نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۷۳ تا ۸۵

واکنش تولید دانه و روغن و بهره‌وری آب کنجد (*Sesamum indicum* L.) به آبیاری محدود در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست

کامیار کاظمی[1*]، حمداله اسکندری[2] و سید نادر موسویان[1]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳)

چکیده

یک آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور شادگان، استان خوزستان، اجرا شد تا تولید دانه و روغن کنجد در شرایط آبیاری محدود در واکنش به کاربرد ورمی‌کمپوست مورد ارزیابی قرار گیرد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد به‌طوری که تیمار آبیاری در دو سطح (I_1: آبیاری کامل سیستم ریشه و I_2: آبیاری جزئی سیستم ریشه) در کرت اصلی و کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که درصد روغن و عملکرد دانه و روغن کنجد در شرایط آبیاری جزئی ریشه به‌ترتیب ۳، ۱۷/۷ و ۲۳/۹ درصد کاهش یافتند. کاهش معنی‌دار ($P\leq0.01$) تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه در شرایط آبیاری جزئی ریشه (به‌ترتیب ۳۰ و ۱۱/۲ درصد) نشان می‌دهد عملکرد دانه‌ی کنجد به هر دو جزء عملکرد، وابسته است. با این حال، تعداد دانه به محدودیت آب حساسیت بیشتری نسبت به وزن دانه داشت. مصرف آب در تیمار آبیاری محدود، ۴۹/۲ درصد کاهش یافت و این امر باعث شد بهره‌وری آب برای تولید دانه و روغن در شرایط آبیاری جزئی ریشه نسبت به آبیاری کامل سیستم ریشه به‌ترتیب ۶۱/۷ و ۴۹ درصد افزایش یابد. مصرف کود ورمی‌کمپوست به بهبود عملکرد دانه و روغن کنجد و صفات مرتبط با آن‌ها منجر شد به‌طوری که با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود، عملکرد دانه و روغن به‌ترتیب از ۷۹۱ به ۱۲۴۸ کیلوگرم در هکتار (افزایش ۵۷/۸ درصدی) و ۳۷۴ به ۶۵۷ کیلوگرم در هکتار (افزایش ۷۵/۷ درصدی) رسیدند. بنابراین، مصرف کود ورمی‌کمپوست می‌تواند در شرایط آبیاری محدود به بهبود عملکرد دانه و روغن کنجد کمک کند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، درصد روغن، عملکرد دانه، کم‌آبیاری

۱. استادیار گروه علمی کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه علمی کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Kamyar.kazemi@pnu.ac.ir

مقدمه

گیاهان دانه‌روغنی در اقتصاد هر کشور دارای اهمیت فراوانی هستند به‌طوری که پیش‌بینی شده است مصرف روغن در جهان تا سال ۲۰۳۰ به حدود یک میلیارد کیلوگرم برسد (۴). در این بین، کنجد (*Sesamum indicum* L.) به‌دلیل داشتن درصد بالا (حدود ۵۰ درصد) و کیفیت مناسب روغن (پایداری بیشتر در برابر اکسیداسیون در مقایسه با سایر دانه‌های روغنی) (۱۷) از این توانایی برخوردار است که برای تامین نیازهای کشور به روغن، سهم بیشتری در آینده داشته باشد.

به‌دلیل کاهش منابع آب در دسترس، ضروری است از منابع آبی موجود، به‌صورت کارآمد استفاده شود که برای این منظور، از برنامه‌های آبیاری مختلفی استفاده می‌شود (۱۰). از جمله‌ی این برنامه‌ها آبیاری جزئی ریشه است که در آن تنها نیمی از سیستم ریشه‌ای آبیاری می‌شود و نیمی دیگر در معرض خاک خشک قرار می‌گیرد (۱۱). این امر باعث کاهش مصرف آب برای آبیاری می‌شود. درصورتی‌که کاهش مصرف آب کمتر از کاهش احتمالی عملکرد به‌دلیل کمبود آب باشد، بهره‌وری آب بهبود پیدا می‌کند. این موضوع در گیاهان مختلف از جمله ذرت (۲۹)، آفتابگردان (۱۹) و کلزا (۲۵) بررسی شده است و بهبود بهره‌وری آب در این گیاهان گزارش شده است.

کنجد در مقایسه با سایر گیاهان دانه روغنی، تحمل بیشتری به تنش کمبود آب دارد (۲۱). با این حال، در مطالعات مختلف، اثر کاهشی تنش خشکی بر عملکرد دانه‌ی کنجد گزارش شده است (۵). تاثیر منفی محدودیت آبیاری بر عملکرد دانه‌ی کنجد، از طریق اثر بر صفات مرتبط با عملکرد دانه بروز می‌یابد (۲۶). از نظر تاثیر بر درصد و عملکرد روغن نیز برخی پژوهش‌ها نشان دادند که با اعمال تنش کمبود آب از طریق قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی، درصد روغن دانه و عملکرد روغن در هکتار نیز کاهش پیدا می‌کند (۱). بر این اساس، نیاز است که پاسخ کنجد به روش‌های مختلف اعمال کم‌آبیاری برای مدیریت مصرف منابع آب، مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

ورمی‌کمپوست، به‌عنوان یک کود زیستی امروزه برای بهبود رشد و تولید گیاهان زراعی در کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (۳). یک خصوصیت مهم ورمی‌کمپوست این است که ظرفیت بالایی در نگهداری آب دارد (۳۴) که می‌تواند در کاهش مصرف آب برای آبیاری گیاهان زراعی موثر باشد. در این مورد، گزارش شده است که ورمی‌کمپوست می‌تواند نیاز آبی گیاهان را تا ۴۰ درصد کاهش دهد (۳۰). در لوبیا مشاهده شد که استفاده از ورمی‌کمپوست با بهبود وزن دانه، تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته، عملکرد نیام سبز در واحد سطح را در شرایط تنش خشکی افزایش داد (۲۷). در گندم نیز تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی گزارش شد (۳۴). در کلزا نتیجه گرفته شد که در شرایط تنش شدید خشکی، مصرف ورمی‌کمپوست می‌تواند عملکرد دانه را تا حدود دو برابر عدم مصرف ورمی‌کمپوست بهبود ببخشد (۳۰). به‌طور کلی، نتایج تحقیقات مختلف نشان‌دهنده‌ی اثرات مثبت ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات تنش کمبود آب می‌باشد.

اگر چه اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و روغن کنجد با اعمال روش‌های مختلف مدیریت منابع آب از جمله افزایش فاصله‌ی آبیاری از طریق افزایش تبخیر از تشتک تبخیر (۷)، قطع آبیاری (۱) و تخلیه رطوبتی خاک (۳۰) مطالعه شده است ولی تا کنون اثر آبیاری جزئی ریشه بر عملکرد دانه و روغن کنجد به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است. بر این اساس، در پژوهش حاضر کوشش شده است تا ضمن بررسی اثر تنش کمبود آب از طریق اعمال آبیاری جزئی ریشه بر عملکرد دانه و روغن کنجد، اثرات احتمالی کاربرد ورمی‌کمپوست بر کاهش اثرات تنش خشکی مورد ارزیابی قرار بگیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور شهرستان شادگان در استان خوزستان (عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. اقلیم منطقه از نوع گرم و خشک بوده که متوسط دما و

بارندگی سالیانه آن به‌ترتیب ۲۸/۸ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰ میلی‌متر می‌باشد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ درج شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری (شامل آبیاری کامل سیستم ریشه و آبیاری جزئی سیستم ریشه) در کرت‌های اصلی و تیمار کود ورمی‌کمپوست (شامل صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اعمال تیمارهای آبیاری به این صورت بود که برای تیمار آبیاری کامل، در هر نوبت آبیاری جوی و پشته‌های محل کاشت گیاه، آبیاری شدند درحالی‌که در تیمار آبیاری جزئی ریشه، در هر نوبت آبیاری تنها یکی از جوی‌های متصل به پشته، به‌صورت متناوب (تعویض جوی‌های محل آبیاری به‌صورت یک در میان در نوبت‌های آبیاری) آبیاری می‌شدند.

برای تهیه‌ی کرت‌ها، ابتدا زمین با استفاده از گاوآهن بشقابی شخم زده شد. در مرحله‌ی بعد، کودهای اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پایه و سرک بعد از استقرار گیاهچه در مزرعه و قبل از اعمال تیمارهای آبیاری)، سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به زمین اضافه و با استفاده از دیسک با خاک مخلوط شدند. در ادامه جوی و پشته‌ها با استفاده از فاروئر تهیه شدند. هر کرت فرعی شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متر بود برای جلوگیری از خروج آب پس از آبیاری، انتهای کرت‌ها بسته شد. کاشت بذرها با تراکم بالا انجام گرفت تا از سبز شدن گیاهچه‌ها اطمینان حاصل شود. بعد از استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه (مرحله‌ی چهار برگی)، کرت‌ها تا تراکم مطلوب (۴۰ بوته در مترمربع) تنک شدند و سپس تیمارهای آبیاری اعمال شدند. در طول دوره‌ی رشد، علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی کنترل شدند تا گیاه با تنش دیگری به‌جز آبیاری، مواجه نشود. در هر مرحله آبیاری، حجم آب آبیاری با استفاده از کنتور اندازه‌گیری و برای محاسبه‌ی بهره‌وری آب از رابطه‌ی زیر استفاده شد (۸):

$$WP = [Y / Ig]$$

که در آن WP ، بهره‌وری آب، Y عملکرد دانه و Ig، حجم آب آبیاری در طول فصل رشد است.

در مرحله‌ی رسیدگی، بوته‌های هر کرت بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت شدند و عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد برگ در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه محاسبه شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد روغن، ابتدا درصد روغن دانه (با استفاده از روش استخراج از حلال و دستگاه سوکسله) اندازه‌گیری و سپس، از شاخص‌های درصد روغن و عملکرد دانه استفاده شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC-C آنالیز شدند. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها، از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

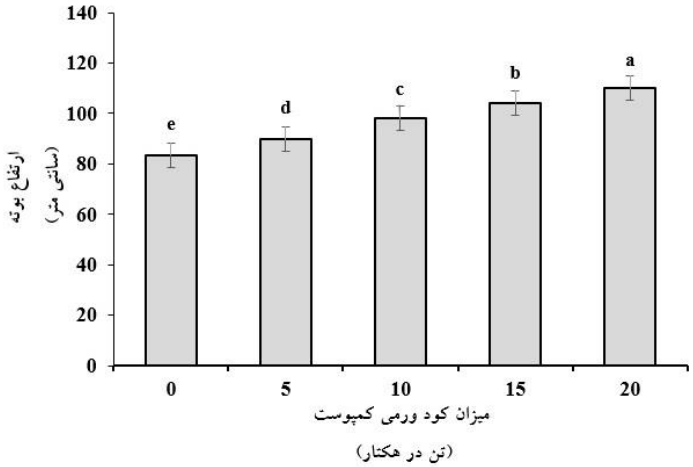
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی آبیاری و ورمی‌کمپوست بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌داری بود (جدول ۲). اثر متقابل آبیاری × ورمی کمپوست بر تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن هزار دانه، بهره‌وری آب برای تولید دانه، بهره‌وری آب برای تولید روغن و تعداد دانه در کپسول معنی‌دار بود ولی سایر صفات مورد بررسی را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۲).

کمبود آب به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) باعث کاهش ارتفاع بوته کنجد شد، به‌طوری که با اعمال آبیاری جزئی ریشه، ارتفاع بوته کنجد از ۱۰۴ به ۹۰ سانتی‌متر کاهش پیدا کرد که به معنی کاهش ۱۳ درصدی ارتفاع بوته است. مصرف کود ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) ارتفاع بوته کنجد را افزایش داد به‌طوری که استفاده از ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار کود، ارتفاع بوته کنجد را نسبت به عدم مصرف ورمی‌کمپوست، به‌ترتیب ۷/۴، ۱۷، ۲۴/۵ و ۳۲/۹ درصد افزایش داد (شکل ۱).

با کاهش فراهمی آب در تیمار آبیاری جزئی ریشه، تعداد کپسول در بوته (به‌عنوان یک جزء مهم در عملکرد دانه) با کاهش ۱۸ درصدی روبرو شد و از ۴۴ به ۳۶ کپسول در بوته

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)
۶۰-۰	سیلتی لوم	۱/۸۸	۷/۳۰	۲۲۴	۱۴/۰	۰/۰۸	۰/۵۱



شکل ۱. اثر کود ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته (سانتی‌متر) کنجد، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

رسید. با کاهش فراهمی آب، تعداد دانه‌ی تولید شده در هر بوته کنجد نیز به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) با کاهش مواجه شد به طوری که تعداد دانه در بوته‌ی کنجد در شرایط آبیاری جزئی ریشه، ۳۰ درصد کمتر از آبیاری کامل سیستم ریشه بود (کاهش از۲۹۸۲ به ۲۰۸۸ دانه در بوته). با این حال، مصرف کود ورمی-کمپوست، تعداد کپسول در بوته را افزایش داد. اگر چه با مصرف ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، تعداد کپسول در بوته تنها حدود ۱۱ درصد بهبود یافت، اما مصرف ۲۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست به افزایش بیش از ۶۰ درصدی تعداد کپسول در بوته‌ی کنجد منجر شد (شکل ۲). تاثیر مثبت کود ورمی‌کمپوست بر تعداد دانه در بوته نیز مشهود بود به‌طوری که با مصرف ۵ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در بوته حدود ۲۸ درصد و با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در بوته حدوداً ۳ برابر افزایش یافت (شکل ۲).

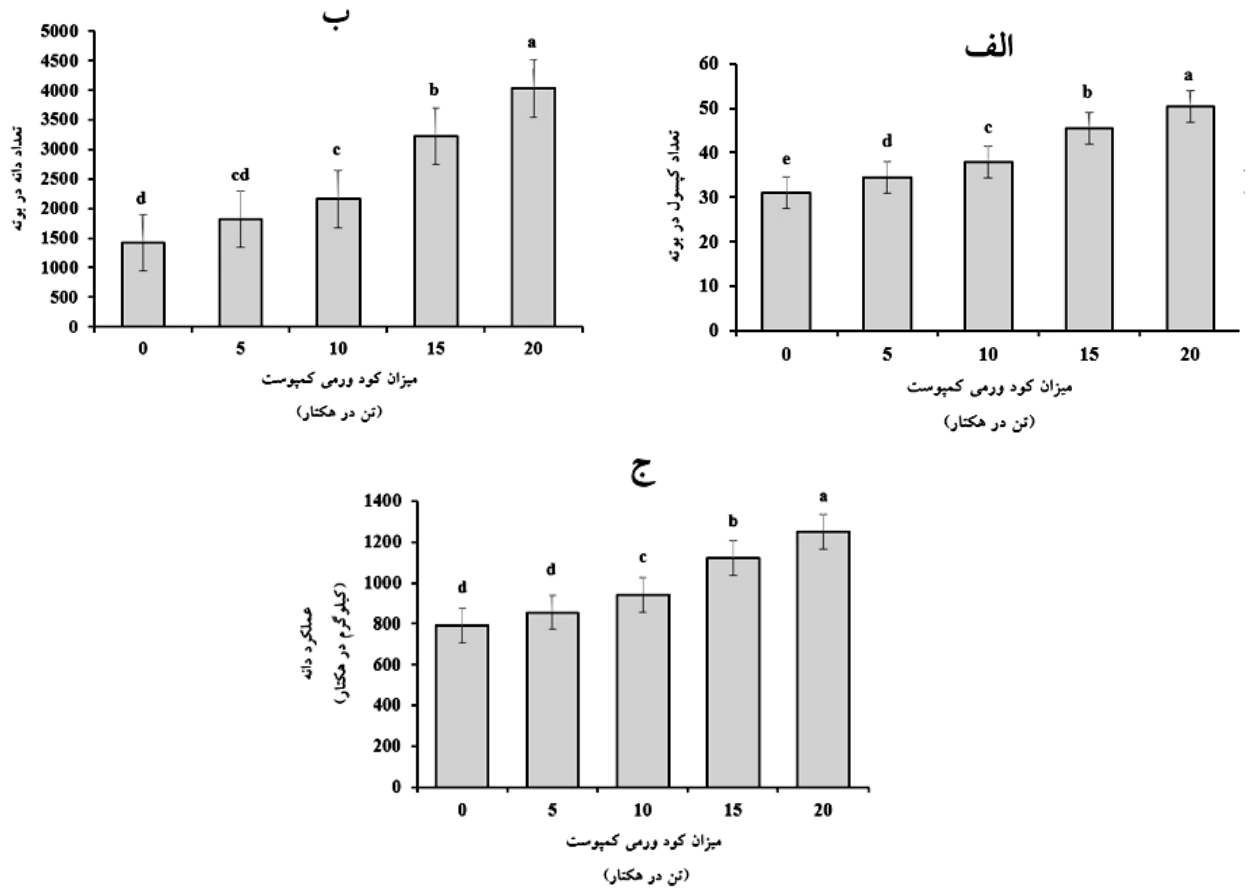
اعمال آبیاری جزئی ریشه، عملکرد دانه‌ی کنجد به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) کاهش یافت و از ۱۰۸۷ به ۸۹۵ کیلوگرم در هکتار رسید که نشان دهنده‌ی افت ۱۷/۷ درصدی عملکرد دانه است. عملکرد دانه‌ی کنجد در شرایط عدم مصرف کود ورمی‌کمپوست ۷۹۱ کیلوگرم در هکتار بود که با مصرف ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار کود ورمی‌کموست به‌ترتیب ۸۵۶ (افزایش ۸/۲ درصدی)، ۹۴۱ (افزایش ۱۹ درصدی)، ۱۱۲۰ (افزایش ۴۱/۵ درصدی) و ۱۲۴۸ (افزایش ۵۷/۸ درصدی) کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (شکل ۲). با این حال، بین تیمار عدم مصرف کود ورمی‌کمپوست و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به عبارت دیگر، مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه‌ی کنجد، منجر نشد (شکل ۲).

بیشترین تعداد برگ و شاخه در بوته در شرایط آبیاری کامل سیستم ریشه و مصرف حداقل ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. اگر چه آبیاری جزئی ریشه در شرایط عدم کاربرد

جدول ۲. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن کنجد در واکنش به تیمارهای آبیاری و کود ورمی‌کمپوست

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه در بوته	دانه در کپسول	کپسول در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	بهره‌وری آب (دانه)	بهره‌وری آب (روغن)
تکرار	۲	۹۰/۱^{ns}	۱۸۱^{ns}	۱۱۶^{ns}	۱۵۰*	۱۱۷*	۹۸۱۲۵۴^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱۹۷۹۲^{ns}	۲/۵*	۲۳۹۶۶*	۰/۰۲*	۰/۰۰۳*
آبیاری (I)	۱	۱۳۴۷**	۱۴۷۰*	۱۰۴۴**	۱۴۲۸*	۴۵۶**	۵۹۹۸۷۴۰**	۱/۰۴**	۲۷۴۷۵۴*	۸۶/۷**	۱۳۸۰۴۰**	۰/۲۶**	۰/۰۵**
خطا	۲	۷/۶۰	۲۱/۱	۷/۳۰	۷/۹	۳/۷	۸۸۱۴۷	۰/۰۱	۵۸۸۷	۰/۳۰	۹۵۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ورمی‌کمپوست (V)	۴	۷۰۹**	۷۰۲**	۹۰۸**	۱۲۱۹**	۳۸۳**	۶۸۹۲۹۴۹**	۰/۶۴**	۲۱۵۷۰۱**	۳۱/۹**	۸۲۳۴۵**	۰/۰۳**	۰/۰۱۱**
I×V	۴	۱۵/۵^{ns}	۲۸/۵*	۴۳/۱**	۱۲۷**	۵/۶^{ns}	۷۹۸۱۴^{ns}	۰/۰۴**	۱۳۲۶^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۸۰۹^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۰۱*
خطا	۱۶	۵/۷۵	۷/۴۰	۱/۸۵	۴/۶	۲/۸	۵۴۰۶۵	۰/۰۰۲	۲۲۵۱	۰/۱۰	۷۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۴۷	۲/۹۲	۲/۵۵	۳/۵۲	۴/۸	۱۱/۷	۱/۳۸	۴/۷۹	۱/۱۰	۶/۱۷	۵/۷۸	۵/۹

*، **، به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار



شکل ۲. اثر کود ورمی‌کمپوست بر تعداد کپسول در بوته (الف)، تعداد دانه در بوته (ب) و عملکرد دانه (ج) کنجد، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

ورمی‌کمپوست باعث تولید کمترین تعداد برگ و شاخه در بوته شد ولی چنانچه در شرایط آبیاری جزئی ریشه از کود ورمی‌کمپوست (۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) استفاده شود، می‌تواند نسبت به شرایط آبیاری کامل و مقادیر کم ورمی‌کمپوست، باعث تولید برگ و شاخه‌ی بیشتری در کنجد شود (جدول ۳). روند مشابهی در مورد تعداد دانه در کپسول (به‌عنوان یک جزء مهم در تعیین تولید دانه در واحد سطح) و وزن هزار دانه مشاهده شد. در این مورد، اگر چه آبیاری جزئی ریشه باعث کاهش این دو جزء عملکرد دانه‌ی کنجد شد ولی استفاده از ۲۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، به بهبود صفات مزبور منجر شد به‌طوری که نسبت به آبیاری کامل ریشه و عدم مصرف ورمی‌کمپوست و یا مقادیر کم (۵ و ۱۰ تن در هکتار) تعداد بیشتری کپسول در بوته تولید شد و وزن دانه نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳).

همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته (**۰/۹۶) و وزن هزار دانه (**۰/۹۱) (جدول ۳) نشان داد که عملکرد دانه‌ی کنجد به هر دو جزء اصلی عملکرد (تعداد و وزن دانه)، وابسته است. به عبارت دیگر، هر فعالیت زراعی، که بتواند به بهبود این دو صفت منجر شود در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. استفاده از کود ورمی‌کمپوست (۲۰ تن در هکتار نسبت به عدم مصرف) در هر دو شرایط آبیاری کامل و آبیاری جزئی ریشه به بهبود وزن دانه (به‌ترتیب افزایش ۲۰ و ۳۶ درصدی) و تعداد دانه (به‌ترتیب افزایش ۳۱ و۵۹ درصدی) در بوته‌ی کنجد منجر شد (شکل ۲ و جدول ۴). این یافته‌ها با نتایج حاصل از سایر تحقیقات مورد تایید قرار گرفته است (۲۰). کود ورمی‌کمپوست بر سایر صفات مرتبط

جدول ۳. ضرایب همبستگی عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد دانه

	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن دانه	عملکرد دانه	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته
ارتفاع بوته	۱							
برگ در بوته	۰/۹۷**	۱						
شاخه در بوته	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۱					
دانه در بوته	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۱				
وزن دانه	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	−۰/۹۳**	۱			
عملکرد دانه	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۸**	۰/۹۱**	۱		
دانه در کپسول	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۰/۹۶**	−۰/۹۶**	۰/۹۱**	۱	
کپسول در بوته	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۰/۹۴**	۰/۹۷**	−۰/۹۸**	۱

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

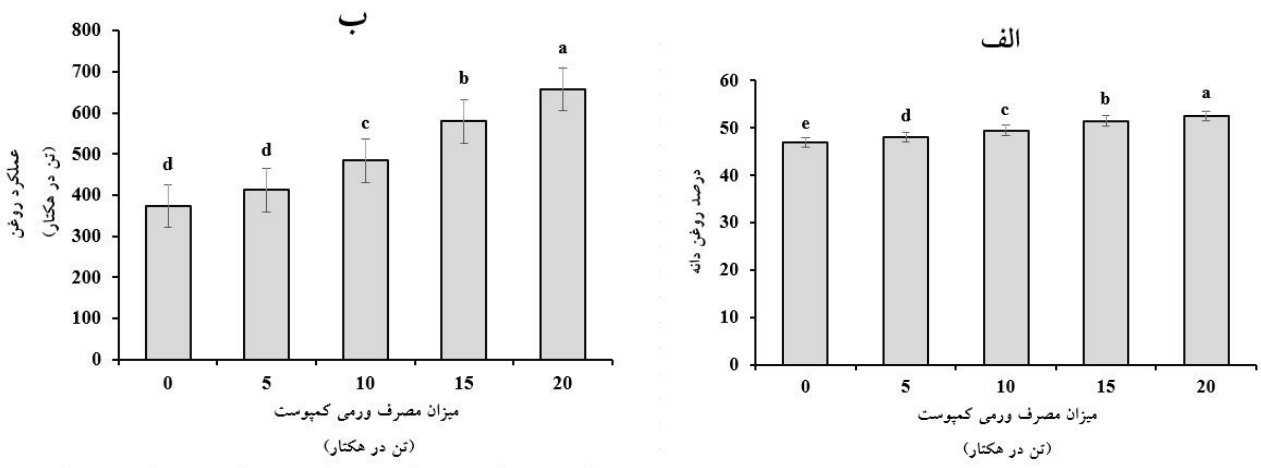
جدول ۴. اثر روش آبیاری و ورمی‌کمپوست بر برخی صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد دانه و بهره‌وری آب کنجد

روش آبیاری	ورمی‌کمپوست (تن در هکتار)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در کپسول	بهره‌وری آب (دانه) (کیلوگرم بر متر مکعب)	بهره‌وری آب (روغن) (کیلوگرم بر متر مکعب)
آبیاری کامل ریشه	۰	۸۹^{d}	۴۶^{cde}	۳/۰^{f}	۵۷^{de}	۰/۲۴^{e}	۰/۱۲^{g}
	۵	۹۵^{c}	۵۳^{bcd}	۳/۱^{ef}	۶۱^{d}	۰/۲۶^{e}	۰/۱۳^{g}
	۱۰	۹۹^{bc}	۶۰^{abc}	۳/۳^{cd}	۶۷^{c}	۰/۲۸^{e}	۰/۱۵^{f}
	۱۵	۱۰۸^{a}	۶۵^{ab}	۳/۵^{cd}	۷۲^{bc}	۰/۳۴^{d}	۰/۱۸^{e}
	۲۰	۱۱۰^{a}	۷۲^{a}	۳/۶^{a}	۸۳^{a}	۰/۳۷^{cd}	۰/۱۲^{d}
آبیاری جزئی ریشه	۰	۷۱^{g}	۳۱^{e}	۲/۵^{g}	۳۱^{g}	۰/۳۹^{cd}	۰/۱۸^{e}
	۵	۷۸^{f}	۳۸^{de}	۲/۵^{g}	۴۲^{f}	۰/۴۱^{c}	۰/۱۹^{de}
	۱۰	۸۴^{e}	۴۳^{cde}	۳/۰^{f}	۵۳^{e}	۰/۴۹^{b}	۰/۲۴^{c}
	۱۵	۹۵^{c}	۵۹^{abc}	۳/۲^{de}	۶۹^{c}	۰/۵۳^{b}	۰/۲۶^{b}
	۲۰	۱۰۳^{b}	۶۶^{ab}	۳/۴^{bc}	۷۶^{b}	۰/۵۶^{a}	۰/۳۰^{a}

حروف متفاوت در هر ستون، بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

با عملکرد دانه‌ی کنجد نیز اثر مثبت داشت و از این طریق باعث بهبود عملکرد دانه‌ی کنجد هم در شرایط آبیاری کامل و هم در شرایط آبیاری جزئی ریشه شد. به عبارت دیگر، کاربرد کود ورمی‌کمپوست توانست از اثرات منفی کمبود آب بر گیاه کنجد بکاهد. گزارش شده است کود ورمی‌کمپوست به‌دلیل افزایش محتوای کربن آلی خاک، تاثیر مثبت بر حفظ رطوبت در خاک دارد (۲۷ و۳۳). این امر به‌همراه اثر ورمی‌کمپوست در تامین عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف (۳۰) باعث بهبود رشد و متابولیسم کنجد و در نهایت افزایش عملکرد دانه شد (شکل ۲).

در یک مطالعه نشان داده شد که اعمال آبیاری محدود از طریق افزایش فاصله‌ی آبیاری، به‌ترتیب باعث کاهش ۲۱ و ۱۶



شکل ۳. اثر کود ورمی‌کمپوست بر درصد (الف) و عملکرد روغن (ب) کنجد، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

درصدی وزن دانه و تعداد دانه در واحد سطح شد (۱۳) که با یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر تاثیرپذیری عملکرد دانه از اجزای تعداد و وزن دانه و همین‌طور کاهش این صفات تحت شرایط کمبود آب، هماهنگی دارد. با این حال، عملکرد دانه‌ی کنجد به عوامل دیگری از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد کپسول در بوته نیز بستگی دارد. در واقع، کاهش عملکرد دانه‌ی ناشی از آبیاری جزئی ریشه به‌دلیل اثرپذیری همه‌ی صفات مرتبط با عملکرد دانه می‌باشد و تنها محدود به وزن و تعداد دانه نیست. در این مورد گزارش شده است که تنش خشکی شدید باعث کاهش ۵۶ درصدی عملکرد دانه‌ی کنجد شد که با کاهش ۴۳ درصدی ارتفاع بوته همراه بوده است. در واقع کاهش ارتفاع بوته در شرایط آبیاری جزئی ریشه، به کاهش پتانسیل گیاه برای تولید شاخه‌های فرعی و کپسول‌های روی شاخه‌ها و در نهایت کاهش عملکرد دانه منجر شد (۲۸) که با یافته‌های این پژوهش در مورد تاثیر آبیاری جزئی ریشه بر عملکرد دانه‌ی کنجد از طریق کاهش صفات مرتبط با عملکرد دانه از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد کپسول در بوته مطابقت داشت. ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با ارتفاع بوته (۰/۹۴**)، تعداد برگ در بوته (۰/۹۴**) و تعداد شاخه در بوته (۰/۹۴**) تاکیدی دیگر بر این موضوع می‌باشد.

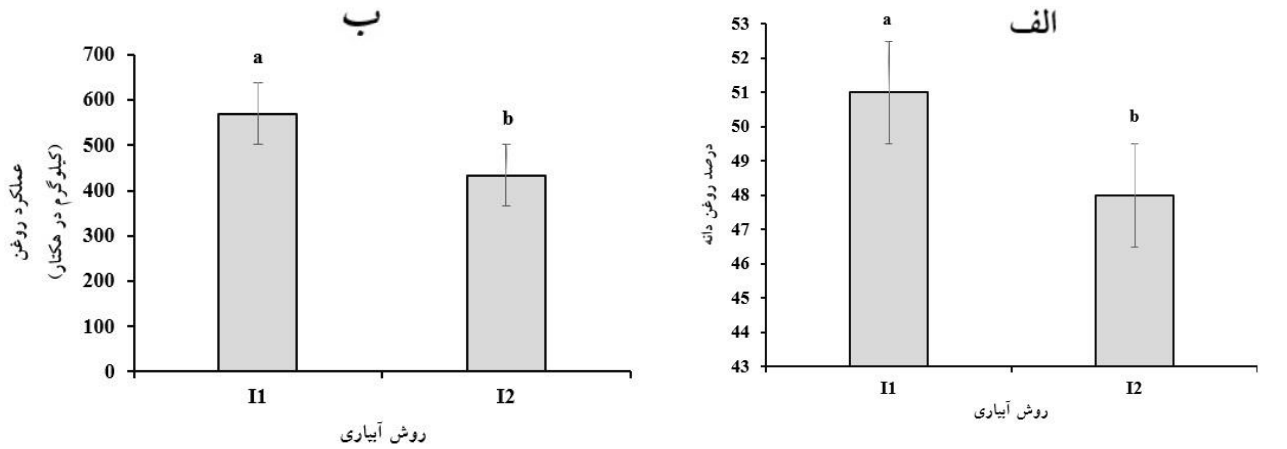
درصد روغن دانه‌ی کنجد در شرایط آبیاری محدود ناشی از آبیاری جزئی ریشه کاهش معنی‌دار ($P\leq0.01$) و ۳ درصدی نشان داد و از ۵۱ به ۴۸ درصد کاهش یافت. این امر باعث شد که عملکرد روغن نیز از ۵۶۹ به ۴۳۳ کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کند که نشان دهنده‌ی افت ۲۳/۹ درصدی عملکرد روغن در شرایط محدودیت آبیاری است (شکل ۳). با مصرف کود ورمی‌کمپوست، درصد روغن دانه بهبود یافت به‌طوری که در تمامی سطوح کود ورمی‌کمپوست، درصد روغن دانه نسبت به عدم مصرف کود، افزایش نشان داد. بیشترین میزان درصد روغن دانه با مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که نشان دهنده‌ی افزایش ۳/۵ درصدی روغن دانه می‌باشد (شکل ۳). مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، عملکرد روغن کنجد را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نداد (شکل ۳) ولی با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست، عملکرد روغن به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرد به‌طوری که مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به افزایش حدود ۷۵ درصدی عملکرد روغن کنجد منجر شد (شکل ۳). گزارش شده است که عوامل محیطی بر درصد روغن در گیاهان دانه روغنی تاثیر دارد به‌طوری که هر عاملی که طول دوره‌ی رشد گیاه را کاهش دهد در نهایت به

کاهش درصد روغن دانه منجر می‌شود (۶) چرا که با افزایش طول دوره‌ی رسیدگی، پیش‌سازهای بیشتری برای تولید روغن وجود خواهد داشت (۳۱). در کنجد، یکی از عوامل موثر بر افزایش طول دوره‌ی رشد، افزایش تعداد برگ است که به بیشتر شدن طول دوره‌ی رشد رویشی منجر می‌شود (۳۱). این نتایج، با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد به‌طوری که با مصرف ورمی‌کمپوست، تعداد برگ در بوته‌ی کنجد افزایش یافت. در تحقیقات دیگر، نتیجه گرفته شد که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش طول دوره رشد گیاه، حتی در طول دوره رسیدگی دانه، می‌شود (۳۲) که با افزایش درصد روغن گیاه همراه است (۹). در آفتابگردان نیز مشاهده شد که مصرف ورمی کمپوست باعث بهبود درصد روغن دانه می‌شود (۱۵) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

یافته‌های برخی محققان نشان داد که اعمال تنش خشکی از طریق افزایش فاصله‌ی آبیاری (۲۴) و یا قطع آبیاری بعد از گرده‌افشانی (۱) بر تولید روغن کنجد تاثیر معنی‌داری ندارد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت ندارد. در این پژوهش نه تنها درصد روغن دانه‌ی کنجد، بلکه عملکرد روغن نیز با اعمال آبیاری محدود ناشی از آبیاری جزئی ریشه کاهش یافت (شکل ۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد روغن با درصد روغن دانه (**۰/۹۳) و عملکرد دانه (**۰/۹۹) نشان می‌دهد که عملکرد روغن کنجد وابسته به درصد روغن و عملکرد دانه است که افت دو صفت اخیر، به کاهش عملکرد روغن کنجد در شرایط آبیاری محدود ناشی از آبیاری جزئی ریشه منجر شد. با این حال، گزارش شده است که تولید روغن در گیاهان روغنی صفتی است که توسط ژن‌های زیادی کنترل می‌شود و کمبود آب معمولاً بر روی همه‌ی ژن‌ها اثر نمی‌گذارد. به همین دلیل، اثر کمبود آب بر کاهش درصد روغن ناچیز است (۳۵). این یافته، با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد به‌طوری که مقدار کاهش درصد روغن دانه‌ی کنجد در این آزمایش کم بود (حدود ۳ درصد) بر این اساس، به‌نظر می‌رسد کاهش عملکرد روغن کنجد در شرایط آبیاری جزئی ریشه بیشتر به‌دلیل کاهش عملکرد دانه (۱۸ درصد کاهش) است.

بیشترین بهره‌وری آب برای تولید دانه و روغن در آبیاری جزئی ریشه و با مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد به‌طوری که در تیمار اخیر به ازای مصرف هر متر مکعب آب، ۰/۶۰ کیلوگرم دانه و ۰/۳۰ کیلوگرم روغن تولید شد که این مقادیر بیش از ۲ برابر دانه و روغن تولید شده به ازای مصرف هر متر مکعب آب در آبیاری کامل ریشه و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴). نتایج همچنین نشان داد با مصرف کود ورمی‌کمپوست، بهره‌وری آب (تولید دانه و روغن به ازای مصرف هر متر مکعب آب) بهبود پیدا کرد به‌طوری که در شرایط آبیاری کامل ریشه، مصرف ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث شد که بهره‌وری آب برای دانه و روغن، به‌ترتیب ۵۴ و ۱۲ درصد بهبود پیدا کند (جدول ۴). در شرایط آبیاری جزئی ریشه نیز، بهره‌وری آب برای تولید دانه و روغن در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵۲ و ۷۳ درصد بیشتر از تیمار آبیاری جزئی ریشه و عدم مصرف کود ورمی‌کمپوست بود (جدول ۴).

در مناطقی که با مشکل کمبود آب مواجه هستند، بکارگیری روش‌هایی برای کاهش آب مصرفی در آبیاری ضروری است (۲ و ۱۴). آبیاری جزئی ریشه یک تکنیک کارآمد برای حفظ منابع آب و کاهش حجم آب مورد استفاده در آبیاری است (۲۲ و ۲۳). اگرچه عملکرد گیاهان زراعی ممکن است در شرایط آبیاری جزئی ریشه، به‌دلیل بروز تنش خشکی برای گیاه، کاهش پیدا کند (۱۲) ولی گزارش شده است که اگر کاهش مصرف آب ناشی از آبیاری جزئی ریشه بیشتر از کاهش عملکرد دانه باشد در این صورت، بهره‌وری آب (به معنی تولید دانه به ازای مصرف هر واحد آب) بهبود پیدا خواهد کرد (۱۶) چرا که در شرایط آبیاری جزئی ریشه، پیام‌هایی از ریشه به برگ‌ها و اندام‌های هوایی ارسال می‌شود (هورمون اسید آبسزیک) که باعث کنترل بیشتر هدایت روزنه‌ای و سودمندی گیاه از این پاسخ فیزیولوژیکی به کمبود آب می‌شود (۱۰). در پژوهش حاضر نیز نتایج مشابهی مشاهده شد به‌طوری که با اعمال آبیاری جزئی



شکل ۴. اثر آبیاری بر درصد (الف) و عملکرد روغن (ب) کنجد، حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند

ریشه، حجم آب مصرفی برای آبیاری ۴۹ درصد کاهش یافت درحالی‌که افت عملکرد دانه ناشی از آبیاری جزئی ریشه حدود ۱۷ درصد بود. این امر به بهبود ۶۲ و ۴۹ درصدی بهره‌وری آب کنجد به‌ترتیب برای تولید روغن و دانه انجامید. اعمال آبیاری جزئی ریشه در برخی گیاهان روغنی دیگر نظیر آفتابگردان (۱۸) و پنبه (۱۴) باعث بهبود بهره‌وری از آب شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش، اعمال آبیاری محدود از طریق آبیاری جزئی ریشه منجر به کاهش تولید دانه و روغن در کنجد (به‌ترتیب حدود ۱۸ و حدود ۲۴ درصد) شد. با این حال، از آن جا که مصرف آب در شرایط آبیاری محدود خیلی کمتر شد، بهره‌وری آب برای تولید روغن و دانه در کنجد در تیمار آبیاری جزئی ریشه بیشتر از آبیاری کامل ریشه (به‌ترتیب ۶۲ و ۴۹ درصد برای تولید روغن و دانه) بود. از طرف دیگر، مصرف ورمی-کمپوست توانست اثرات آبیاری محدود بر تولید روغن و دانه‌ی کنجد را کاهش دهد. بنابراین، در صورت وجود کم‌آبی در منطقه، کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به همراه اعمال آبیاری جزئی ریشه می‌تواند به تولید مطلوب دانه و روغن کنجد کمک کند.

منابع مورد استفاده

1. Abbasali, M., A. Tobeh, N. A. Khoshkholgh Sima and B. Tajeddin. 2019. Response of seed yield and oil quality of Iranian native sesame genotypes to drought stress. *Seed and Plant Production* 35: 133-157. (In Farsi).
2. Cheng, M., H. Wang, J. Fan, S. Zhang, Z. Liao, F. Zhang and Y. Wang. 2021. A global meta-analysis of yield and water use efficiency of crops, vegetables and fruits under full, deficit and alternate partial root-zone irrigation. *Agricultural Water Management* 248: 106771.
3. Davodi, S., M. Mojaddam and K. Payandeh. 2020. Investigating the effect of combination vermicompost and superabsorbent on quantitative and qualitative yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 13: 889-901. (In Farsi).
4. Dossa, K., D. Li, L. Wang, X. Zheng, A. Liu, J. Yu, X. Wei, R. Zhou, D. Fonceka, D. Diouf, B. Liao, N. Cissé and X. Zhang. 2017. Transcriptomic, biochemical and physio-anatomical investigations shed more light on responses to drought stress in two contrasting sesame genotypes. *Scientific reports* 7: 8755.

5. Dossa, K., L. Yehouessi, B. Likeng-Li-Ngue, D. Diouf, B. Liao, X. Zhang, N. Cissé and J. Bell. 2017. Comprehensive screening of some west and central african sesame genotypes for drought resistance probing by agro morphological, physiological, Bbiochemical and seed quality traits. *Agronomy* 7: 83.
6. Elnaz Samadzadeh Ghale Joughi, E., E. Majidi Hervan, A. H. Shirani-Rad and G. Noormohammadi. 2018. Effect of vermicompost fertilizer application on physiological characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes in two sowing dates. *Journal of Crop Ecophysiology* 12: 269-286. (In Farsi).
7. Eskandari, H., S. Zehtab Salmasi and K. Ghasemi-Golezani. 2009. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. *Agricultural Science and Sustainable Production* 1: 39-51. (In Farsi).
8. Eskandari, H. and A. Alizadeh-Amraie. 2018. Effect of planting pattern and alternate furrow irrigation on productivity of water and land under wheat and Persian clover intercropping. *Journal of Water Research in Agriculture* 32: 179-187. (In Farsi).
9.Eskandari, H. and K. Kazemi. 2019. Evaluation of the effect of irrigation levels and soil fertility management on sesame seed and oil yield (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences* 12: 122-111. (In Farsi).
10. Eskandari, H., A. Alizadeh-Amraie and A. Javanmard. 2020. Forage yield and quality of intercropped wheat and Persian clover as affected by partial root zone irrigation. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 13: 387-399. (In Farsi).
11. Eskandari, H., A. Alizadeh-Amraie and K. Kazemi. 2019. Effect of drought stress caused by partial root zone irrigation on water use efficiency and grain yield of maize (*Zea mays* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) in different intercropping planting patterns. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12: 29-40. (In Farsi).
12. Ghafari, H., H. Hassanpour, M. Jafari and S. Besharat. 2020. Physiological, biochemical and gene-expressional responses to water deficit in apple subjected to partial root zone drying (PRD). *Plant Physiology and Biochemistry* 148: 333-346.
13. Heidari, M., M. Goleg, H. Ghorbani and M. Baradarn Firozabad. 2016. Effect of drought stress and foliar application of iron oxide nanoparticles on grain yield, ion content and photosynthetic pigments in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Filed Crop Science* 46: 619-628. (In Farsi).
14. Hussain, M. I., M. Farooq, A. Muscolo and A. Rehman. 2020. Crop diversification and saline water irrigation as potential strategies to save freshwater resources and reclamation of marginal soils-a review. *Environmental Science and Pollution Research* 27: 28695-28729.
15.Jalili, F. and S. Salimzadeh. 2017. Effect of sulfur and vermicompost on yield of sunflower. In: Proceeding of 15th National Congress of Soil Science. Isfahan, Iran. pp. 1-5.
16. Kazemi, K. and S. N. Mousavian. 2022. Effect of partial root zone irrigation and fertilizing management on grain yield and water productivity of faba bean. *Crop Science Research in Arid Regions* 4: 277-289. (In Farsi).
17. Kermani, S. G., G. Saeidi M. R.Sabzalian and A. Gianinetti. 2019. Drought stress influenced sesamin and sesamolin content and polyphenolic components in sesame (*Sesamum indicum* L.) populations with contrasting seed coat colors. *Food Chemistry* 289: 360-368.
18. Khaleghi, M., A. Shahnazari and F. Hasanpour. 2017. Effect of partial root zone drying irrigation with saline water on qualitative yield of sunflower. *Journal of Water Research in Agriculture* 31: 229-231. (In Farsi).
19. Khaleghi, M., F. Hassanpour, F. Karandish and A. Shahnazari. 2020. Integrating partial root-zone drying and saline water irrigation to sustain sunflower production in freshwater-scarce regions. *Agricultural Water Management* 234: 106094.
20. Koocheki, A., V. Mokhtari, S. Khorramdel and S. Taherabadi. 2015. Effect of irrigation levels on growth characteristics and yield of four ecotypes of sesame (*Sesamum indicum*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 13: 239-247. (In Farsi).
21. Kouighat, M., H. Hanine, M. El Fechtali and A. Nabloussi. 2021. First report of sesame mutants tolerant to severe drought stress during germination and early seedling growth stages. *Plants* 10: 1166.
22. Li, W., Y. Gao, Y. Tian and J. Li. 2022. Double-root-grafting enhances irrigation water efficiency and reduces the adverse effects of saline water on tomato yields under alternate partial root-zone irrigation. *Agricultural Water Management* 264: 107488.
23. Liu, R., Y. Yang, Y. S. Wang, X. C. Wang, Z. Rengel, W. J. Zhang and L. Z. Shu. 2020. Alternate partial root-zone drip irrigation with nitrogen fertigation promoted tomato growth, water and fertilizer-nitrogen use efficiency. *Agricultural Water Management* 233: 106049.
24. Misagh, M., M. Movahhedi Dehnavi, A. R. Yadavi and H. R. Khademhamzeh. 2016. Improvement of yield oil and protein percentage of sesame (*Sesamum indicum*) under drought stress by foliar application of zinc and boron. *Crop Production* 9: 163-180. (In Farsi).

25. Mousavi, S. F., S. Soltani-Gerdefaramarzi and B. Mostafazadeh-Fard. 2010. Effects of partial rootzone drying on yield, yield components, and irrigation water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.). *Paddy and Water Environment* 8: 157-163.
26. Mundim, F. M. and E. G. Pringle. 2018. Whole-plant metabolic allocation under water stress. *Frontiers in Plant Science* 9: 852.
27. Nouriyani, H. 2018. Effect of vermicompost on morpho-physiological characteristics and yield of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought stress condition. *Agricultural Science and Sustainable Production* 28: 51-63. (In Farsi).
28. Pourghasemian, N., R. Moradi, M. Naghizadeh and T. Landberg. 2020. Mitigating drought stress in sesame by foliar application of salicylic acid, beeswax waste and licorice extract. *Agricultural Water Management* 231: 105997.
29. Qi, D. L., T. T. Hu and S. Xue. 2020. Effects of nitrogen application rates and irrigation regimes on grain yield and water use efficiency of maize under alternate partial root zone irrigation. *Journal of Integrative Agriculture* 19: 2792-2806.
30. Rashtbari, M. and H. A. Alikhani. 2012. Effect and efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological properties and yield of canola under drought stress conditions. *Agricultural Science and Sustainable Production* 22: 113-127. (In Farsi).
31.Rezvani, H., S. F. Fazeli Kakhaki and R. Khazaeian. 2021. The effect of different levels of vermicompost and urea on quantitative and qualitative characteristics of sesame in field condition in Gorgan. *Agricultural Science and Sustainable Production* 31: 341-356. (In Farsi).
32.Sajadi Nik, R. and A. R. Yadavi. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of sesame. *Journal of Crop Production* 6: 73-99. (In Farsi).
33. Shirkhani, A., S. Nasrolahzadeh and S. Zehtab Salmasi. 2019. Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on yield and seed quality of corn under normal irrigation and drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12: 781-791. (In Farsi).
34. Toulabi, F., H. R. Eisvand and D. Goodarzi. 2021. Effects of vermicompost and zinc element foliar application on yield and baking quality of wheat under terminal moisture limitation stress conditions. *Cereal Research* 11: 205-223.
35. Yadollahi, P., M. R. Asgharipour, H. Marvane, N. Kheiri and A. Amiri. 2017. The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars of sunflower. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions* 1: 65-76. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 2, Summer 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Response of Grain and Oil Production and Water Productivity of Sesame to Limited Irrigation Under the Conditions of Vermicompost Application

K. Kazemi[1*], H. Eskandari[2] and S. N. Mousavian[1]

(Received: April 11-2023; Accepted: June 24-2023)

Abstract

A field experiment was carried out at the research field of Payame Noor university of Shadegan, Khuzestan province during 2021-2022 growing season to evaluate the grain and oil production of sesame under deficit irrigation in response to vermicompost application. The experiment was conducted as split-plot in three replications, where irrigation treatments (I_1: full root zone irrigation and I_2: partial root zone irrigation) were allocated to main plots and vermicompost (0.0, 5.0, 10.0, 15.0 and 20.0 t ha^{-1}) were assigned as sub plots. Results indicated that oil percentage, grain and oil yield of sesame were reduced 3.0%, 17.7% and 23.9% under partial root zone irrigation, respectively. Significant reduction ($P \leq 0.01$) of grain number and grain weight under partial root zone irrigation (30% and 11.2%, respectively) showed that grain yield of sesame was affected by both components of grain yield. However, grain number was more sensitive to water shortage compared with grain weight. Water consumption in the limited irrigation treatment was reduced by 49.2%, and this caused the water productivity for seed and oil production to increase by 61.7% and 49%, respectively, compared to the full irrigation of the root system. The use of vermicompost fertilizer led to the improvement of sesame grain and oil yield and their related traits, so that with the consumption of 20 t ha^{-1} of fertilizer, the grain and oil yield increased from 791 to 1248 kg ha^{-1} (57.8% increase) and 374 to 657 kg ha^{-1} (75.7% increase), respectively. Therefore, the use of vermicompost fertilizer can help to improve the yield of sesame seeds and oil under limited irrigation conditions.

Keywords: Drought stress, Grain yield, Oil content, Partial root zone irrigation

1, Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
*: Corresponding Author, Email: Kamyar.kazemi@pnu.ac.ir