Archiv

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار ۹۸
۱۶۱-۱۸۹
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.15780.2173

تأثیر مدیریت تلفیقی حاصلخیزکننده‌های آلی و شیمیایی بر عملکرد، روغن و اسانس گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در رژیم‌های مختلف آبیاری

حمید دهقان‌زاده جزی[1] و ظهراب اداوی[1*]

[1]استادیاران زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۸

چکیده[1]

سابقه و هدف: کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا می‌باشد. بخش زیادی از اراضی کشاورزی ایران نیز جز مناطق خشک و نیمه خشک است و کمبود شدید آب کشاورزی این مناطق را تهدید می‌کند. منابع آلی در تلفیق با کودهای شیمیایی می‌توانند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شوند، زیرا این سیستم اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارآیی جذب مواد غذایی توسط محصول را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف آلی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دارویی از جمله سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) با هدف کاهش صدمه تنش خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: آزمایش حاضر به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات گیاهان دارویی استان اصفهان در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل رژیم آبیاری بر اساس ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۰۰ میلی‌لیتر در حالت ظرفیت مزرعه)، به‌عنوان عامل اصلی و منبع کودی شامل شاهد (بدون کود)، ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود شیمیایی ($N_{80}P_{40}K_{30}$) و تلفیق ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی به‌عنوان عامل فرعی بود. در این آزمایش صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول، وزن هزار دانه، عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک، درصد و عملکرد اسانس، درصد و عملکرد روغن بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد فولیکول در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اسانس، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد و شاخص برداشت، درصد اسانس، تعداد دانه در فولیکول در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف خشکی قرار گرفتند. صفات مذکور با افزایش شدت تنش خشکی از ۹۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش معنی‌داری نشان دادند. نوع کود مصرفی نیز بر تمامی صفات به‌جز درصد اسانس و درصد روغن اثر معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه (۶۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۳۲/۶۱ درصد)، عملکرد روغن (۱۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۸/۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلفیق ورمی کمپوست+کود شیمیایی بدست آمد. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل بین منبع کودی و سطوح مختلف خشکی بر تعداد شاخه فرعی، عملکرد بذر، عملکرد اسانس و عملکرد روغن معنی‌دار بود. بیشترین تعداد شاخه فرعی (۴۴)، عملکرد بذر (۸۱۶/۵

*نویسنده مسئول: z_adavi@pnu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم در هکتار)، عملکرد روغن (۱۸۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و اسانس (۱۰/۳ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کود تلفیق ورمی کمپوست+ کود شیمیایی در تیمار آبیاری با ۹۰ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد که با کاهش میزان آب آبیاری به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب به میزان ۲۴، ۴۲، ۲۵ و ۴۰ درصد کاهش یافت. در تیمارهای آبیاری در سطوح ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، عملکرد بذر، عملکرد اسانس و تعداد شاخه فرعی در شرایط مصرف کود ورمی‌کمپوست به‌تنهایی با تلفیق ورمی-کمپوست+کود شیمیایی‌تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی نسبت به بقیه تیمارهای کودی هم در شرایط تنش و هم در شرایط عدم تنش بیشترین تأثیر را در عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه داشته است. کود ورمی‌کمپوست با بهبود ساختمان فیزیکی، برقراری تعادل در بخش شیمیایی و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک در شرایط تنش خشکی تا حدی نیاز آبی و همچنین نیاز غذایی گیاه را فراهم می‌کنند. همچنین کود شیمیایی از طریق تأمین نیازهای غذایی سیاهدانه در جهت ایجاد مقاومت به خشکی نقش‌های اساسی ایفا کرد. با این حال در شرایط تنش خشکی، کود ورمی‌کمپوست نیز در بسیاری صفات با تلفیق ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی برابری می‌کرد؛ بنابراین به نظر می‌رسد در چنین شرایطی نقش کود ورمی‌کمپوست به لحاظ تأثیری که بر ساختمان فیزیکی خاک می‌گذارد، مهم‌تر از نقش تغذیه‌ای کودهای شیمیایی بوده و قابل‌توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، رژیم‌های آبیاری، کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

امروزه با توجه به مزیت‌های گیاهان دارویی کشت این گیاهان رونق گرفته و به یک صنعت درآمدزا تبدیل شده است. بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی[1] (WHO) بیش از ۸۰ درصد از مردم جهان برای درمان بیماری‌های مختلف به پزشکی سنتی وابسته می‌باشند (۱۳). از جمله دلایل مهم اهمیت گیاهان دارویی می‌توان به نبود امکان تولید بسیاری از مواد مؤثره گیاهی و سوخت و سازگر متابولیت‌های ثانویه با استفاده از روش‌های مصنوعی و نیز اثرات جانبی کمتر در این داروها در مقایسه با داروهای شیمیایی اشاره کرد (۱۲). سیاهدانه نیز گیاهی دارویی با نام علمی (*Nigella sativa* L.) و از خانواده آلاله است که علاوه بر داشتن روغن، پروتئین و اسانس در درمان بیماری‌هایی مثل آسم، فشارخون، دیابت، التهاب، سرفه، برونشیت، اگزما، تب، سرگیجه و آنفولانزا مؤثر است (۴۶).

کاربرد وسیع نهاده‌های دخیل در امر تولید جهت دستیابی به عملکرد بالا، از یک طرف، و لزوم عاری بودن گیاهان دارویی از بقایای شیمیایی در طی مراحل تولید، فرآوری و عرضه آن‌ها، از طرف دیگر، ضرورت کاربرد نهاده‌های بوم سازگار در تولید این گیاهان را بیش از پیش نمایان می‌سازد (۲). لذا، به نظر می‌رسد حتی در صورتی که عملکرد این گیاهان در نتیجه استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک، کمتر و یا برابر با عملکرد آن‌ها در نتیجه مصرف کودهای شیمیایی باشد، تولید این گیاهان با استفاده از نهاده‌های طبیعی مثل کودهای دامی و بیولوژیک، راهکار مناسبی برای حرکت در جهت نظام تولیدی پایدار باشد (۲۳).

ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی است که نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی بر ضایعات شهری،

1. World Health Organization

www.SID.ir

Archive of SID

صنعتی و کشاورزی تولید می‌شوند (۳۹). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (۳۸). از طرفی کود ورمی کمپوست باتوجه به‌ویژگی‌های خاص خود، غالب مواد تشکیل دهنده، مقدار مورد مصرف در خاک، قابلیت بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، نقشی مشابه با کود دامی در خاک ایفا می‌کند. ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک در جهت فراهم کردن عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۷).

الگوهای نامنظم بارش در نواحی مختلف کشور، محصولات مختلف را به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک کشور در معرض شدت‌های مختلف تنش خشکی قرار می‌دهد. بیشتر اوقات دمای زیاد و وضعیت تغذیه‌ای نامناسب، اثرهای تنش خشکی را پیچیده‌تر می‌کند (۲۹). گیاهانی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر پرمصرف و کم مصرف را دریافت کرده باشد، مقاومت بالاتری نسبت به خشکی دارند (۴۰). با بهره‌گیری صحیح از حاصلخیزی خاک و با تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارآیی نهاده‌ها را افزایش داد. یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب مخصوصا در مورد گیاهان دارویی ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. تنش‌های رطوبتی با تغذیه گیاهان بسیار مرتبط است. یکی از مهم‌ترین تاثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است (۲۶).

در بررسی اثر متقابل تنش خشکی و مصرف کودهای دامی بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گزارش شده است که مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی می‌تواند ضمن کاهش اثرات منفی تنش خشکی، باعث افزایش میزان ماده مؤثره و بهبود خصوصیات کیفی اسانس زیره سبز گردیده و جایگزین آبیاری بیشتر در مرحله پر شدن دانه شود (۳). در مطالعه‌ای که روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) انجام شد، مشاهده گردید که تنش کم‌آبی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه و طول میانگره تأثیر می‌گذارد (۸). همچنین مطالعه اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس در اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) نشان داد که در سطوح اولیه تنش خشکی درصد اسانس افزایش یافت در حالی که با افزایش شدت تنش (۵۵ درصد ظرفیت زراعی) علی‌رغم کاهش درصد اسانس تولید شده، کیفیت اسانس افزایش یافت (۴۷). بررسی اثر تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی، کمیت و کیفیت اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) نشان داد که در سطوح اولیه تنش خشکی درصد اسانس افزایش یافت در حالی با افزایش تنش (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) علی‌رغم کاهش درصد اسانس، کیفیت اسانس افزایش یافت که دلیل آن را اثر کم‌آبی بر مسیرهای بیوسنتزی متابولیت‌های ثانویه دانسته‌اند (۲۵). شایان ذکر است که کودهای زیستی به سبب افزایش نفوذپذیری و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش شوری نیز می‌گردد (۱۵ و ۵۰). تنش خشکی در مرحله ساقه دهی و گلدهی موجب کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گردید و کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)

www.SID.ir

Archive of SID

توانست باعث افزایش کمی و کیفی بادرشبو در شرایط تنش گردد (۳۲). اثر تنش خشکی و مصرف انواع کودهای آلی و معدنی و بقایای آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد بابونه آلمانی (*Matricariachamomilla* L.)نشان داد که تنش خشکی در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی عملکرد گل بابونه را نسبت به شاهد در هر دو سال کاهش داد اما کاربرد کودهای آلی در شرایط تنش خشکی در سال اول و در تمام شرایط رطوبتی سال دوم عملکرد گل، اسانس و کامازولن مطلوبی ایجاد نمود (۲). یاری و تاب (۲۰۱۸) گزارش کردند که بیشترین عملکردهای بذر و اسانس گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) با کاربرد ۱۰ تن کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (۵۳). کاربرد ورمی کمپوست در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست‌توده شده و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (۱۱). انوار و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده نمودند که مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی (به‌ترتیب به میزان ۵۰، ۲۵، ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاس خالص) موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی ریحان نسبت به تیمار شاهد شد (۵). تیندال و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که مصرف کود شیمیایی میزان زیست‌توده و پارتنولید بابونه گاوی (*Tanacetum parthenium* L.) را به‌ترتیب ۲۳ و ۱۸ درصد کاهش داد، در حالی‌که در نظام ارگانیک حتی در سطوح پایین کاربرد کود آلی نیز عملکرد زیست‌توده و اسانس بهبود یافت. بدین‌ترتیب این محققان، جهت رشد کمی و کیفی گیاهان دارویی و کاهش اثرات زیست محیطی، مصرف کودهای آلی را در نظام‌های تولید این گونه‌ها توصیه نمودند (۵۲). غلامی‌شرفخانه و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی روی مرزه (*Satureja hortensis* L.) مشاهده کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب بهبود میزان اسانس در مقایسه با تیمار کود شیمیایی گردید (۲۲). نتایج فلاح و همکاران (۲۰۱۵) حکایت از برتری تلفیق کودهای آلی و شیمیایی نسبت به کاربرد جداگانه این کودها در زراعت گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) و همچنین برتری معنی‌دار ویژگی‌های کیفی محصول سیاهدانه از قبیل میزان روغن، پروتئین و اسانس در شرایط کاربرد غیرتقسیطی اوره مورد استفاده دارد. بنابراین استفاده از روش تلفیقی کود آلی با شیمیایی به ویژه مصرف غیرتقسیطی اوره نه تنها موجب ارتقاء ویژگی‌های کیفی محصول سیاهدانه می‌شود، بلکه با افزایش کارایی کوددهی می‌تواند در حفظ محیط زیست و سلامت محصول مؤثر باشد (۱۸).

مدیریت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌ویژه در شرایط تنش خشکی که مدیریت مصرف آب نیز مطرح می‌باشد و ارزیابی تأثیر این گونه مدیریت‌ها بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی سیاهدانه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و تحقیقات مرتبط ضروری به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر می‌توان با مدیریت مصرف آب و سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای، شرایط را به‌گونه‌ای فراهم نمود که گیاه دارویی تحت آن شرایط، به پتانسیل بالقوه خود نزدیک‌تر شده و حداکثر عملکرد کمی و کیفی را تولید کند. پژوهش حاضر، به‌منظور ارزیابی تلفیق ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی در بهبود ویژگی‌های رشدی و اسانس گیاه سیاهدانه در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار و تعیین نیاز آبی گیاه دارویی سیاهدانه در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای ورمی‌کمپوست و شیمیایی و تلفیق آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی سیادانه در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اصفهان در سال زراعی ۱۳۹۶ انجام شد. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن جزء اقلیم‌های معتدل و خشک با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد (جدول ۱). عامل اصلی رژیم‌های آبیاری در سه سطح ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۰۰ میلی‌لیتر در حالت ظرفیت مزرعه) و عامل فرعی شامل کاربرد کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست شامل: عدم کوددهی (شاهد)، کود شیمیایی($N_{80}P_{40}K_{30}$)، کود ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار (۵۳) و تلفیق کودهای ورمی کمپوست و شیمیایی به میزان ۵۰ درصد از هر کدام بود. میزان منابع کودی مختلف بر اساس نیاز کودی گیاه (۴۵) و آزمایش خاک تعیین گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه و کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده نیز در جداول ۲ و ۳ ذکر شده است.

مزرعه مورد نظر در اردیبهشت‌ماه شخم عمیق خورده و پس از دیسک با استفاده از دستگاه لولر عملیات تسطیح و کرت‌بندی انجام گرفت. کودهای ورمی کمپوست، فسفر و پتاسیم بر اساس تیمارهای تعریف شده در یک مرحله قبل از کاشت با خاک مخلوط شد. نصف کود نیتروژن طبق تیمارهای مربوط قبل از کاشت و نصف دیگر به‌صورت سرک هنگامی که بوته‌ها به ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری (در مرحله رشد رویشی) رسیده بود، به خاک اضافه شد. عملیات کاشت بذر در تاریخ ۵ خرداد به روش دستی و به‌صورت خشکه‌کاری انجام شد. بذر مورد استفاده، توده محلی سمیرم بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. هر کرت شامل شش ردیف ۳ متری بود. بذور با تراکم ۵۷ بوته در مترمربع و با فاصله ردیف‌های کشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین بوته‌ها ۵ سانتی‌متر گرفته شد (۲۷). فاصلهٔ بین کرت‌ها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر لحاظ شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری انجام شد. برای رسیدن به تراکم مورد نظر، در مراحل چهار و شش برگی تنک انجام شد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از حسگرهای دفنی دستگاه انعکاس سنجی امواج (TDR)[1] استفاده گردید. با استفاده از دستگاه TDR (مدل TRASE SYSTE) سه شاخه قابل حمل، میزان رطوبت در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک در چهار نقطه از هر یک از کرت‌ها اندازه‌گیری و زمان آبیاری بر اساس زمان رسیدن به هر یک از رژیم‌های آبیاری صورت گرفت (۴۱). میزان آب ورودی به هر کرت نیز با استفاده از کنتور محاسبه گردید و عمق آب استفاده شده در هر تیمار رطوبتی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$Vm = [\, D \times (Fc - \theta) \times Bd] \times \frac{}{100} \qquad \text{رابطه ۱}$$

در آن V_m: میزان آب با واحد مترمکعب، F_C: درصد رطوبت وزنی در مرحله ظرفیت مزرعه، θ: متوسط رطوبت وزنی خاک در عمق ریشه بر حسب درصد، BD: وزن مخصوص ظاهری خاک (g/cm^2)، D: عمق ریشه.

وجین علف‌های هرز سه مرتبه در طول دوره رشد قبل از بسته شدن کانوپی صورت گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۸۰ درصد از فولیکول‌ها) تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات صفاتی از جمله: ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد فولیکول در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بررسی گردید. برای تعیین عملکرد نهایی از سطحی معادل ۲/۲ مترمربع در هر کرت با نظر گرفتن اثر حاشیه به طول ۰/۵ متر برداشت صورت گرفت.

۵۰ گرم از بذر تولید شده در هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، درصد اسانس اندازه‌گیری

1. Time Domain Reflectometry

www.SID.ir

Archive of SID

شد. عملکرد اسانس در واحد سطح بر اساس عملکرد دانه × درصد اسانس محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری درصد و عملکرد روغن نیز از روش سوکسله استفاده شد. بدین منظور، مقدار ۱۰ گرم دانه از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و آسیاب گردید. در داخل کارتوش دستگاه سوکسله مدل (HT-1046) قرار داده شد و عمل روغن‌گیری توسط ۲۰۰ میلی‌لیتر حلال پترولیوم اتر، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بعد از اتمام کار، نمونه به مدت ۲۴ ساعت داخل آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. جهت خروج حلال از روغن از دستگاه روتاری (Rotary Evaporator) استفاده گردید. به‌منظور تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS Ver.9 استفاده شد.

جدول ۱- میانگین دمای حداقل و حداکثر و بارندگی ماهانه در طول دوره رشد در فصل زراعی ۱۳۹۶

Table 1. Mean of monthly minimum and maximum temperatures and precipitation during growth duration in growing season of 2017

Month	ماه	دمای حداقل (سانتی‌گراد) Min. temperature (°C)	دمای حداکثر (سانتی‌گراد) Max. temperature (°C)	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)
April	فروردین	12.1	28.5	10
May	اردیبهشت	16.3	34.0	4.9
June	خرداد	22.1	41.7	2.2
July	تیر	24.8	42.1	1.9
August	مرداد	23.1	38.5	14.2
September	شهریور	19.1	32.0	6.9

جدول ۲- نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش.

Table 1. Result analysis of physical and chemical criteria of soil test implementation of before testing.

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت Texture	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH (1:2)	فسفر (میلی‌گرم بر گرم) Phosphor (mg.g)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم) Potassium (mg.g)	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)
0-30	سیلتی رسی لومی (Silt Clay Loam)	1.68	7.8	28.20	304	0.085

جدول ۳- نتایج تجزیه خصوصیات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست.

Table 2. Result analysis of chemical characteristics of vermicompost fertilizer.

نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم) Potassium (mg.g)	فسفر (میلی‌گرم بر گرم) Phosphor (mg.g)	pH (1:2)	EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)
1.90	63.19	10.67	8.20	5.70	22.2

نتایج و بحث

اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح خشکی بر اجزای عملکرد شامل تعداد شاخه فرعی و تعداد فولیکول در بوته در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد دانه در فولیکول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نوع کود مصرفی نیز بر تعداد شاخه فرعی و تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول و وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در مطالعه حاضر با افزایش میزان کم‌آبیاری از ۹۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد شاخه فرعی، تعداد فولیکول در بوته و تعداد دانه در فولیکول به‌ترتیب با ۲۸/۵، ۲۹ و ۱۲/۴ درصد کاهش همراه بود (جدول ۴). تعداد دانه در فولیکول با افزایش میزان تنش خشکی از ۹۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی و تعداد فولیکول در بوته در تیمار تلفیق ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی به‌ترتیب برابر با ۳۷/۵ و ۴۲/۸ و کمترین این صفات در شاهد و به ترتیب برابر با ۲۶/۶ و ۲۷/۵ بود. تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی از نظر صفات فوق در حد وسط و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند در حالی که در صفات تعداد دانه در فولیکول و وزن هزار دانه تفاوت، تنها در شاهد نسبت به بقیه تیمارهای کودی مشاهده شد (جدول ۴). حیدری و جهان‌تیغی (۲۰۱۲) با بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر گیاه سیاهدانه دریافتند با توجه به اینکه هریک از مراحل رشدی گیاه بخش‌های خاصی از عملکرد دانه را تشکیل می‌دهند، تأثیر تنش خشکی بر هر یک از این مراحل متفاوت است. آن‌ها گزارش دادند وزن هزار دانه کمتر تحت‌تأثیر تنش خشکی قرار دارد (۲۷). رضاپور و همکاران (۲۰۱۱) نیز به عدم تأثیرگذاری تنش خشکی بر وزن هزار دانه گیاه سیاهدانه اشاره کردند (۴۴). نتایج فوق گویای این است که تعداد شاخه فرعی و تعداد فولیکول در بوته سیاهدانه نسبت به دیگر اجزای عملکرد بیشتر تحت تأثیر آب قابل دسترس خاک قرار دارد. حیدری و جهان‌تیغی (۲۰۱۲) بیان داشتند با توجه به اینکه سیاهدانه گیاهی رشد محدود است، تنش خشکی باعث کوتاه شدن طول دوره رویشی و رسیدن سریعتر گیاه به مرحله زایشی شده است و این امر سبب کمتر شدن تعداد شاخه فرعی و تعداد فولیکول در بوته می‌شود (۲۷). همچنین، شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط تنش خشکی یک صفت نامطلوب محسوب شده که باعث تلفات رطوبت خاک و اتلاف آب از طریق تعرق می‌گردد (۲). به نظر می‌رسد در این مطالعه نیز گیاه سیاهدانه محدود کردن تعداد شاخه جانبی را به عنوان یک مکانیسم سازگاری به تنش انتخاب کرده باشد.

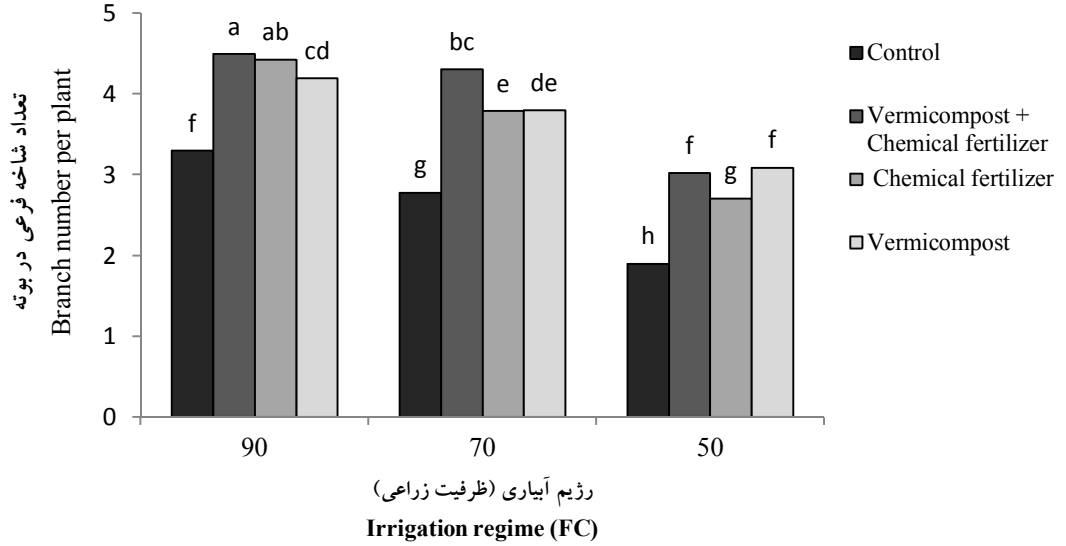
تعداد شاخه فرعی: از بین اجزای تأثیرگذار بر عملکرد، تنها تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر اثر متقابل نوع کود مصرفی و سطوح تنش خشکی قرار گرفت ($p\leq۰/۰۱$) (جدول ۳). کم‌ترین تعداد شاخه فرعی برای هر سه سطح کم‌آبیاری، در شاهد (بدون مصرف کود) مشاهده شد. با این حال، با افزایش میزان تنش خشکی تعداد شاخه فرعی در تیمار شاهد کاهش یافت؛ به‌طوری که در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، ۴۲/۵ درصد کاهش نسبت به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. (تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند) (شکل ۱). در آبیاری در سطوح ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نیز بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمارهای تلفیق ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. به نظر می‌رسد در چنین شرایطی نقش ورمی‌کمپوست به لحاظ بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و به ویژه در میزان نگهداری آب بیش از اثر تغذیه‌ای آن باشد. به‌طور کلی، خصوصیات رشدی با افزایش شدت رژیم آبیاری کاهش یافتند. تنش خشکی موجب کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و رشد رویشی می‌گردد. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می‌باشند (۵۱). گرگینی‌شبانکاره و خراسانی‌نژاد (۲۰۱۸) در گیاه دارویی نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita* L.)، اظهار داشتند که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

پایدار می‌توان بخش زیادی از اثرات تنش خشکی بر گیاه نعناع فلفلی را با کاربرد ورمی‌کمپوست تعدیل نمود، آن‌ها بیان نمودند کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی‌کمپوست در شرایط رژیم آبیاری برای غلبه بر اثرات منفی خشکی بر صفات رشدی و حصول حداکثر اسانس می‌تواند مفید واقع شود (۲۳).

ورمی‌کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت دانست که تأثیر مثبتی بر افزایش صفات رشدی داشته است (۲ و ۲۱).



شکل ۱- تأثیر بر همکنش رژیم آبیاری و منبع کودی بر تعداد شاخه فرعی سیاهدانه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 1. Interaction effect of irrigation regimes and nutritional resource on branches number of Black cumin
Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05.

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر سطوح خشکی و نوع کود مصرفی قرار گرفت (p≤۰/۰۱) (جدول ۳). اثر متقابل کود و سطوح تنش خشکی بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری نداشت. ارتفاع بوته با افزایش میزان تنش از ۹۰ درصد زراعی به ۷۰ و ۵۰ درصد زراعی به ترتیب ۷/۵ و ۲۶/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۴). یکی از نشانه‌های کمبود آب کاهش تورژسانس و کاهش در رشد و اندازه سلول ها مخصوصاً ساقه و برگ است و به دنبال آن کاهش در ارتفاع گیاه رخ خواهد داد (۹). بیشترین و کم‌ترین ارتفاع بوته به ترتیب در تیمار کود تلفیق ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی (۶۲/۱ سانتی‌متر) و شاهد (۴۶/۵ سانتی‌متر) مشاهده گردید. ارتفاع بوته در تیمارهای کود ورمی‌کمپوست و شیمیایی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با کاربرد ورمی کمپوست اثرات منفی رژیم آبیاری کاهش یافت. کودهای زیستی با تأمین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، تولید هورمون‌های گیاهی به‌وسیله باکتری‌ها و تقویت جذب و انتقال مواد معدنی، موجب رشد و نمو بیشتر گیاه می‌شود (۱۶ و ۱۹). دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به

www.SID.ir

Archive of SID

خصوص نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش اجزای رشد رویشی بسیار مؤثر می‌باشد. کودهای آلی با افزایش ماده آلی خاک، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و با تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک موجب افزایش عملکرد رویشی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) می‌شوند (۵۱). گزارش شده است که کاربرد کودهای آلی موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) شده است (۳۷). همچنین در مطالعه انجام شده بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی رقم Goral، افزایش سطوح ورمی‌کمپوست سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه شد (۱۰).

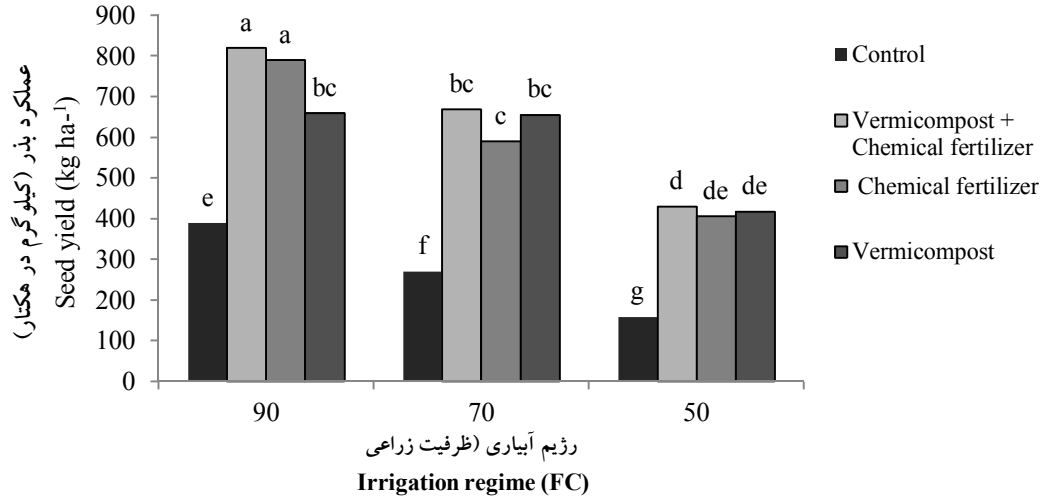
عملکرد بذر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد بذر تحت تأثیر سطوح تنش خشکی، منبع کودی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در کلیه سطوح خشکی، عملکرد بذر در شرایط مصرف کود بیشتر از شاهد (عدم مصرف کود) بود (شکل ۲). از بین منابع کودی مختلف مورد بررسی، تلفیق کود ورمی‌کمپوست و شیمیایی در کلیه سطوح تنش خشکی عملکرد بذر بالاتری نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها داشت. مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی، شیمیایی و ورمی‌کمپوست نسبت به شرایط بدون کود در تیمار ۷۰ درصد زراعی به ترتیب باعث افزایش عملکرد بذر به میزان ۱۲۳، ۹۹ و ۱۱۴ درصد شد، این افزایش در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب برابر با ۱۷۳، ۱۴۱ و ۱۵۵ درصد بود (شکل ۲)؛ بنابراین، کودهای مصرفی در شرایط تنش خشکی (۵۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر توانسته‌اند گیاه را در جبران خسارت وارده بر اثر کمبود یاری کنند. لال و همکاران (۱۹۹۳) بیان داشتند گیاهانی که خوب تغذیه می‌شوند و به مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت می‌کنند می‌توانند مقاومت بهتری به تنش خشکی داشته باشند (۳۴). همچنین احمدیان و همکاران (۲۰۱۲) ذکر کردند که تنش‌هایی مانند شوری و خشکی باعث برهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاهان شده که با مصرف عناصر غذایی مورد نیاز از طریق خاک می‌توان وضعیت رشد گیاه تحت تنش را تا حد زیادی بهبود بخشید (۲).

نتایج نشان داد که بین تیمارهای کودی در شرایط عدم تنش خشکی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. با این‌حال، در شرایط افزایش تنش خشکی (۵۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) نیز کم‌ترین و بیشترین میزان عملکرد بذر در تیمار کودی تلفیق ورمی‌کمپوست + کود شیمیایی و کود شیمیایی به تنهایی به‌دست آمد (شکل ۲). در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت زراعی، میزان عملکرد بذر سیاهدانه در تیمار کود شیمیایی (۷۶۵ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از کود ورمی کمپوست (۶۴۳ کیلوگرم در هکتار) بود. اگرچه این روند در شرایط افزایش میزان تنش خشکی بر عکس بوده و مصرف کود ورمی‌کمپوست عملکرد بذر (۶۳۲ و ۴۴۳ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در سطوح کم آبیاری ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) بیشتری نسبت به اعمال کود شیمیایی (۵۹۰ و ۴۱۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سطوح آبیاری ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) تولید نمود (شکل ۲). افزایش عملکرد گیاه در زمان استفاده از کود ورمی کمپوست در شرایط تنش می‌تواند مربوط به نقش مثبت آن در بهبود خلل و فرج خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک باشد (۶). با این وجود، اختلاف بین تیمارهای کودی در شرایط تنش خشکی معنی‌دار نبود. احمدیان و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای روی تنش خشکی و اعمال کودهای آلی

www.SID.ir

Archive of SID

و معدنی طی دو سال متوالی روی گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) دریافتند که در سال اول در شرایط تنش خشکی، کودهای آلی و شیمیایی تفاوتی با یکدیگر نداشتند و تفاوت اصلی بین کودها در شرایط عدم تنش مشاهده شد. در حالی که، در سال دوم مطالعه، کودهای آلی و تلفیقی هم در شرایط تنش و هم در شرایط عدم تنش نسبت به کودهای شیمیایی عملکرد بالاتری داشتند. دلیل اصلی این مسئله به آزادسازی سریع‌تر کودهای شیمیایی در سال اول و نقش کودهای آلی در حفظ رطوبت، ساختمان خاک و خروج تدریجی مواد غذایی نسبت داده شد (۲). در مطالعه حاضر نیز شاید بتوان عدم تفاوت بین انواع کودها در شرایط تنش خشکی را به نقش زمان نسبت داد. به عبارتی کودهای آلی در طی زمان و به تدریج مواد غذایی را رها نموده و در بهبود ساختمان خاک مؤثر خواهند بود.



شکل ۲- تأثیر بر همکنش رژیم آبیاری و منبع کودی بر عملکرد بذر سیاهدانه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 2. Interaction effect of irrigation regimes and nutritional resource on seed yield of Black cumin

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $p \leq 0.05$

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر خشکی و منبع کود قرار گرفت است ($p \leq ۰/۰۱$). در حالی که، اثر متقابل سطوح خشکی و منبع کود معنی‌دار نبود (جدول ۳) با افزایش سطوح تنش خشکی از ۹۰ به ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی میزان عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۱۲ و ۴۳ درصد کاهش یافت (جدول ۴). کاهش عملکرد بیولوژیک می‌تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر بیوماس تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها و یا در اثر کاهش فتوسنتز باشد. به عبارت دیگر کمبود آب در گیاهان می‌تواند سبب اختلالات فیزیولوژیک، همچون کاهش فتوسنتز و تنفس شود. از دلایل دیگر کاهش وزن تر و خشک بوته می‌تواند کاهش سطح برگ گیاه باشد به عبارت دیگر گیاه در هنگام تنش، سطح برگ خود را کاهش می‌دهد و این امر سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد. با کاهش مواد فتوسنتزی وزن خشک برگ و در نهایت وزن خشک بوته کاهش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های شبانکاره و خراسانی نژاد (۲۰۱۸) بر گیاه نعناع فلفلی مطابقت داشت (۲۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه تحت‌تأثیر رژیم آبیاری و منبع کودی.

Table 3. Analysis of variance (Mean square) of quantitative and qualitative yields of Black cumin as affected by irrigation regimes and nutritional recourse

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعی در بوته Branches number per plant	تعداد فولیکول در بوته Follicles per plant	تعداد دانه در فولیکول Seeds per Follicle	وزن هزار دانه 1000 seeds weight	عملکرد بذر Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield
تکرار Replication	2	2.38 ns	0.140 ns	11.54 ns	0.367 ns	0.0001 ns	188.50 ns	2602.7 ns	4.97 ns	0.005 ns	0.175 ns	2.07 ns	41.08 ns
رژیم آبیاری (A) irrigation regimes	2	585.3**	25.8**	491.6**	61.75*	0.091 ns	237375.9**	1006276.2**	4.2*	0.002*	34.36**	165.3**	6950.3**
اشتباه اول Error 1	4	17.41	0.071	7.25	3.62	0.024	272.3	1035.6	1.48	0.015	0.094	2.88	75.93
منبع کودی (B) Nutritional recourse	3	326.6**	28.2**	337.0**	210.2**	0.084**	237823.3**	744632.0**	265.8**	0.001 ns	38.9**	7.66 ns	19163.6**
A×B	6	21.25**	1.13**	11.26 ns	6.75 ns	0.0007 ns	6633.2**	31620.5 ns	7.09 ns	0.004 ns	1.16**	3.45 ns	661.8**
خطای دوم Error 2	18	17.68	0.196	14.81	14.48	0.014	1543.6	14278.2	6.69	0.011	0.241	2.94	45.57
ضریب تغییرات (%) CV		9.10	10.28	7.51	11.24	2.97	12.32	14.85	5.36	6.99	11.27	8.69	13.25

*, ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

*, ** and ns are significant at p≤ 0.05 and p≤ 0.01 and not significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات ساده رژیم آبیاری و منبع کودی بر عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه

Table 4. Mean comparisons of irrigation regimes and nutritional recourse on quantitative and qualitative yields of Black cumin

تیمارها Treatments	سطوح levels	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته number per plant Branches	تعداد فولیکول در بوته Follicles per plant	تعداد دانه در فولیکول Seeds per Follicle	وزن هزار دانه (گرم) (gr)1000 seeds weight	عملکرد بذر (kg.ha^{-1}) Seed yield	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) (kg. ha^{-1}) Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد اسانس Essential oil percentag	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) (kg. ha^{-1}) Essential oil yield	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) (kg ha^{-1}) Oil yield
سطوح خشکی (ظرفیت زراعی) drought stress levels (Field capacity)	90	60.33^{a}	4.02^{a}	42.79^{a}	34.97^{a}	2.03^{a}	654.16^{a}	1993.5^{a}	32.40^{a}	1.26^{b}	8.24^{a}	28.51^{a}	143.4^{a}
	70	55.49^{b}	3.57^{b}	38.24^{b}	34.21^{a}	1.93^{a}	543.34^{b}	1780.3^{b}	29.91^{b}	1.30^{a}	7.06^{b}	28.05^{a}	153.2^{a}
	50	43.45^{c}	2.81^{c}	30.14^{c}	30.63^{b}	1.86^{a}	374.08^{c}	1119.3^{c}	33.48^{a}	1.21^{c}	4.57^{c}	21.86^{b}	108.5^{b}
	شاهد Control	46.55^{c}	2.68^{c}	28.30^{c}	26.11^{b}	1.82^{b}	285.41^{c}	1311.4^{c}	21.26^{b}	1.28^{a}	3.62^{c}	25.12^{a}	69.38^{c}
منبع کودی Nutritional recourse	ورمی کمپوست +کود شیمیایی Vermicompost + Chemical fertilizer	62.10^{b}	3.91^{a}	43.11^{a}	36.02^{a}	2.02^{a}	655.7^{a}	1966.3^{a}	32.61^{a}	1.28^{a}	8.22^{a}	27.89^{a}	176.7^{a}
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	55.31^{b}	3.62^{b}	38.87^{b}	36.33^{a}	1.98^{a}	591.11^{b}	1792.8^{b}	32.56^{a}	1.26^{a}	7.45^{b}	25.28^{a}	146.5^{b}
	ورمی کمپوست Vermicompost	54.11^{b}	3.72^{b}	39.05^{b}	34.21^{a}	2.03^{a}	571.29^{b}	1860.4^{ab}	30.53^{a}	1.27^{a}	7.26^{b}	26.28^{a}	148.1^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the p≤ 0.05

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش عملکرد بیولوژیک طی افزایش میزان تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، کاهش سطح برگ و کاهش جذب نور و ظرفیت فتوسنتزی و همچنین افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی باشد (۹). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به مصرف تلفیق ورمی-کمپوست+کود شیمیایی (۱۹۶۶/۳ کیلوگرم در هکتار) و نیز کاربرد منفرد کود ورمی‌کمپوست (۱۸۶۰/۴ کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین آن در شاهد (بدون کود دهی) مشاهده شد (جدول ۴). کودهای آلی و به‌ویژه ورمی‌کمپوست در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی بوده و به‌عنوان منبعی غنی از عناصر غذایی محسوب می‌شوند؛ که علاوه بر تأمین نیاز غذایی گیاهان با بهبود ساختمان فیزیکی خاک و تعادل در بخش شیمیایی آن می‌توانند سبب بهبود رشد گیاه شوند (۱۴). از طرفی افزایش وزن تازه و خشک گیاه با کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط رژیم آبیاری را می‌توان به نقش تعدیل کنندگی کودهای آلی نسبت داد. کودهای آلی همچون ورمی کمپوست با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزاد سازی تدریجی آن‌ها باعث افزایش رشد گیاه و میزان بیومس تولیدی می‌شوند. در بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست در تولید گلخانه‌ای گیاه استویا (*Stevia rebaudiana* Bertoni) با کاربرد ورمی‌کمپوست تا سطح ۲۰ درصد به محیط کشت، عملکرد تازه گیاه افزایش یافت (۵۰).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح تنش خشکی در سطح احتمال ۵ درصد و منبع کود در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص برداشت دانه اثر معنی‌دار داشته است، ولی این صفت تحت تأثیر اثر متقابل سطوح کم‌آبیاری و منبع کود قرار نگرفت (جدول ۳). کمترین شاخص برداشت (۲۹ درصد) در تیمار آبیاری در سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. آبیاری در سطح ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۲ درصد) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۳ درصد) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر میزان بیشتری از شاخص برداشت را داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد با افزایش میزان تنش خشکی از ۷۰ به ۵۰ درصد، گیاه به عنوان یک مکانیسم میزان زیست توده خود را کاهش داده و تسهیم مواد فتوسنتزی به دانه و مخازن زایشی را افزایش داده است؛ بنابراین، توانسته است شاخص برداشت بیشتری داشته باشد. همانگونه که قبلاً نیز مشاهده شد کاهش ارتفاع گیاه و کاهش تولید شاخ و برگ در شرایط تنش به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی برای گیاهان در جهت جلوگیری از به هدررفت آب مفید است (۲). هر سه کود مصرفی بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر سبب افزایش شاخص برداشت نسبت به شاهد شدند (جدول ۵).

درصد و عملکرد اسانس: درصد اسانس تحت تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف خشکی قرار گرفت ($p\leq ۰/۰۵$) در حالیکه نوع کود و اثر متقابل بین سطوح خشکی و منبع کود اثری بر عملکرد اسانس نداشتند (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی از ۹۰ به ۷۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد اسانس ۳/۱ درصد افزایش معنی‌دار یافت (جدول ۴) در حالیکه افزایش شدت تنش از ۹۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، کاهش ۳/۹ درصدی اسانس سیاهدانه مشاهده شد (جدول ۴). به عبارتی تنش متوسط سبب افزایش درصد اسانس و تنش شدیدتر سبب کاهش آن شد. از آنجایی که، اسانس‌ها جزئی از متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان این مواد را در اندام خود افزایش می‌دهد (۳۷)، در آزمایش حاضر نیز به نظر می‌رسد قرارگیری گیاه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

متابولیت‌های ثانویه آن از جمله درصد اسانس شده است. حقیرالسادات و همکاران (۲۰۱۱) نیز اظهار داشتند که تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله تنش‌های زیستی و غیر زیستی است (۲۴). ربی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، تنش متوسط نسبت به تنش شدید و شاهد سبب تولید اسانس بیشتری می‌شود (۴۲). رضایی چیانه و پیرزاد (۲۰۱۳) اشاره داشتند که همیشه همراه با بالا رفتن میزان تنش، درصد اسانس نمی‌تواند افزایش یابد؛ زیرا در تنش‌های بالا گیاه بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید تنظیم کننده‌های اسمزی مانند پرولین، گلیسین- بتایین و ترکیبات قندی از جمله ساکاروز، فروکتوز و فروکتان کرده تا بتواند پتانسیل آب سلولی را کاهش دهد و در مقابل تنش مقاومت نماید. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش تنش از ۶ به ۱۸ روز کاهش ۲۰ درصدی اسانس سیاهدانه را به همراه داشته است (۴۳).

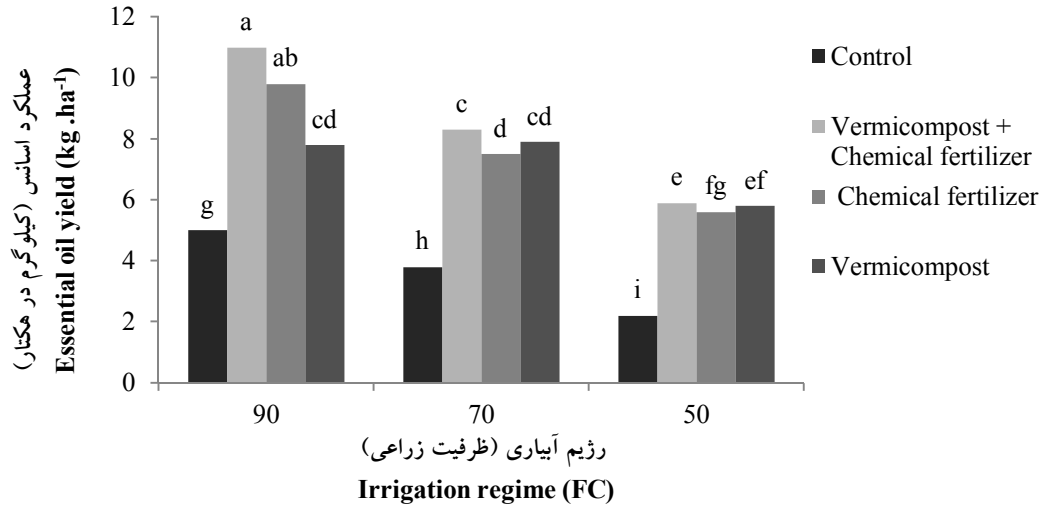
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد اسانس سیاهدانه تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی، منبع کود و اثر متقابل بین آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). از آنجا که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد گیاه است عوامل مؤثر بر این اجزا روی عملکرد اسانس نیز تأثیرگذار خواهند بود. در مطالعه حاضر نیز به نظر می‌رسد کاهش عملکرد اسانس در هر دو سطح کم‌آبیاری به دلیل اثرات زیانبار کمبود آب بر رشد گیاه که خود مجموعه‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد، جذب یون و متابولیسم مواد غذایی می‌باشد (۳۰).

مصرف عناصر غذایی در همه سطوح خشکی سبب افزایش عملکرد اسانس گردید (شکل ۳). عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه است. این نشان می‌دهد که در این تحقیق تأثیر عملکرد دانه بر عملکرد اسانس بیشتر از نقش درصد اسانس بوده است. فرنز (۱۹۸۳) نیز بیان داشت که کاربرد عناصر غذایی سبب گسترش سطح برگ، توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره در گیاهان دارویی می‌شود (۲۰). هم‌چنین مصرف عناصر غذایی به لحاظ تأثیر بر رشد و عملکرد، روی عملکرد اسانس نیز اثرگذار بود (۱۴). بیشترین میزان عملکرد اسانس در مطالعه حاضر در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و مصرف تلفیقی ورمی کمپوست+کود شیمیایی (۱۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل ۳). در دیگر سطوح تنش خشکی نیز تلفیق ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست به‌تنهایی بیشترین میزان عملکرد اسانس را نشان دادند. افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه از جمله نقش‌های کود ورمی‌کمپوست در بهبود عملکرد گیاه و به دنبال آن عملکرد اسانس است (۶). کود ورمی‌کمپوست، می‌تواند سبب بهبود فعالیت باکتری‌ها و سایر میکروارگانیزم‌ها گردد و موجبات حلالیت عناصر معدنی و دسترسی گیاه را فراهم آورد. با مصرف مقادیر کمی از این کود درصد اسانس افزایش پیدا می‌کند، زیرا ضمن افزایش عملکرد، تعادل بین تولید متابولیت‌های اولیه و ثانویه حفظ می‌گردد (۳۲). در همین زمینه پژوهشی روی زیرهٔ سبز گزارش شد که کاربرد ۱۰ تن کود ورمی‌کمپوست در هکتار، موجب افزایش درصد اسانس دانه این گیاه شد (۳). درزی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در پژوهشی روی گشنیز گزارش کردند که کاربرد ۱۰ تن کود دامی در مقایسه با مقادیر بیشتر کود دامی (۱۶ و ۲۱ تن در هکتار)، سبب بهبود میزان اسانس شد (۱۷). نتیجهٔ پژوهشی روی گیاه زنیان آشکار کرد که کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد کود) و نیز

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد تلفیقی کودهای دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی، سبب افزایش عملکرد اسانس شد. این پژوهشگران وجود مواد آلی و عناصر کم‌مصرف در کود دامی که موجب بهبود میزان اسانس شده بود را در عملکرد اسانس موثر دانستند (۴). گزارش‌های دیگر پژوهشگران در مورد گیاهان شوید، بادرشبی و گشنیز نیز تایید کننده همین موضوع است (۱۷، ۳۱ و ۳۳).



شکل ۳- تأثیر بر همکنش رژیم آبیاری و منبع کودی بر عملکرد اسانس سیاهدانه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 3. Interaction effect of irrigation regimes and nutritional resource on essential oil yield of Black cumin

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $p \leq 0.05$

درصد و عملکرد روغن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس درصد روغن تنها تحت تأثیر سطوح تنش خشکی قرار گرفت ($p \leq ۰/۰۱$) و منبع کود و اثر متقابل بین سطوح تنش خشکی و منبع کود بر درصد روغن تأثیری نداشتند (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی از ۹۰ به ۷۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد روغن تغییر معنی‌داری نیافت، این در حالی است که با افزایش تنش خشکی از ۹۰ به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد روغن ۲۳/۳ درصد کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۴). کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت اختلال در فرآیندهای متابولیکی بذر و آسیب به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد (۳۵). همچنین عزیزی و همکاران (۲۰۰۹) کاهش درصد روغن به واسطه تنش خشکی را به کاهش درصد پروتئین نسبت دادند (۱۰). آن‌ها بیان نمودند که تنش خشکی سبب تسریع در رسیدگی گیاه شده و فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین ذخیره شده را به گیاه نمی‌دهد.

عملکرد روغن تحت تأثیر سطوح تنش خشکی، منبع کود و اثر متقابل بین آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). میزان عملکرد روغن با افزایش شدت تنش از ۹۰ (۱۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار) به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۰۸/۵ کیلوگرم در هکتار) کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۴).

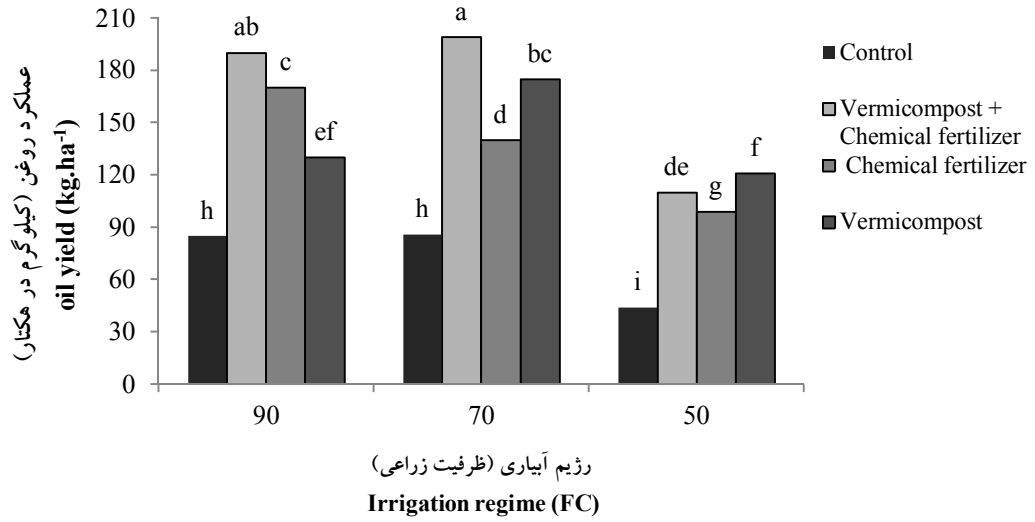
با توجه به اینکه عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن است با افزایش میزان تنش خشکی روی هر دو جزء اثر منفی گذاشته و به دنبال آن عملکرد روغن نیز کاهش یافته است. کمترین

www.SID.ir

Archive of SID

میزان عملکرد روغن در تیمار آبیاری با ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و شاهد (بدون کود) مشاهده شد (شکل ۴).

بیشترین عملکرد روغن نیز در سطح آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و تلفیق ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی به دست آمد. در سطوح ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نیز همچنان بیشترین میزان عملکرد روغن در تیمار تلفیق ورمی کمپوست+کود شیمیایی بود (شکل ۴). در شرایط آبیاری در سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی، تیمار ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار کود شیمیایی سبب افزایش حدود ۱۸ درصدی عملکرد روغن شد. در تیمار انجام آبیاری در سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، این افزایش حدود ۱۳ درصد برآورد شد (شکل ۴). تأثیر مثبت کود ورمی کمپوست در بهبود عملکرد روغن می‌تواند بیشتر به دلیل نقش مثبت آن در افزایش ظرفیت نگهداری آب و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی باشد (۱۴). نتایج مشابه توسط صالحی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است (۴۷).



شکل ٤- تأثیر بر همکنش سطوح خشکی و منبع کودی بر عملکرد روغن سیاهدانه

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 4. Interaction effect of drought stress levels and nutritional resource on oil yield of Black cumin

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the $p \leq 0.05$

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مدیریت تغذیه تلفیقی در شرایط اعمال تیمار آبیاری گیاه دارویی سیاهدانه اثرات قابل توجهی بر شاخص‌های کمی و کیفی این گیاه دارد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست+کود شیمیایی نسبت به بقیه تیمارهای کودی هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط عدم تنش بیشترین تأثیر را در عملکرد کمی و کیفی سیاهدانه داشته است. کود ورمی‌کمپوست با بهبود ساختمان فیزیکی، برقراری تعادل در بخش شیمیایی و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک در شرایط تنش خشکی تا حدی نیاز آبی و همچنین نیاز غذایی گیاه را فراهم می‌کنند. همچنین کود شیمیایی از طریق تأمین نیازهای غذایی سیاهدانه در جهت ایجاد مقاومت به خشکی نقش‌های اساسی ایفا کرد. با این حال در شرایط تنش خشکی، ورمی‌کمپوست نیز در بسیاری صفات با تلفیق ورمی کمپوست+کود شیمیایی برابری می‌کرد؛ به طورکلی هرچند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

صفات رشدی کاسته می‌شود اما با به کارگیری ورمی کمپوست (به‌ویژه در حالت خشکی شدید) می‌توان تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد تولیدی این گیاه کاست.

منابع

1. Ahmadian, A., Ghanbari, A., Galavi, M., Siahsar, B., and Arazmjo, A. 2010. The effect of different irrigation regimes and manure on the elements, essential oil content and chemical composition of cumin. J. Neurophysiol Crop plants weeds., 4(16): 94-83. (In Persian)
2. Ahmadian, A., Ghanbari, A., and Siahsar, B. 2012. Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. J. Agroecol., 3(3): 383-395. (In Persian)
3. Ahmadian, H., Ghanbari, A., and Ghalavi, M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). J. Iran. Field. Crop Res., 4(2): 207-216. (In Persian)
4. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi Ashoorabadi, E. 2010. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). J. Iran. Field. Crop. Res., 13(4): 217-207. (In Persian)
5. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 2009. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Plant Sci., 168: 1-14.
6. Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Tech., 93: 145-153.
7. Arancon, N.Q., Galvis, P.A., and Edwards, A. 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plant by vermicomposts. Brioresource Technology. 96 (10): 1137-1142.
8. Ardekani, M., Abbaszade, B., Lebaschi, M. and Paknejad, F. 2007. The effect of water stress on the quantity and quality of (*Melissa officinalis* L.). Iranian J. Med. Arom. Plants R., 23(2): 251-261. (In Persian)
9. Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine, betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Exp. Bot., 59: 206-216.
10. Azizi, M., Rezvani, F., Hassan, M., Lakzian, A. and Nemati, S. 2008. The effect of the different levels of vermicompost and irrigation on morphological parameters and essential oils of German chamomile (Matricaria recutita). Iranian J. Med. Arom. Plants R., 10(4): 387-381. (In Persian)
11. Banchio, E., Xie, X., Zhang, H., and Pare, P.W. 2009. Vermicompost Elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. J. Agric. Food Chem., 57:653–657.
12. Carrubba, A., La Torre, R., and Matranga, A. 2008. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid Mediterranean environment. Proceeding of an International Conference on MAP. Aust. J. Exp. Agri., 45(4): 459-463.
13. Chatterjee, S.K. 2012. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India, a commercial approach. Crop. Prod., 27(1): 75-85.
14. Chaudhry, M.A., Rehman, A., Naeem, M.A., and Mushtaq, N. 1999.Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Sci., 16: 63-68.
15. Cunhua, S., Jian-jie, S., Dan, W., Bai-Wei, L., and Dong, S. 2011. Effects on physiological and biochemical characteristics of medicinal plant pig weed by drought stresses. Iranian J. Med. Arom. Plants R., 5: 4041- 4048.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F., and Sefidkon, F. 2006. The use of bio-fertilizers on yield and yield components of fennel (*Foeniculum vulgar* Mill). Iranian J. Med. Arom. Plants R., 22(4): 292 -276. (In Persian)
17. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R., and Rejali, F. 2012. Effects of cattle manure and biofertilizer application on biological yield, seed yield and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum*). J. Med. Arom. Plant Sci., 12(1): 115-126. (In Persian)
18. Fallah, R., Salehi, A., Abbasi, A., Iranipoor, R., and Heydari, M. 2015. The effect of integrated management of organic and chemical fertilizers on yield and qualitative characteristics in black cumin (*Nigella sativa* L.) medicinal plant. Iran. J. Med. Arom. Plants, 31(2): 248-261. (In Persian)
19. Fatma, A.G, Lobna, A.M., and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. I. J. Agri. Biol., 10(4): 381–387.
20. Franz, C.h. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta. Hort., 132: 203-216.
21. Ghazimenas, M., Banj Shafi, Sh., Haj Seyed Hadi, M. and Darzi, M. 2012. Analyze the effects of different doses of vermicompost and bio-fertilizer nitrogen on yield and quality of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian J. Med. Arom. Plants R., 29(2): 280269. (In Persian)
22. Gholami Sharafkhane, E., Jahan, M., Banayan Avval, M., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2015. The effect of organic, biological and chemical fertilizers on yield, essential oil percentage and some agroecological characteristics of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under Mashhad conditions. Agric. Sci. Technol. J., 19(1): 111-118. (In Persian)
23. Gorgini shabankareh Shabankara, H.G., and Khorasani Nejad, S. 2018. Effects of different levels of vermicompost on morphophysiological and essential oil characteristics of Peppermint (*Mentha piperita* L.) under water deficit regimes. J. Prod. Crop., 10(4): 59-74. (In Persian)
24. Haghiroalsadat, F., Vahidi A., Sabour M., Azimzadeh M., Kalantar M., and Sharafadini M. 2011. The Indigenous *Cuminum Cyminum* L. of Yazd Province: Chemical Assessment and Evaluation of its Antioxidant Effects. J. Med.l Sci.,19(4): 472-81. (In Persian)
25. Hassani, A., and Omidbeigi, R. 2001. Effects of water stress on some morphological characteristics, physiological and metabolic *Ocimum basilicum*. J. Agri. Sci., 12(3): 59-47. (In Persian)
26. He, J., Du, Y.L., Wang, T., Turner, N.C., Yang, R.P., Jin, Y., Xi, Y., Zhang, C., Cui, T., Fang, X.W., and Li, F.M. 2017. Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought. Agric. Water Manage., 179: 236-245.
27. Heydari, M., and Jahan-tighi, H. 2012. Effect of drought stress and nitrogen levels on yield and yield components, essential oil and thymoquinone percentage of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). J. Environ. Stres. Crop. Sci., 11(4): 640-647. (In Persian)
28. Jahan, M., Amiri, M.B., Shabahang, J., and Tahamy, M.K. 2012. The simultaneous use of organic fertilizers and biological medicinal plant on some qualitative and quantitative characteristics of summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Iranian J. Agric. Res., 11(1): 87-73. (In Persian)
29. Jami, N., Mosavi Nik, M., and Naghizade, M. 2014. The Effect of Drought Stress and Salicylic Acid Dipping on Quantitative and Qualitative Quantitative Capacity of Blackheads in Kerman Climatic Conditions. Iran. J. Agri. Crop., 17(3): 827-840. (In Persian)
30. Kafi, M., Borzuei, M., Salehi, M., Kamandi, A., Masoomi, A., and Nabati, J. 2009. Plant physiology in Environmental Stresses. Jihad Daneshgahi of Mashhad press. 502 p. (In Persian)
31. Khalid, K.A., and Shafei, A.M. 2005. Productivity of dill (*Anethum graveolens* L.) as influenced by different organic

www.SID.ir

Archive of SID

manure rates and sources. J. Plant, Nutri, Soil Sci., 74(4): 154-162.
32. Kheyrandish, A., Roshdi, M., and Yousefzadeh, S. 2015. Effect of drought stress and nitrogen on quantitative and qualitative characteristics Badrashbu (*Dracocephalum moldavica* L.). J. Crop. Prod., 9(1): 109-125. (In Persian)
33. Khosravi, M., and Rahimian Mashhadi, H. 2005. Effects of different manure and vermicompost rates on yield and essential oil contents of coriander (*Coriandrum sativum*). Agric. Sci. Technol., 19(2): 111-118. (In Persian)
34. Lal, P., Chhipa, B.R., and Kumar, A., 1993. Salt Affected Soil and Crop production: A Modern Synthesis. Agro Botanical Publishers, India, 375 pp.
35. Mohsen Nia, O., and Jalilian, J. 2012. Effects of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L). J. Agroecol., 4 (3): 235-245. (In Persian)
36. Moradi, R. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of (*Foeniculum vulgare* L.) Fennel. MSc Thesis of Faculty Agri. Ferdowsi Mashhad University, (In Persian)
37. Moradi, R., Nassiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., and Nejhadali, A. 2011. Effect of biological and organic fertilizers on essential oil quantity and quality of fennel. Iran. J. Horti. Sci., 25: 25-33. (In Persian)
38. Padmapriya, S., and Chezhiyan, N. 2010. Effect of shade, organic, inorganic and biofertilizers on morphology, yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Can. J. Plant Sci., 81: 211–224.
39. Pirbalouti, A., Akbari, G.h., Nasiri Mahalati, M., and Golparvar, A. 2012. Effects of different nitrogen and vermicompost rates on yield and essential oil contents of coriander. Field Crops Res., 71: 139-150.
40. Rashno, M.H., Tahmasebi Servestani, Z.A., Heidari Sharifabad, H., Modares Sanavi, S.A.M., and Tavakol Afshari, R. 2012. The effect of drought stress and irrigation of iron and zinc on qualitative and quantitative characteristics of two species of annual G alfalfa. Prod. Crop., 6(1): 125-148.
41. Razavizadeh, R., Shafeghat, M., and Najafi, S. 2014. Effect of water deficit on morphological and physiological parameters of *Carum copticum*. Iranian J. Plant Biol., 6(22): 25- 38. (In Persian)
42. Rebey, B.I., Jabri-Karoui, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F., and Marzouk, B. 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Ind.Crop. Prod., 36: 238–245.
43. RezaeiChiyaneh, E., and Pirzad, A. 2013. Effect of salicylic acid on yield, yield component and essential oil of black cumin (*Nigella sativa* L.) under water deficit stress. Iranian J. Field Crop. Res., 12(3): 427-437. (In Persian)
44. Rezapor, A.R., Heidari, M., Galavi, M., and Ramrodi, M. 2011.Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, grain yield components and osmotic adjustment in *Nigella sativa* L. Iran. J. Med. Aroma. Plant., 27(3): 384396. (In Persian)
45. Rezvani Moghadam, P., Ghorbani, R., and Sohrabi, R. 2013. Effect of organic, biological and chemical fertilizers on yield, grain yield components and yield of black seed oil (*Nigella sativa* L.). Thesis of Ferdowsi Mashhad. (In Persian)
46. Rostaei, M., Fallah, S., and Abbasi Surki, A. 2015. Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. Electron. J. Crop Prod., 7: 197-22. (In Persian).
47. Salarpour gharb, F., and Farahbakhsh, H. 2015. The effect of deficit irrigation and salicylic acid on antioxidant enzymes in plant essential oil of fennel. Agri. Cultivation., 17(3): 727713. (In Persian)
48. Salehi, A., Fallah, S., Iranipour, R., and Abbasi Surki, A. 2014. Effect of application time of integrated chemical fertilizer with cattle manure on growth, yield and yield components of black

www.SID.ir

Archive of SID

seed (*Nigella sativa* L.). J. Agroecol., 6(3): 495-507. (In Persian)

49. Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India., 407.
50. Shyadh Yousefi, M., Chalavi, V. and Zangi, S. 2015. Effect of vermicompost and duration of lighting in the production of greenhouse herb stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Sci. Technol. J. Greenhouse Plant., 6(21). (In Persian)
51. Tahami zarandi, M.K., Rezvanimoghadam, P., and Jahan, M. 2012. The effect of organic and chemical fertilizers on growth basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Applied R. Plant, Ecophysiol., 5(4): 363-372. (In Persian)
52. Tindal, D.L., Dufault, R.J., David Gangemi, J., Rushing, J. and Boyleston, L.J. 2013. Production and development of Nutraceuticals as alternative crops: implications for certification and branding: Part I. (Final Report Submitted to USDA-AMS, FSMIP), 25 November.
53. Yri, A., and Tab, A.R. 2018. Evaluation of organic and chemical different nutrition systems on the yield, quantity and quality of essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Plant Prod. Res., 24(4): 13-29. (In Persian)

www.SID.ir