Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۸
۱۱۱ - ۱۲۲
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1115.1267

ارزیابی اثر سطوح آبیاری و مدیریت حاصلخیزی خاک بر عملکرد دانه و روغن کنجد (*Sesamum indicum* L.)

حمداله اسکندری[1*]، کامیار کاظمی[2]
۱. دانشیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. استادیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۳

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر نوع کود در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و تولید روغن کنجد (*Sesamum indicum* L.) (توده بومی شادگان، با طول دوره رشد متوسط و متحمل به آفات و گرما) در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان شادگان بررسی شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. سطوح آبی در سه سطح شامل آبیاری پس از ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و نوع کود به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل شاهد، کود شیمیایی شامل کود فسفره به میزان ۲۵۰ و کود نیتروژنه از نوع اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود گاوی به میزان ۳۰ تن در هکتار (با میزان رطوبت ۱۴ درصد) و کود کمپوست (۵۰ درصد زباله شهری و ۵۰ درصد تفاله نیشکر) به میزان ۳۰ تن در هکتار (با میزان رطوبت ۲۱ درصد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست به‌صورت جداگانه اعمال شدند. صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته)، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن برای ارزیابی تیمارها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه کنجد در سطح آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) کمتر از سطح آبیاری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر (به ترتیب ۶۳/۵ و ۴۰ درصد) بود. عملکرد دانه کنجد با کاربرد کود شیمیایی، دامی و کمپوست به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) و به ترتیب ۴۷/۵، ۳۴ و ۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین (۵۲/۸ درصد) درصد روغن با استفاده از کود شیمیایی و سطح اول آبیاری (۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) به دست آمد. بیشترین عملکرد روغن کنجد (۶۴۴/۵ کیلوگرم در هکتار) در سطح اول آبیاری به دست آمد که به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) بیشتر از سطوح دوم و سوم آبیاری (به ترتیب ۱۷ و ۴۳ درصد) بود. بیشترین درصد افزایش عملکرد روغن با استفاده از کود شیمیایی ثبت گردید که ۵۲ درصد بیشتر از شاهد بود. به‌طورکلی، برای تولید دانه باشد، سطح آبیاری را می‌توان به ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر افزایش داد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه، مصرف کود دامی برای تولید عملکرد دانه مطلوب با کود شیمیایی برابری می‌کند و قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: **تنش خشکی، شاخص برداشت، عملکرد، کمپوست، کود دامی.**

مقدمه

دانه‌های روغنی در تغذیه انسان و همچنین تولید مواد فرعی مورداستفاده در تغذیه دام از اهمیت زیادی برخوردارند. روغن، محصول فرآوری شده این گیاهان ازنظر اهمیت در ترکیب مواد غذایی از مواد اولیه اساسی هر کشور محسوب می‌شود (Eskandari et al., 2011). کنجد (*Sesamum indicum* L.) یک گیاه دانه روغنی از خانواده *Pedaliaceae* است که به دلیل محتوای بالای روغن دانه (۵۲-۴۷ درصد) و کیفیت مناسب (میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی‌اکسیدان‌ها) آن، نقش مهمی در سلامت انسان دارد (Kassab et al., 2005). این گیاه معمولاً به‌عنوان یک گیاه مناطق خشک و نیمه‌خشک و مقاوم به کم‌آبی کشت می‌شود. بااین‌حال، گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر آبیاری محدود بر عملکرد این گیاه نیز وجود دارد. در یک مطالعه، اثر کمبود آب بر رشد و عملکرد کنجد معنی‌دار اعلام شد، به‌طوری‌که تنش کمبود رطوبت

* نگارنده پاسخگو: حمداله اسکندری. پست الکترونیک: ehamdollah@pnu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

باعث کاهش رشد و عملکرد دانه کنجد از ۱۲۱۲ به ۶۲۴ کیلوگرم در هکتار می‌شود (Mehrabi and Ehsanzadeh, 2012). در پژوهشی که بر اساس تنش‌های خشکی ملایم و شدید اجرا شد، گزارش شد که به دلیل کاهش تعداد دانه در واحد سطح، عملکرد دانه کنجد در شرایط تنش شدید حدود ۵۵ درصد نسبت به تنش ملایم کاهش یافت (Mohammadreza-Khani et al., 2012). در یک تحقیق دیگر اثر حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر) بر عملکرد دانه کنجد بررسی و نتیجه گرفته شد که با افزایش حجم آب، روند کاهشی در عملکرد دانه مشاهده شد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد دانه (۲۰۲/۱ و ۱۷۰/۱ کیلوگرم در مترمربع) به ترتیب در حجم ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر به دست آمد (Khorramdel et al., 2013)؛ بنابراین، تعیین سطح مناسب آبیاری برای این گیاه ضروری است.

یکی از عوامل اصلی محدودکننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاهش منابع آب در دسترس است که محدوده‌ی تأمین سایر منابع محیطی (مانند عناصر غذایی) و همچنین کارایی مصرف آن‌ها را متأثر می‌سازد (Eskandari et al., 2011). در شرایط کمبود منابع آبی، تنظیم برنامه آبیاری برای استفاده کارآمد از آب در دسترس و جلوگیری از اتلاف آن ضروری است (Eskandari et al., 2011). در برنامه‌های آبیاری، روش تبخیر از تشتک می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. چون علاوه بر هزینه کم و کاربرد آسان، یکی از مناسب‌ترین سیستم‌ها برای تعیین سطح آبیاری است (Eskandari, 2016).

با توجه به اثرات زیست‌محیطی استفاده از کودهای شیمیایی (همچون کاهش نفوذپذیری و تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و کاهش نفوذ ریشه گیاهان) (Goldani and Fazeli-Kakhaki, 2014) مدیریت پایدار حاصلخیزی خاک نظیر کاربرد کودهای دامی و کمپوست، می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی مطرح باشد چراکه استفاده از این نوع کودها می‌تواند ضمن تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاهان، به‌صورت تدریجی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی سبب افزایش حاصلخیزی و حفظ مواد آلی خاک شود. به‌طوری‌که گزارش شده است که استفاده از کود کمپوست می‌تواند در مقایسه با کود شیمیایی، کربن آلی خاک را به مقدار قابل‌توجهی در مقادیر بالا حفظ کند (Eghball, 2002). در یک مطالعه دیگر، استفاده از کود دامی و کمپوست باعث شد عملکرد دانه کنجد نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) به ترتیب ۳۴۰ و ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کند (Rezvani-Moghadam et al., 2013). برخی محققین دیگر نیز استفاده از ۳۰ تن در هکتار کمپوست را برای کاهش مصرف کود شیمیایی در تولید کنجد توصیه کرده‌اند (Forouzandeh, 2013).

نظر به اینکه مطالعات نشان داده است که عملکرد کنجد تحت تأثیر شرایط محیطی ازجمله میزان دسترسی به رطوبت قرار می‌گیرد، درک ارتباط بین گیاه و مصرف آب و توسعه روش‌های مبتنی بر این دانش می‌تواند جهت دستیابی به بهبود عملکرد این محصول به‌عنوان یکی از گیاهان مقاوم به خشکی و متناسب با الگوی کاشت منطقه. بر این اساس و با توجه به اینکه اثر انواع کود بر عملکرد دانه کنجد در شرایط متفاوت آبیاری تاکنون به‌اندازه کافی موردبررسی قرار نگرفته است، این پژوهش باهدف تعیین پاسخ کنجد به نوع منبع تأمین‌کننده عناصر غذایی در شرایط تنش خشکی در شهرستان شادگان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ای در شمال غربی شهرستان شادگان در استان خوزستان (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا) به‌صورت کرت‌های خردشده در سه تکرار اجرا گردید. سطوح آبیاری (شامل آبیاری بعد از ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و تیمار کودی (شامل شاهد یا بدون مصرف کود، کود شیمیایی شامل کود فسفره از منبع مونوفسفات آمونیوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژنه از منبع اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود گاوی کاملاً پوسیده به‌عنوان کود حیوانی به میزان ۳۰ تن در هکتار و کود کمپوست (۵۰ درصد زباله شهری و ۵۰ درصد تفاله نیشکر) به میزان ۳۰ تن در هکتار) (Rezvani Moghaddam et al., 2014) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. انتخاب سطوح آبیاری بر اساس نتایج مطالعات قبلی (Navabi, 1997; Mehrabi and Ehsanzadeh, 2011; Shokoohfar and Yaghoobinejad, 2013) تعیین شد که بر اساس آن، سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌عنوان غیرتنش، ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌عنوان تنش

www.SID.ir

Archive of SID

متوسط و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌عنوان تنش شدید خشکی در نظر گرفته شد. کلیه مقادیر کمپوست، کود گاوی و مونوفسفات آمونیوم و نیمی از کود اوره قبل از کاشت به زمین اضافه و با خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متری مخلوط شد. کنجد یک گیاه کم‌توقع ازنظر مواد غذایی است و قادر است در خاک‌هایی با حاصلخیزی کم رشد کند، به‌طوری‌که برای تولید ۲ تن دانه نیاز آن به عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۱۲۰، ۳۲ و ۱۳۶ کیلوگرم در هکتار است (Mobaser and Piri, 2010). با توجه به مقدار بالای پتاسیم در خاک محل اجرای آزمایش (جدول ۲)، کود پتاس در این آزمایش استفاده نشد.

قبل از کاشت، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه آزمایشی تهیه شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). اقلیم منطقه از نوع گرم و خشک با متوسط دمای سالانه ۲۸/۸ درجه سانتی‌گراد است. برخی اطلاعات هواشناسی و همچنین برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی کود حیوانی و کمپوست مورداستفاده در پژوهش به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱. برخی خصوصیات هواشناسی منطقه در طول دوره اجرای آزمایش

Table 1. Some meteorological data of the experimental site during experiment

Month	ماه	بارندگی Precipitation (mm)	میانگین حداقل دما Mean of minimum temperature (°C)	میانگین حداکثر دما Mean of maximum temperature (°C)	رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity (%)
July	تیر	---	28.5	47.4	24
August	مرداد	---	26.8	47.2	27
September	شهریور	---	23.8	47.6	29
October	مهر	---	16.0	40.6	34

جدول ۲. برخی خصوصیات خاک محل اجرا، کود دامی و کمپوست مورداستفاده در آزمایش

Table 2. Some properties of soil of experimental site animal manure and compost applied in the experiment.

	هدایت الکتریکی EC (ds m^{-1})	مواد آلی Organic matter (%)	بافت Texture	اسیدیته pH	فسفر Phosphorous (mg/kg)	نیتروژن Nitroge (%)	پتاسیم Potassium (mg/kg)
عمق خاک Soil depth							
0-30 cm	1.88	0.51	سیلت-لوم Silt-loam	7.3	14	0.08	270
نوع کود آلی Organic fertilizer type							
کمپوست Compost	7.4	---	---	7.8	0.81	1.0	0.67
کود حیوانی (گاوی) Animal manure (cow)	6.8	---	---	7.3	0.38	0.55	0.31

محصول قبلی مزرعه در سال اجرای آزمایش گندم بود که پس از برداشت آن، زمین موردنظر در اوایل تیرماه آبیاری و پس از رسیدن به وضعیت گاورو شخم زده شد. قبل از کاشت، بقایای گندم با استفاده از دندانه جمع‌آوری شد. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بود (Kazemi et al., 2016). فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. بذر کنجد مورداستفاده توده محلی شادگان بود. بذور در تاریخ ۱۰ تیرماه و با تراکم بالا کشت شدند تا از سبز شدن آن‌ها اطمینان حاصل شود. پس از استقرار گیاهچه‌ها (ابتدای مرحله ۴ برگی) کرت‌های فرعی تا تراکم ۴۰ بوته در مترمربع تنک و آبیاری انجام شدند. سپس نیمی دیگر از کود اوره به کرت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشی اضافه گردید. آبیاری‌های بعدی مطابق تیمارهای آبیاری موردنظر در پژوهش اعمال شد.

برداشت نهایی بوته‌های کنجد در ۲۰ مهرماه با توجه علائم رسیدگی گیاه یعنی پژمرده شدن برگ‌ها و زرد مایل به قهوه‌ای شدن کپسول‌ها صورت پذیرفت. در این مرحله، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، سطح باقیمانده برداشت و به‌صورت تصادفی ۱۰ بوته انتخاب (Eskandari et al., 2009) و ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. پس از خشک شدن، دانه‌ها از کاه و کلش جدا و وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در پایان، شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. درصد روغن نیز با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC (Ver. 6.3.1) انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد بکار رفت.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک

اثر سطوح مختلف آبیاری و کود بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد برگ در بوته کنجد معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود. اثر متقابل کود× آبیاری تنها در مورد تعداد شاخه در بوته ($P\leq0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۳).

بیشترین ارتفاع بوته در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد که با سطح آبیاری بعدی (۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی حدود ۱۹ درصد بیشتر از دور آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (جدول ۴).

استفاده از کود شیمیایی و دامی باعث شد کنجد بیشترین ارتفاع بوته را داشته باشد. کمترین ارتفاع بوته در شرایط عدم کاربرد کود به دست آمد که از تیمارهای کود شیمیایی، کود دامی و کمپوست به ترتیب ۲۵، ۲۰ و ۱۰ درصد کمتر بود (جدول ۲). افزایش سطح آبیاری منجر به کاهش تعداد برگ در بوته کنجد شد به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ در بوته به سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تعلق داشت که از سطح آبیاری ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب ۱۳ و ۲۶ درصد بیشتر بود (جدول ۴). استفاده از کود شیمیایی باعث شد که کنجد بیشترین تعداد برگ در بوته را در مقایسه با سایر تیمارهای کودی تولید کند که با تیمار کود حیوانی تفاوت معنی‌داری نداشت ولی از تیمار کمپوست و شاهد به ترتیب ۲۳ و ۴۲ درصد بیشتر بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که استفاده از کود، باعث افزایش رشد رویشی کنجد (ارتفاع بوته و تولید برگ بیشتر) می‌شود.

تعداد شاخه فرعی در بوته (که بر پتانسیل تولید در کنجد مؤثر است) تحت تأثیر کود و رژیم آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه فرعی کنجد در زمان استفاده از کود شیمیایی و سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد. در سطح آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، بین کود شیمیایی، کود حیوانی و کمپوست ازنظر تولید شاخه فرعی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. عدم استفاده از کود و به‌کارگیری سطح آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر باعث شد کنجد کمترین تعداد شاخه فرعی را تولید کند (شکل ۱).

ارتفاع بوته، صفتی است که بیش از هر عامل دیگر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه است (Eskandari, 2009). بااین‌حال، شرایط محیطی ازجمله تنش خشکی، ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری‌که کاهش ارتفاع بوته عامل مؤثری در کاهش عملکرد کنجد معرفی شده است (Eskandari et al., 2009). رشد برگ به‌عنوان یکی از تعیین‌کننده‌های اصلی تولید در گیاه، مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی است که در افزایش وزن خشک گیاه نیز نقش دارد و تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. این فرآیند در تمامی گیاهان یکی از حساس‌ترین پدیده‌ها نسبت به خشکی است. کاهش تعداد برگ با افزایش شدت آبیاری محدود در کاهش عملکرد دانه مؤثر است. به نظر می‌رسد که کاهش تعداد برگ در بوته با افزایش شدت تنش خشکی، به علت تسریع پیری و درنهایت ریزش برگ‌ها مرتبط باشد (Eskandai, 2009). از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین کودهای شیمیایی و دامی ازنظر ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته می‌توان نتیجه گرفت که پتانسیل تولیدی کنجد در این دو تیمار کودی مشابه است. به‌علاوه، تعداد شاخه فرعی در این دو تیمار نیز در سطح آبیاری ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر نیز معنی‌دار نبوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و مدیریت حاصلخیزی خاک بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و کیفیت دانه و شاخص برداشت کنجد

Table 3. Effect of irrigation levels and soil fertility management on morphological properties, grain yield and quality and harvest index of sesame

		Mean Square میانگین مربعات								
منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Branch Number	تعداد برگ در بوته Lear per plant	تعداد دانه در کپسول Grain per capsule	تعداد کپسول در بوته Capsule per plant	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	0.459^{ns}	128.58^{**}	56.08^{ns}	$43.11^{n}s$	0.028^{ns}	23599^{ns}	1.14^{**}	7324^{**}	4.41^{ns}
آبیاری Irrigation (I)	2	13.17^{**}	1359.7^{**}	633.0^{**}	255.4^{**}	1.04^{**}	713228^{**}	38.7^{**}	233639^{**}	30.11^{*}
خطا Error	4	0.114	15.08	13.32	9.86	0.05	13954	0.052	3355	1.87
کود Fertilizer (F)	3	13.57^{**}	1636.9^{**}	341.67^{**}	498.11^{**}	0.031^{ns}	263240^{**}	5.06^{**}	78884^{**}	24.57^{*}
I×F	6	0.478^{**}	34.42^{ns}	26.67^{*}	12.78^{ns}	0.022^{ns}	13165^{ns}	0.225^{**}	3977^{ns}	22.84^{**}
خطا Error	18	0.086	69.36	9.92	19.28	0.018	8280	0.035	2066	5.25
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		*5.77*	*9.13*	*7.24*	*10.87*	*4.6*	*8.91*	*0.38*	*8.83*	*6.59*

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

** and * indicate significant at P≤0.01 and P≤0.05, respectively. ns: no significant

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر تعداد برگ در بوته و ارتفاع بوته کنجد

Table 4. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on leaf number and plant height of sesame

تیمار Treatment	تعداد برگ در بوته Leaf per plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)
I1	102.3a	101.1a
I2	90.50b	94.08a
I3	81.00c	85.25b
F1	75.0c	79.89c
F2	106.7a	106.3a
F3	96.33ab	99.33a
F4	87.0b	88.33b

حروف متفاوت در مورد هر تیمار بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است. I_1، I_2 و I_3 به ترتیب آبیاری پس از ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر؛ F_1، F_2، F_3 و F_4 به ترتیب شاهد (بدون کود)، کود شیمیایی، کود حیوانی و کمپوست.

Different letters indicate significant difference at P≤0.01 based on Duncan's test. I_1, I_2 and I_3 are irrigation after 100, 200 and 300 mm evaporation from evaporation pan, respectively. F_1, F_2, F_3 and F_4 are control, chemical fertilizer, animal manure and compost, respectively.

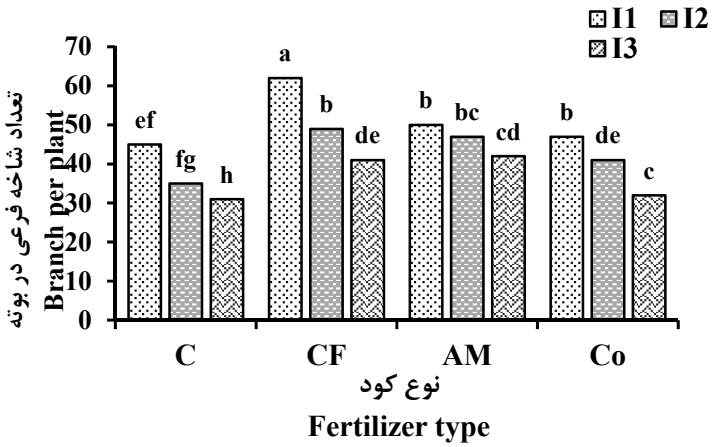
عملکرد و اجزای عملکرد دانه

فواصل آبیاری و نوع کود بر صفات تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌داری (P≤0.01) داشتند. اثر آبیاری بر وزن هزار دانه کنجد معنی‌دار (P≤0.01) بود ولی نوع کود بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل آبیاری× نوع کود فقط در مورد تعداد دانه در کپسول معنی‌دار (P≤0.05) شد که بیشترین مقدار آن در تیمار کود شیمیایی و در شرایط آبیاری پس از

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد (شکل ۲). کنجد در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر دارای بیشترین تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه بود که با سطح آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تفاوت معنی‌داری نداشت. بااین‌حال، افزایش سطح آبیاری به ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر باعث شد که تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب ۲۶ و ۲۲ درصد کاهش پیدا کنند (جدول ۵).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر تعداد شاخه فرعی در بوته کنجد. C: شاهد؛ CF: کود شیمیایی؛ AM: کود حیوانی؛ Co: کمپوست. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است.

Fig. 1. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on branch number per sesame plant. C: control; CF: Chemical fertilizer; AM: animal manure; Co: compost. Different letters indicate significant difference at P≤0.01 based on Duncan's test

استفاده از کودهای شیمیایی و دامی به تولید بیشترین تعداد کپسول در بوته منجر شد، درحالی‌که استفاده از کود کمپوست باعث تغییر معنی‌دار تعداد کپسول در بوته نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) نشد. افزایش سطح آبیاری به ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر عملکرد کنجد را به‌طور معنی‌داری کاهش نداد ولی در سطح آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر عملکرد کنجد به‌طور معنی‌داری کمتر از سطح آبیاری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (به ترتیب ۶۳/۵ و ۴۰ درصد) بود. کنجد در زمان استفاده از کود شیمیایی و دامی دارای بیشترین عملکرد دانه بود که به ترتیب ۴۷/۵ و ۳۴ درصد بیشتر از شاهد بود. استفاده از کود کمپوست باعث شد که عملکرد دانه کنجد حدود ۱۶ درصد افزایش پیدا کند (جدول ۵).

افزایش فاصله آبیاری باعث افزایش شاخص برداشت کنجد شد. بیشترین شاخص برداشت کنجد در سطح آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد که ۹/۵ درصد بیشتر از سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (جدول ۳). کنجد در شرایط عدم استفاده از کود دارای بیشترین شاخص برداشت بود که به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) بیشتر از تیمار کود شیمیایی بود؛ به‌عبارت‌دیگر، استفاده از کود باعث کاهش شاخص برداشت کنجد شد که این کاهش تنها در مورد کود شیمیایی معنی‌دار بود (جدول ۵).

گزارش شده است که وزن هزار دانه بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی است و عوامل محیطی تأثیر کمتری بر آن دارد و تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه ارقام التان و اسفراین تأثیر معنی‌داری ندارد (Rezvai-Moghaddam et al., 2013) که با یافته‌های تحقیق حاضر هماهنگی دارد. عدم معنی‌داری اثر کود بر وزن هزار دانه کنجد (جدول ۵) نشان می‌دهد که کاربرد کود از طریق افزایش تعداد دانه در واحد باعث افزایش عملکرد دانه کنجد شد. اگرچه تیمار آبیاری بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد ولی گزارش شده است که عملکرد دانه در کنجد بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه در واحد سطح قرار می‌گیرد (Eskandari et al., 2009) که با نتایج این پژوهش مطابقت

www.SID.ir

Archive of SID

دارد. در یک پژوهش مشاهده شد که افزایش فاصله آبیاری تا میانگین ۲۶۰-۲۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کنجد ندارد (Shokoohfar and Yaghoubi-Nejad, 2013) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد که احتمالاً به دلیل تفاوت ژنتیکی رقم‌های مورداستفاده در دو آزمایش بوده است.

تعداد دانه در واحد سطح تحت تأثیر تعداد کپسول در واحد سطح و تعداد دانه در کپسول قرار می‌گیرد. اثر تنش خشکی بر تعداد کپسول در واحد سطح به کاهش تعداد گل‌های تلقیح یافته و تأخیر در گلدهی نسبت داده شده است (Shokoohfar and Yaghoubi-Nejad, 2013) که درنهایت به کاهش عملکرد دانه منجر می‌شود. به‌علاوه، انتظار می‌رود که اثر تنش خشکی در دماهای بالا تشدید نیز شود. در کلزا مشاهده شده است که دمای بالا به همراه کمبود آب باعث تسریع رسیدگی گیاه شده که درنهایت به کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه (تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین) و وزن دانه (تولید دانه‌های سبک‌تر) می‌شود (Ghodrati, 2013) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. از طرف دیگر، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی بیشتر در شرایط استفاده از کود، پتانسیل گیاه را برای تولید کپسول و درنتیجه عملکرد دانه، بیشتر در واحد سطح فراهم کرد. تعداد کپسول در بوته یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد کنجد معرفی شده است، چراکه علاوه بر اینکه کپسول‌ها دربرگیرنده دانه‌ها می‌باشند، در تأمین آسیمیلات‌های موردنیاز دانه نقش مهمی ایفا می‌کنند. استفاده از کود با فراهم کردن عناصر غذایی موردنیاز گیاه (Rezvai-Moghaddam et al., 2013) باعث افزایش فتوسنتز شده که این امر خود به افزایش گلدهی و تعداد کپسول در کنجد منجر می‌شود (Atiye et al., 2002). به نظر می‌رسد که عملکرد دانه کنجد از تعداد دانه در واحد سطح بیشتر از وزن دانه متأثر می‌شود (جدول ۶). از طرف دیگر، هرچند کودهای دامی و کمپوست درمجموع حاوی عناصر غذایی بیشتری نسبت به کود شیمیایی بودند (جدول ۱) ولی کنجد در شرایط استفاده از کودهای دامی و به‌ویژه کمپوست در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی، عملکرد دانه کمتری داشت. این امر به این دلیل است که تمامی عناصر غذایی کودهای دامی و کمپوست در سال اول در اختیار گیاه قرار نمی‌گیرد، بلکه آزاد شدن کامل عناصر غذایی در این کودها به حدود سه سال زمان نیاز دارد (Varavipour, 2007). با توجه به عملکرد دانه بیشتر کنجد در تیمارهای کود دامی نسبت به کمپوست، به نظر می‌رسد آزاد شدن عناصر غذایی در کود دامی سریع‌تر از کمپوست باشد.

شاخص برداشت کارایی انتقال آسیمیلات‌های تولیدشده در برگ به دانه را نشان می‌دهد. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که شاخص برداشت در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد (Ghassemi-Golezani et al., 2008). بااین‌حال،

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد دانه کنجد

Table 5. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on yield and some components of grain yield of sesame.

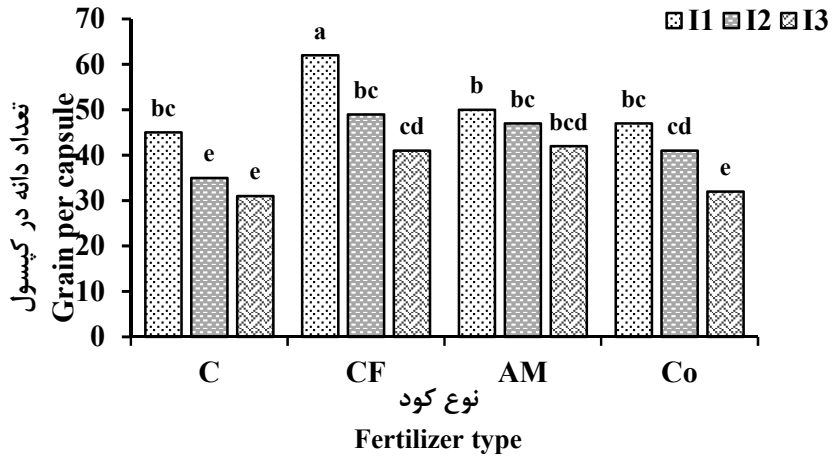
تیمار Treatment	تعداد کپسول در بوته Capsule per plant	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
I1	44.67a	3.21a	1241a	33.08b
I2	41.0ab	2.83ab	1064a	35.0ab
I3	35.5b	2.63b	759b	36.23a
F1	31.56b	---	822c	36.6a
F2	48.33a	---	1213a	33.23b
F3	44.33a	---	1100a	35.73ab
F4	37.33b	---	950b	33.52ab

حروف متفاوت در مورد هر تیمار بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است. I_1، I_2 و I_3 به ترتیب آبیاری پس از ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر؛ F_1، F_2، F_3 و F_4 به ترتیب شاهد (بدون کود)، کود شیمیایی، کود حیوانی و کمپوست.

Different letters indicate significant difference at $P\leq0.01$ based on Duncan's test. I_1, I_2 and I_3 are irrigation after 100, 200 and 300 mm evaporation from evaporation pan, respectively. F_1, F_2, F_3 and F_4 are control, chemical fertilizer, animal manure and compost, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر تعداد دانه در کپسول. C: شاهد؛ CF: کود شیمیایی؛ AM: کود حیوانی؛ Co: کمپوست. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است.

Fig. 2. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on grain per capsule. C: control; CF: Chemical fertilizer; AM: animal manure; Co: compost. Different letters indicate significant difference at P≤0.01 based on Duncan's test

جدول ۶. ضرایب همبستگی صفات مربوط به رشد و عملکرد کنجد در سطوح مختلف آبیاری تحت مدیریت‌های مختلف حاصلخیزی خاک

Table 6. Correlation coefficient of growth related and yield properties of sesame under different irrigation levels and soil fertility management.

	صفات Property	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	شاخه در بوته Branch per plant	1									
2	برگ در بوته Leaf per plant	0.94**	1								
3	دانه در کپسول Seed per capsule	0.94**	0.92**	1							
4	کپسول در بوته Capsule per plant	0.94**	0.97**	0.31ns	1						
5	وزن هزار دانه 1000-seed weight	-0.63*	0.65*	-0.69*	-0.58*	1					
6	عملکرد دانه Seed yield	0.95**	0.92**	0.95**	0.89**	0.51*	1				
7	درصد روغن Oil percentage	0.82**	0.78**	0.86**	0.71**	0.81**	0.88**	1			
8	عملکرد روغن Oil yield	0.95**	0.91**	0.95**	0.88**	0.72**	0.99**	0.91**	1		
9	شاخص برداشت Harvest index	-0.46*	-0.56*	0.48*	0.48*	0.43*	0.76**	0.50*	0.43ns	1	
10	ارتفاع بوته Plant height	0.95**	0.96**	0.93**	0.98*	-0.59*	0.91**	0.44ns	0.68*	-0.48*	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

* and ** indicate significant at P≤0.05 and P≤0.01, respectively; ns: not significant

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر افزایش فواصل آبیاری با بیشتر شدن شاخص برداشت همراه بود. تغییرات شاخص برداشت در سطوح مختلف آبیاری بستگی به میزان تأثیر تنش خشکی بر اندام-های رویشی و دانه دارد، به‌طوری‌که اگر تأثیر تنش خشکی بر اندام‌های رویشی بیشتر از عملکرد دانه باشد، در این صورت با افزایش شدت تنش خشکی، شاخص برداشت افزایش پیدا می‌کند؛ اما اگر تنش خشکی بر عملکرد دانه تأثیر بیشترداشته باشد، در این حالت افزایش فاصله آبیاری به کاهش شاخص برداشت منجر می‌شود (Eskandari et al, 2011). بر این اساس، در تحقیق حاضر تأثیر تنش کمبود آب بر اندام‌های رویشی کنجد بیشتر از تولید دانه بود. در گلرنگ نیز تنش خشکی در شدیدترین سطح اعمال‌شده باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد و سایر سطوح تنش گردید (Naderi et al., 2016). همچنین، شاخص برداشت کنجد در شرایط عدم استفاده از کود بیشتر از کود شیمیایی بود. این در حالی است که اثر کود شیمیایی بر صفات رویشی و زایشی کنجد بیشتر از سایر تیمارهای کودی بود. این موضوع نشان می‌دهد که اگرچه استفاده از کود، بخصوص کود شیمیایی، رشد و تولید کنجد را افزایش داد ولی اثر آن بر رشد اندام‌های رویشی بیشتر از تولید دانه بود که به کاهش شاخص برداشت در مقایسه با عدم استفاده از کود منتهی شد.

درصد و عملکرد روغن

درصد و عملکرد روغن کنجد به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) تحت تأثیر آبیاری و نوع کود قرار گرفت. اثر متقابل آبیاری× نوع کود بر درصد روغن معنی‌دار ($P\leq0.01$) بود ولی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن نداشت. بیشترین (۵۲/۸ درصد) درصد روغن در شرایط استفاده از کود شیمیایی و دور آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد (شکل ۳).

کمترین (۴۷/۵ درصد) درصد روغن دانه کنجد در سطح آبیاری ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و عدم استفاده از کود به دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین کود دامی و کمپوست در سطح دوم آبیاری (۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) وجود نداشت ولی در سطح سوم آبیاری (۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) این اختلاف معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری استفاده از کود می‌تواند در جلوگیری از کاهش درصد روغن دانه کنجد مؤثر باشد که در این زمینه اثر کود شیمیایی بیشتر از کود دامی و کمپوست بود (شکل ۳).

بیشترین عملکرد روغن کنجد در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به دست آمد که ۱۷ و ۴۳ درصد بیشتر از سطح آبیاری ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (جدول ۷). استفاده از کود، عملکرد روغن کنجد را افزایش داد. بیشترین درصد افزایش عملکرد روغن با استفاده از کود شیمیایی ثبت گردید که ۵۲ درصد بیشتر از شاهد (بدون استفاده از کود) بود. با استفاده از کود حیوانی و کمپوست، عملکرد روغن کنجد به ترتیب ۳۵/۵ و ۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) کنجد

Table 7. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on oil yield (kg/ha) of sesame.

تیمار Treatment	عملکرد روغن Oil yield (Kg ha^{-1})
I1	644.5a
I2	532.8b
I3	367.2c
F1	408.3d
F2	623.6a
F3	553.2b
F4	474.1c

I_1، I_2 و I_3 به ترتیب آبیاری پس از ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر؛ F_1، F_2، F_3 و F_4 به ترتیب شاهد (بدون کود)، کود شیمیایی، کود حیوانی و کمپوست. حروف متفاوت در مورد هر تیمار بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است

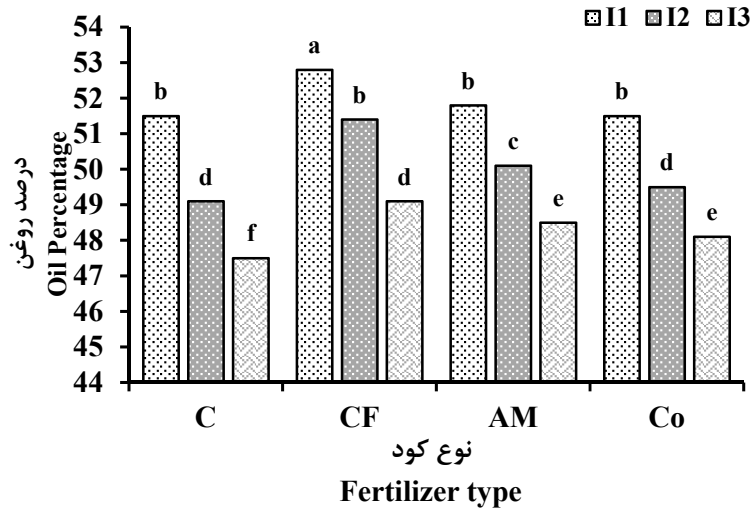
I_1, I_2 and I_3 are irrigation after 100, 200 and 300 mm evaporation from evaporation pan, respectively. F_1, F_2, F_3 and F_4 are control, chemical fertilizer, animal manure and compost, respectively. Different letters indicate significant difference at $P\leq0.01$ based on Duncan's test

در کلیه تیمارهای کودی، افزایش فاصله آبیاری با کاهش درصد روغن کنجد همراه بود که با یافته‌های برخی تحقیقات دیگر مبنی بر کاهش درصد روغن کنجد در شرایط تنش خشکی هماهنگی دارد (Najafi and Safari, 2012). گزارش شده است که هرچقدر طول دوره پر شدن دانه طولانی‌تر باشد، روغن بیشتری در دانه تشکیل می‌گردد ولی اگر طول دوره پر شدن دانه کوتاه باشد فرصت کافی برای تشکیل روغن وجود نداشته و درصد روغن کاهش پیدا می‌کند (Eskandari and Kazemi, 2017). در برخی تحقیقات

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر گزارش شده است که افزایش سطح آبیاری تا ۱۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تأثیری بر درصد روغن دانه کنجد ندارد (Misagh et al., 2016). با مقایسه نتایج این پژوهش با سایر تحقیقات می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سطح آبیاری تا ۱۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر برای پر شدن دانه کنجد، تنش محسوب نمی‌شود ولی سطح آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بر تجمع روغن در دانه کنجد اثر منفی دارد و به کاهش آن منجر می‌شود. در سویا نیز مشاهده شد که تنش خشکی با کاهش طول دوره پر شدن دانه باعث کاهش درصد روغن دانه گردید (Divsalar et al., 2017) که با نتایج تحقیق حاضر هماهنگی دارد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر نوع کود و رژیم آبیاری بر درصد روغن دانه کنجد. C: شاهد؛ CF: کود شیمیایی؛ AM: کود حیوانی؛ Co: کمپوست. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد است

Fig. 3. Mean comparison for the effect of fertilizer type and irrigation regime on oil percentage of sesame grain. C: control; CF: Chemical fertilizer; AM: animal manure; Co: compost. Different letters indicate significant difference at P≤0.01 based on Duncan's test

گزارش شده است که تولید روغن در دانه در مقایسه با برخی ماکرومولکول‌های دیگر نظیر پروتئین‌ها، به انرژی بیشتری به‌صورت کربوهیدرات نیاز دارد (Tahmasebi-Sarvestani and Mostafavirad, 2012). در این تحقیق استفاده از کود، باعث افزایش رشد کنجد گردید که درنتیجه پتانسیل گیاه برای تولید آسیمیلات‌های بیشتر (از طریق داشتن ارتفاع و شاخه‌های فرعی بیشتر و درنتیجه برگ‌های بیشتر) افزایش‌یافته و درنتیجه گیاه از انرژی کافی برای تولید روغن برخوردار بوده است. داشتن برگ‌های بیشتر در شرایط استفاده از کود می‌تواند باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی جاری و افزایش تولید روغن شود، چراکه گزارش شده است که تولید روغن بیشتر به میزان فتوسنتز جاری گیاه بستگی دارد (Divsalar et al., 2017). همچنین، در تحقیقات دیگر مشخص شده است که نیتروژن برای گیاه از طریق مصرف کود درصورتی‌که در بالاترین مقدار خود تأمین شود، باعث تشکیل پیش‌ماده‌های نیتروژن‌دار شده و به کاهش درصد روغن دانه کنجد منجر می‌شود (Kosari et al., 2016). در این تحقیق با توجه به اینکه مصرف کود به افزایش درصد روغن منجر شد می‌توان نتیجه گرفت که میزان کود مصرف‌شده در بالاترین حد خود نبوده، بلکه با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی موردنیاز گیاه، به‌ویژه نیتروژن، باعث طولانی‌تر شدن طول دوره پر شدن دانه و افزایش درصد روغن گردید، چراکه گزارش شده است که نیتروژن عنصری که نمو کپسول کنجد را طولانی‌تر می‌کند (Kosari et al., 2016). در پژوهش حاضر نیز، مصرف کود با تأمین مناسب نیتروژن برای گیاه همراه بود که می‌تواند به طولانی‌تر شدن دوره رشد کپسول و تجمع بیشتر روغن در دانه منجر شود.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد روغن، تحت تأثیر دو صفت عملکرد دانه و درصد روغن قرار می‌گیرد. علی‌رغم اینکه افزایش سطح آبیاری تا ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه منجر نشد (به دلیل عدم‌تغییر معنی‌دار وزن و تعداد دانه در واحد سطح (جدول ۵)، ولی با توجه به کاهش معنی‌دار درصد روغن در این فاصله آبیاری، عملکرد روغن کنجد (کیلوگرم در هکتار) در سطح آبیاری ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش معنی‌داری نشان داد. روند مشابهی در مورد کودهای شیمیایی و دامی مشاهده شد که علی‌رغم وجود عدم تفاوت معنی‌دار در تولید دانه، عملکرد روغن متفاوتی داشتند چراکه تأثیر متفاوتی بر درصد روغن داشتند. افزایش عملکرد روغن در این تحقیق با نتایج مشاهده شده در گلرنگ مبنی بر افزایش عملکرد روغن درنتیجه مصرف کود دامی و شیمیایی هماهنگی دارد (Ghanbari-Kashan et al., 2016).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه روی اثر سطوح آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک تبخیر و مدیریت حاصلخیزی خاک بر کنجد نشان داد که کنجد در زمان استفاده از کود شیمیایی (۱۲۱۳ کیلوگرم در هکتار) و دامی (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین عملکرد دانه بود که به ترتیب ۴۷/۵ و ۳۴ درصد بیشتر از شاهد بود. استفاده از کود کمپوست باعث شد که عملکرد دانه کنجد حدود ۱۶ درصد افزایش پیدا کند. افزایش فاصله آبیاری باعث افزایش شاخص برداشت کنجد شد که نشان می‌دهد اثر کمبود آب بر اندام‌های رویشی کنجد بیشتر از تولید دانه است. با افزایش سطح آبیاری از ۱۰۰ به ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تولید دانه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار نگرفت ولی تولید روغن به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه و همچنین اثرات زیست‌محیطی، مصرف کود دامی برای تولید عملکرد دانه مطلوب با کود شیمیایی برابری می‌کند و قابل توصیه است.

منابع

Atiye, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J., 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bio resource Technology. 84, 7–14.

Divsalar, M., Thamasbisarvestani, Z., Modaressanavi, A.M., Hamidi, A., 2016. Study the effect of drought stress on oil, protein percent and fatty acids composition of soybean grain. Plant Ecophysiology. 27, 44-57. [In Persian with English Summary].

Eghball, B., 2002. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. Agronomy Journal. 94, 128–135.

Eskandari, H., 2009. Effect of limited irrigation on agronomical and physiological properties and quality of sesame cultivars. PhD dissertation. Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. [In Persian].

Eskandari, H., 2016. Application of evaporation pan in scheduling irrigation interval and increasing water use efficiency of crops. p. 1-5. Proceedings of the 1st Congress of Water Deficit Crisis. Kaboodar-Ahang, Iran. [In Persian with English Summary].

Eskandari, H., Kazemi, K., 2016. Physiological Response of Plants to Adverse Environmental Conditions. Payame Noor University of Khuzestan. [In Persian].

Eskandari, H., Zehtab Salmasi, S., Ghasemi-Golezani, K., 2011. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. Agricultural Science and Crop Production. 1(20), 39-51. [In Persian with English Summary].

Eskandari, H., Zehtab Salmasi, S., Ghasemi-Golezani, K., Gharineh, M.M., 2009. Effects of water limitation on grain and yields of sesame cultivars. Journal of Food Agriculture and Environment. 7(2), 339-342.

Forouzandeh, S., 2013. Effect of animal manure, vermicompost and compost on growth properties and qualitative and quantitative yield of sesame. MSc dissertation. Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. [In Persian with English Summary].

Ghanbari Kashan, M., Mirzakhani, M., and Farid Hashemi, S.A., 2016. Response of physiological efficiency of nitrogen of safflower to animal and chemical fertilizer in Kashan region. Journal of Plant

www.SID.ir

Archive of SID

Ecophysiological Research. 41, 52-64. [In Persian with English Summary].

Ghassemi-Golezani, K., Dalil, B., Muhammadi-Nasab, A., Zehtab-Salmasi, S., 2008. Response of chickpea cultivars to water deficit in the field. Notulae Botanicae Horti Agrobotanica Cluj-Napoca. 36, 25-28.

Ghodrati, G.R., 2014. Effect of drought stress on grain yield and qualitative properties of canola cultivars. Crop Physiology. 18, 67-82. [In Persian with English Summary].

Goldani, M., Fazeli-Kakhaki, F., 2015. Evaluation of the effect of animal and organic manure on growth properties, yield and yield components of three sesame ecotypes. Iranian Journal of Crop Research. 1(12), 127-136. [In Persian with English Summary].

Kassab, O., Noemani, E., El-Zeiny, A.H., 2005. Influence of some irrigation system and water regimes on growth and yield of sesame plants. Journal of Agronomy. 4, 220-224.

Kazemi, K., Khajeh Hosseini, M., Nezami, M., Eskandari, H., 2016. Effect of priming on germination yield and seed quality of sesame under deficit irrigation. Agricultural Crop Management. 2(18), 373-388.

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Amin Ghafouri, A., Shabahang, J., 2013. Effects of biofertilizers and different water volume per irrigation on vegetative characteristics and seed yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Agroecology. 2(5), 93-104. [In Persian with English Summary].

Kosarifar, M., Khajouienejad, G., Maghsoodimod, A.A., Ghanbari, J., 2016. Effect of fertilizer treatment on qualitative and qualitative yield of sesame cultivar in Kerman climate conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 13(2), 378-390. [In Persian with English Summary].

Mehrabi, Z., Ehsanzadeh, P., 2011. A study on physiological attributes and grain yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under different soil moisture regimes. Journal of Crops Improvement. 1(2), 75-88. [In Persian with English Summary].

Misagh, M., Movahedi-Dehnavi, M., Yadavi, A., Khadem-Hamzeh, H., 2017. Improvement oil yield and protein of sesame under drought stress with foliar application of zinc and bore. Plant Production. 1(9), 163-180. [In Persian with English Summary].

Mobaser, H., Piri, I., 2010. Agronomy of Industrial and Forage Crops. Payame Noor University Publication. 108 p. [In Persian].

Mohammadrezakhani, M., Haidari sharifabad, H., Madani, H., Amini, Z., 2012. Comparison of different levels of drought stress on yield and yield components of five sesame cultivars in tropic region. p. 1-6. Proceedings of the National Congress on New approaches in Agriculture. [In Persian with English Summary].

Naderi, A., Nourmohammadi, G., Darvish, F., Shiranirad, A., Madani, H., 2016. Evaluation of saffron reaction to different Level of drought stress in Isfahan region. Iranian Journal of Crop Science. 3, 221-225. [In Persian with English Summary].

Najfai, H., Safari, M., 2012. Evaluation of drought stress on yield, yield component and oil percentage of sesame cultivars. p. 1-6. Proceedings of the 11th Congress of Irrigation and reduction of evaporation. Kerman. Iran. [In Persian].

Navabi, F., 1997. Evaluation and determination of water consumption of sesame cultivar Darab14. Research work. Ministry of Agriculture. [In Persian].

Rezvani Moghaddam, P., Sabori, A., Mohammadabadi, A.A., Moradi, R., 2014. Effect of animal manure and compost on yield, yield component and oil of three sesame genotype in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research. 2(11), 241-250. [In Persian with English Summary].

Shokoohfar, A.R., Yaghoobinejad, S., 2013. The effect of drought stress on yield components of sesame cultivars. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 4(8), 19-29. [In Persian with English Summary].

Tahmasebi Sarvestani, Z. Mostafavirad, M., 2012. Effect of organic and inorganic nitrogen sources on quantitative and qualitative characteristics in three winter rapeseed cultivars in Arak. Journal of Crop Production. 4(3), 177-194. [In Persian with English Summary].

Varavipour, M., 2011. Generals of Soil Science. Payame Noor University. [In Persian].

www.SID.ir