest Meteoro, 1(8): 883-894.

13-Istanbulluoglu A., Arslan B., Gocmen E., Gezer E., and Pasa C. 2010. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oil seed rape (*Brassica napus*L.). Original Research Article Biosystems Engineering, 105(3): 388-394.

14-Hassani, A. 2005. Effect of water deficit on growth, yield and essential oil herb Iran. .).Journal of Medicinal Plants Research,22(3), 256-261. [In Persian].

15-Kazempour, S., Tagbakhsh, M. 2002. Effect of some anti-transpiration onvegetiveC haracteristics, yield and yield parameters of corn under limited irrigation.Journal of Agronomy Crop Science, 32(2) 205-211. (In Persian with English abstract).

16-Koutroubas S.D., Papakosta D.K., and Doitsinis A. 2000. Water requirements for castor oil crop (*Ricinuscommunis*L.) in a Mediterranean climate.Journal of Agronomy Crop Science,. 184: 33-41.

17-Kattlewell, P.S, Heath, W. L, and Haigh, I. M. 2010. Yield enhancement of droughted wheat by film antitranspirant application. Agriculture.Scince. 3: 143-147.

18-Khoram Del, S., kuchaki, A., NasiriMahalati, M., and Ghorbani, R. 2008.Effect of biofertilizers on growth indices of black cumin.Journal of AgricultureResearch,. 6(2): 294-285. (In Persian with English abstract).

19-Omidbaigi R. 2009.Production and processing of medicinal plant (3 rd edition.Vol. 1).RazaviGhodsAstan Publication.347 pp.

20-Lebaschi, M. H., Ashourabadi, E., and Mazaheri, D. 2003.Fluctuation of hypericin under water deficit.Pajouhesh-va-Sazandegi in Agronomy and Horticulture. 16 (58), 44-51.(In Persian with English abstract).

21-Ludwig, N., Cabrini, R., Faoro, F., Gargano, M., Gomarasca, S. Iriti, M., Picchi, V., and Soave, C. 2010. Reduction of evaporative flux in bean leaves due to chitosan treatment assessed by infrared thermogragh. *Infrared Physics & Technology.53: 65-70.*

22- Mozzafari, F., Ghorbanli, S. M., and BabaiFarzami, A. 2000. The effect of water stress on the seed oil of *Nigella sativa* L.Journal ofEssential OilResearch. 12: 36-38.

23-Nabipour, M., Meskarbashee, M., and Yosefpour, H.. 2007. The Effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*CarthamustinctorriusL*.). Journal of Biological Sciences. 10: 421-426.

24-Norozpoor, G., and Rezvanimoghaddam , P. 2002. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa*)**.**Pajouhesh&Sazandegi ,73 , 133-138.(In Persian with English abstract).

25-Safikhani, F., sharifabadi, H., Syadat, A., Ashorabadi, A., Syednedjad, M., andAbbaszadeh, B. 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics *Deracoce phalummoldvica*L. Journal of Medicinal Plants Research,. 23(2),183-194. (In Persian with English abstract).

26-Shaalan M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *(Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83:811-828.

27-Slatyer, P.O., and Bierhuizen, J.F. 1964. The influence of several transpiration suppressants on transpiration, photosynthesis and water use efficiency of cotton leaves. Australian Journal of Biological Sciences.19 (17): 31-46.

28-Terzi A., Coban S., Yildiz F., Ates M., Bitiren M., Taskin A., and Aksoy N. 2010. Protective effects of black cumin*(Nigella sativa)* on intestinal ischemia-reperfusion injury in rats, Journal of Investigative Surgery, 23(1): 21-27.

29-Thakuria, R.K., Singh, H., and Singh, T. 2004.Effect of irrigation and antitranspirant on biometric components, seed yield and plant water-use of spring sunflower (*Helianthus annuus*).Indian J. Agro. 49: 121-123.

30-Valadabadi, A., Usofi, F., and Shirani, H. 2004.Effect.of water holding and different nitrogen levels on some of agronomic characteristics of castor bean(Ricimuscommunis).6(1):99-110.(In Persian with English abstract).

Effect of different irrigation intervals and anti-transpirants compounds on yield and yield components and oil of Black Cumin (*Nigella sativa*)

IntroductionThe ever-increasing tendency to the use of medicinal plants in the world has grown concerns about their cultivation and production processes. As medicinal plants are more compatible with the nature, special interest and attention has recently been given to herb therapy, and use of medicinal plants, being limited by the rise of pharmaceutical drugs, has become again common and widespread due to a number of reasons. *Nigella sativa* L. is one of the herbs that has a variety of uses and has been being used in iran's traditional medicine since old times. Today this plant is considered as one of the most important kinds of medicine. Therefore, it is of great importance to conduct some researches on the herbs around the country due to different ecological requirements. *N. sativa* belonging to buttercup family, with the scientific name of *Ranunculaceae*, is an annual, dicotyledonous, herbaceous plant. In several studies, *N. sativa* has been reported to have anti-oxidative, anti-inflammatory, strengthening of immune system, and anti-histamine and oil extract properties. Furthermore, several effects such as lowering blood sugar, lipids, and hypertension, excretion of bile and uric acid, protection of liver, kidney and cardiovascular tissues as well as anti-seizure, anti-cancer, anti-microbial and anti-parasitic effects related to this plant have been reported.The aim of the present study is to improve the yield and yield components and oil of medicinal plant *N. sativa* by anti-transpiration compounds under drought stress conditions.

Materials and Methods An experiment was conducted at Research Station,Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2012-2013. The research was done using a split plot experiment on a randomized complete block design with three replications. The irrigation intervals (8 and 16 days) in main plots and anti-transpiration compounds of chitosan (0.25, 0.5 and 1 %), Plantogopsyllium mucilage (0.5, 1 and 1.5 %) and arabic gum (0.25, 0.5 and 0.75 %) were put in subplots with three replications. Also, the distance between the main plots in each block and distance between the two blocks were assigned as 100 cm and 200 cm, respectively; so that the moisture content of a plot had no effect on the adjacent plots. Planting date was April16 and planting was performed by hand in 0.5cm-deep furrows. Anti-transpiration compounds were sprayed simultaneously with applying drought stress till the flowering stage once a week at sunset. yield and yield components and oil were measured.

Results Discussion Results showed that irrigation intervals had significant effects on all studied characteristicswith the exception of 1000 seed weight.Increasing irrigation intervals reduced percentage yield and yield components and oil of black cumin grains. anti-transpirants compounds did have significant effects on percentage of oil and yield and yield components of

black cumin grains. There were significant difference between different anti-transpirants compounds in terms of oil and yield components yield and of black cumin grains. The 8 days irrigation interval produced more grainyield compared with 16 days irrigation intervals (621/56 *vs.* 484/23kg/ha). The greatest oil (۲۷/۷۴%) and Lowest(۲۱/۷۴ %) Respectively at Treatment anti-transpirants compound chitosan1 percent With8 days irrigation interval and gam arabic 0/25 percent was obtained with 16 days irrigation interval.ccchitosan stimulating abscisic acid synthesis in the treated plant would result in stomatal closure, reduction of stomatal conductance, transpiration rate and water content. They also pointed out that the anti-transpiration effect of chitosan was because of its stimulatory effect in increasing abscisic acid concentration in the treated leaves of bean plant. As the above compounds are natural and biodegradable, as well as safer and less expensive than other chemical anti-transpiration compounds, they can serve as a good alternative to the chemical compounds. Cognition and expertise in water relations of plant and drought stress tolerance is considered as the main program in agriculture and the ability to withstand this stress is of great economic importance.

Conclusion The anti-transpiration compounds led to significant changes in terms of all the studied traits compared to the control, indicating the effectiveness of theses natural compounds. Providing the appropriate conditions, 1% chitosan treatment can enhance the yield under drought stress. Spraying by arabic gum did not improve the growth conditions. According to this experiment, 1% chitosan treatment and 1.5% *Plantagopsyllium* mucilage is considered the most appropriate strategy to enhance the yield of *Nigella Sativa* under drought stress.

Keywords: Anti-transrpirants compounds, Medicinal plants, Water stress, Yield

نسخه پیش انتشار