نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۹۰-۳۷۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 2, Summer. 2015, p. 378-390

اثر کاربرد تیمارهای کودی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط آب و هوایی کرمان

معصومه کوثری فر[۱]- غلامرضا خواجوئی‌نژاد[۲]- علی اکبر مقصودی مود[۲]- جلال قنبری[۱*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۰۴

چکیده

جهت ارزیابی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد، صفات کمی و کیفی ارقام کنجد، آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در کرمان در سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل شاهد، ۳۰ تن و ۶۰ تن کود دامی درهکتار، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات، در کرت‌های اصلی و ارقام جیرفت-۱۳، دشتستان، داراب-۱ و داراب-۱۴، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد برگ و وزن هزاردانه، میزان کلروفیل، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن بود. اثر کود بر تمام صفات به‌جز وزن هزاردانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. در بین ارقام نیز از نظر تمام صفات به‌جز شاخص کلروفیل و شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. برهمکنش کود×رقم تنها بر تعداد برگ، وزن هزاردانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. نتایج نشان‌دهنده‌ی واکنش متفاوت ارقام نسبت به تیمارهای کودی بود. بیشترین عملکرد دانه و روغن در تیمار سطح اول کود شیمیایی و رقم داراب-۱۴ (به‌ترتیب با ۱۹۳۸ و ۱۱۳۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار برای همین رقم در تیمار شاهد (به‌ترتیب با ۷۸۷ و ۴۶۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید. در مقایسه با شاهد، رقم جیرفت-۱۳ نسبت به انواع و سطوح کودی (به‌جز تیمار ۳۰ تن کود دامی) واکنش نشان نداد، بنابراین رقمی با کودپذیری کم می‌باشد. دشتستان تنها در میزان کاربرد بالای کودهای شیمیایی اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت، در مقابل رقم داراب-۱۴ به سطوح پایین کودهای دامی و شیمیایی واکنش بهتری نشان داد. داراب-۱ پاسخ معنی‌داری به میزان و نوع کود نشان نداد اما در این رقم کاربرد کود تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. باتوجه به پاسخ مناسب تمام ارقام به تیمار ۳۰ تن کود دامی و عدم وجود اختلاف معنی‌دار با تیمارهای کود شیمیایی و در جهت کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، این تیمار قابل توصیه است. همچنین باتوجه به واکنش متفاوت ارقام به تیمارهای کودی تحقیقات بیشتر در زمینه نیازهای تغذیه‌ای ارقام مورد بررسی، ضروری به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: درصد و عملکرد روغن، رقم، کود

مقدمه

امروزه در اکثر کشورها ویژگی‌های اقلیمی و مدیریت نامناسب اراضی منجر به کاهش مواد آلی و حاصلخیزی خاک‌ها شده است (۱۸). فراهم نمودن مقدار کافی عناصر غذایی مورد نیاز خاک با مصرف کودهای شیمیایی یکی از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت زراعی به‌منظور افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات است (۸)، اما استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری به محیط زیست و سلامت انسان‌ها شده است و کودهای شیمیایی نیتروژنی باعث آلودگی منابع آب و خاک شده و از این طریق باعث ایجاد بیماری‌های متعدد در انسان و سایر موجودات زنده می‌شوند (۲۶). کودهای آلی و دامی علاوه بر اثر مثبت زیستی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت این‌که مواد غذایی موجود در آن‌ها به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند، آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند (۲۴). از طرفی، در سال‌های اخیر امنیت غذایی در کنار حفظ محیط زیست به یک موضوع مهم جهانی تبدیل شده است. با توجه به موارد فوق،

۱- کارشناس ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، انجمن پژوهشگران جوان، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: Jghanbari_62@yahoo.com)

به‌نظر می‌رسد که کودهای دامی و آلی می‌توانند به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی نقش مهمی در مدیریت پایدار خاک و سلامت بوم نظام‌های کشاورزی داشته باشند.

کنجد[1] (*Sesamum indicum* L.) یکی از دانه‌های روغنی و خوراکی مهم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است و ظاهراً قدیمی‌ترین دانه روغنی در جهان می‌باشد و از این نظر که می‌تواند در دماهای بالا و همچنین زمین‌های ضعیف عملکرد خوبی داشته باشد بسیار مورد توجه است (۳، ۱۷ و ۱۹). میزان روغن دانه کنجد از ۴۵ تا بیش از ۶۰ درصد متغیر است و دارای پایداری بالا در برابر فساد می‌باشد که این پایداری را به‌دلیل درصد بالای اسید اولئیک و همچنین وجود آنتی اکسیدان‌های طبیعی نظیر سسامین و سسامولین می‌دانند. بالا بودن درصد اسید لینولئیک نیز سبب کیفیت عالی روغن آن برای تغذیه انسان شده است (۳، ۲۵ و ۲۹).

مصرف کودهای دامی در تولید محصولات کشاورزی امری معمول بوده و علاوه بر این می‌تواند در کشاورزی پایدار و زیستی حائز اهمیت باشد (۱۲). کودهای دامی علاوه بر افزایش ماده آلی خاک و سایر عناصر غذایی، به بهبود ساختمان خاک و افزایش میزان نگهداری آب در آن کمک می‌کند، که در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول را به‌دنبال دارد (۲۷). نیتروژن ازجمله عناصری است که گیاهان در تمام دوره‌های فعالیت خود به آن نیاز دارند. کودهای نیتروژن‌دار از طریق توسعه اندام‌های هوایی و تولید مواد کربوهیدراتی بیشتر با افزایش سطح کربن‌گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند (۳). افزایش سطوح کود نیتروژن در گیاه کنجد سبب افزایش تعداد کپسول، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، درصد و عملکرد پروتئین و عملکرد روغن، گردیده است در حالی‌که بر درصد روغن تأثیر معنی‌داری نداشته است (۷). منابع زیستی ارگانیک مانند کود آلی مخلوط با کود شیمیایی می‌تواند به حاصل‌خیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این نظام اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارآیی جذب مواد غذایی توسط گیاه را افزایش می‌دهد (۱۲). گزارش شده که اعمال تیمارهای مختلف کودی شیمیایی، گاوی و کمپوست زباله شهری باعث افزایش عملکرد دانه در کنجد گردید، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمار کود شیمیایی، دامی و کمپوست به‌دست آمد و تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشتند (۶). در مطالعه‌ای استفاده از تیمارهای کودی را سبب افزایش معنی‌دار صفات مختلف زراعی و عملکرد در کنجد، گزارش کردند، که از بین تیمارهای کودی بالاترین میانگین‌ها از تیمار کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) حاصل شد (۵). گزارش شده ارقام محلی کنجد به‌دلیل کود پذیری پایین، به مصرف کودهای شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهند ولی در ارقام اصلاح شده مصرف کود اوره منجر به افزایش عملکرد می‌گردد (۱). در بین ارقام مختلف کنجد از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد اسیدهای چرب اختلاف معنی‌داری وجود داشته و رقم داراب-۱۴ از نظر عملکرد دانه و روغن و درصد اسیدهای چرب نسبت به ارقام جیرفت و یزدی برتری داشته است، افزایش سطوح کود نیتروژن نیز سبب افزایش در اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد روغن و درصد پروتئین دانه گردیده است (۹ و ۱۰).

این مطالعه با هدف بررسی امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و اثر آن‌ها بر پتانسیل عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در شرایط آب و هوایی کرمان، به‌عنوان یکی از مناطق گرم و خشک کشور و همچنین جهت تعیین بهترین تیمارکودی برای تولید ارقام مختلف کنجد، انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان واقع در ۶ کیلومتری جنوب شرقی کرمان با طول ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی با میانگین بارندگی سالانه ۱۵۰میلی‌متر و ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به اجرا درآمد. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش تا عمق ۵۰ سانتی‌متر در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل صفر (شاهد) (F_1)، ۳۰ تن کود دامی در هکتار (F_2)، ۶۰ تن کود دامی در هکتار (F_3)، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات (F_4) و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره +۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات (F_5) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. کرت‌های فرعی شامل ارقام جیرفت-۱۳، دشتستان، داراب-۱ و داراب-۱۴ بودند. فاصله کرت اصلی با کرت مجاور یک متر منظور گردید. هر کرت آزمایشی (کرت فرعی) شامل چهار ردیف به طول دو متر بود و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر اعمال گردید.

برای تهیه بستر بذر، ابتدا زمین شخم نیمه عمیق و سپس در دو جهت عمود بر هم دو بار دیسک زده شد تا سطح مزرعه یکنواخت شود. سپس در کرت‌های اصلی تیمارهای کودی به‌میزان ذکر شده با دیسک کاملاً با خاک مخلوط گردید. سپس توسط فاروئر ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متری جهت کاشت ایجاد شد و طبق نقشه کرت‌های فرعی ارقام در آن‌ها کشت شدند. کاشت به روش هیرم‌کاری توسط دست با قرار دادن سه بذر در داخل هر کپه و در داغ آب پشته‌ها به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم در تاریخ ۱۱ خرداد ماه ۱۳۹۰ انجام شد.

1- Sesame

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	ازت (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	کربن آلی (٪)	بافت خاک	عمق (cm)
۱/۹	۷/۸	۰/۰۴۲	۸	۱۲۴	۷۶	۱۴	۱۰	۰/۴۹	لوم-شنی	۰-۵۰

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی صفات زراعی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد

منابع تغییر	df	ارتفاع گیاه	تعداد شاخه جانبی	تعداد کپسول	شاخص کلروفیل	تعداد برگ	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۲۲۱/۴۸ ns	۰/۸۴ ns	۴۶۷/۷۱ ns	۳۳/۷۳ ns	۲۵۰۴/۱۵ ns	۰/۰۰۴۷۷ ns
کود	۴	۱۲۱۲/۵۸**	۵۸/۳۷**	۱۲۸۶۶/۰۹**	۲۳۲/۰۷**	۵۷۴۲۷/۱۴**	۰/۰۱۳۲۴ ns
خطای ۱	۸	۹۴/۳۹	۰/۷۲	۳۱۳/۳۹	۱۵/۶۴	۴۵۵۴/۶۷	۰/۰۱۶۸۲
رقم	۳	۲۰۲۰/۵۸**	۵۰/۳۰**	۱۵۶۷۵/۵۲**	۱۰/۲۷ ns	۶۷۳۰۴/۶۰**	۰/۱۳۹۴۲**
کود× رقم	۱۲	۱۱۲/۷۹**	۳/۷۸**	۱۲۷۹/۸۱**	۱۱/۸۶**	۳۱۹۶/۳۶ ns	۰/۰۱۶۶۸ ns
خطای ۲	۳۰	۳۸/۵۳	۰/۸۱	۱۳۵/۳۴	۴/۰۲	۱۴/۳۲۵۳	۰/۰۱۶۰۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۷۳	۸/۲۴	۸/۰۴	۴/۵۶	۱۶/۰۱	۳/۸۷

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

ادامه جدول ۲-

منابع تغییر	df	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۳۵۳۰۰۳۳/۳*	۱۶۲۹۸۲۴/۱*	۲۲۵/۷۱**	۲/۹۱ ns	۵۶۳۳۶۹/۵**
کود	۴	۱۰۸۱۶۰۲۲/۵**	۹۰۰۴۹۶/۲*	۱۵/۸۶ ns	۱۱/۲۲*	۲۸۹۹۷۷/۳*
خطای ۱	۸	۶۵۹۴۱۰/۵	۱۹۰۹۹۶/۱	۷۹/۵۴	۱/۶۲	۵۸۹۹۰/۳
رقم	۳	۳۶۳۳۸۴۱/۸**	۴۴۱۷۲۵/۱**	۴۳/۰۵ ns	۶۵/۸۸**	۲۰۳۱۹۶/۸**
کود× رقم	۱۲	۲۰۴۲۱۸۰/۰**	۱۸۰۱۴۱/۹*	۴۶/۷۹ ns	۶/۱۲*	۵۳۷۴۶/۰*
خطای ۲	۳۰	۴۰۵۶۲۴/۱	۷۳۰۹۳/۹	۲۵/۱۸	۲/۹۲	۲۳۴۱۸/۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۰۴	۲۰/۱۲	۱۸/۲۱	۳/۰۴	۲۰/۲۲

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

آبیاری تا استقرار کامل بوته به‌صورت هر ۱۰ روز یک بار انجام گرفت. پس از استقرار کامل بوته‌ها در هر کپه، یک بوته نگهداری و بقیه در مرحله چهار تا پنج برگی تنک گردیدند. مبارزه با علف‌های هرز در سه مرحله و به‌صورت دستی انجام شد.

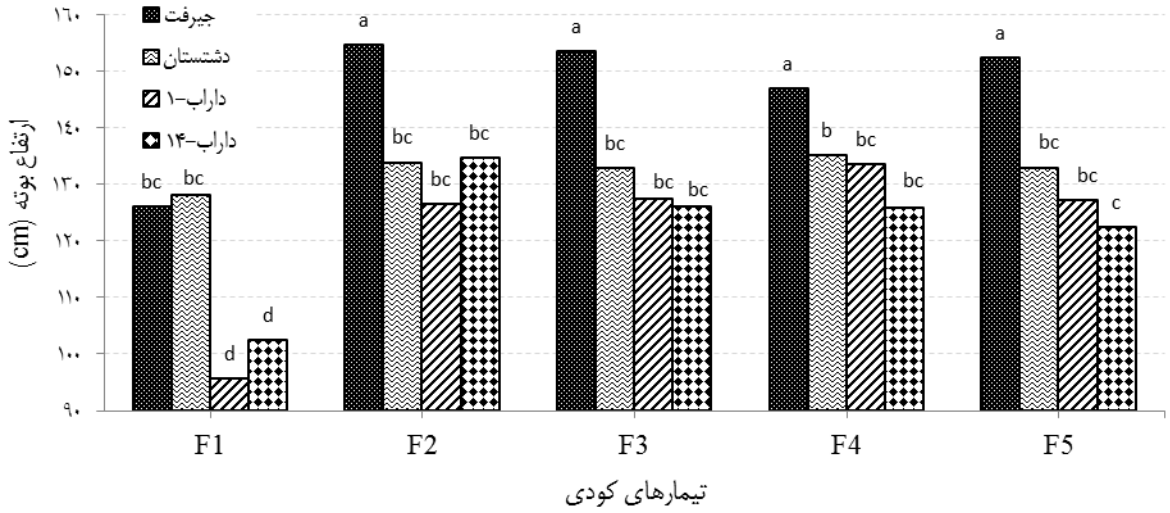
از هر کرت پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و ویژگی‌های مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد برگ و وزن هزاردانه اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل در مرحله گل‌دهی با استفاده از کلروفیل متر دستی[1] اندازه‌گیری شد. برداشت نهایی در نیمه مهرماه، هنگامی که دانه‌های درون کپسول زرد تا قهوه‌ای بودند با دست انجام و برای تعیین عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و از سطح باقیمانده برداشت انجام شد. بوته‌ها در آفتاب خشک شده و سپس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد و وزن پنج نمونه نیز به آن‌ها اضافه گردید. جهت تعیین درصد روغن دانه از روش سوکسله استفاده و عملکرد روغن در واحد سطح از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه در واحد سطح حاصل گردید.

تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزارهای SAS 9.1 و MSTAT-C انجام و مقادیر میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کودی، ارقام و اثر متقابل آن‌ها بر صفات ارتفاع، تعداد شاخه فرعی و تعداد کپسول کنجد معنی‌دار بود (جدول ۲).

1- SPAD (Minolta-502-Japan)



شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته ارقام کنجد

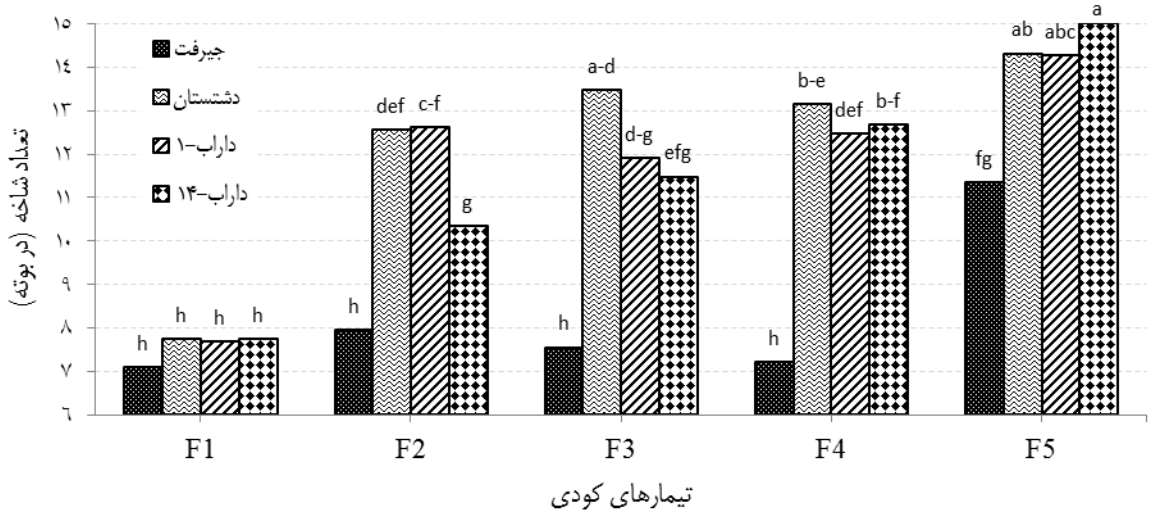
F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

رقم جیرفت-۱۳ در تمام تیمارهای کودی بیشترین ارتفاع را داشت و داراب-۱ و داراب-۱۴ در تیمار شاهد کمترین ارتفاع را دارا بودند (بین ۱۵۴/۷-۹۵/۹ سانتی‌متر). کاربرد کود در ارقام جیرفت، داراب-۱ و داراب-۱۴ نسبت به شاهد سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید اما روی روند تغییرات ارتفاع رقم دشتستان در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد (شکل ۱).

کاربرد تیمارهای کودی نسبت به شاهد، سبب افزایش ارتفاع در ارقام مختلف گردید. از طرفی فرآیند رشد رویشی گیاه وابستگی شدیدی به محتوای رطوبتی خاک دارد، کودهای دامی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک، باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد گیاه کنجد شدند (۲۸). کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن را سبب افزایش معنی‌دار در ارتفاع کنجد، گردیده است (۱۰). افزایش کود با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سبب افزایش رشد و ارتفاع در ارقام گردیده است. اختلاف بین ارقام مختلف کنجد از نظر ارتفاع معنی‌دار و رقم جیرفت-۱۳، دارای بیشترین ارتفاع گزارش شده است (۱۰). همچنین گزارش شده تمامی تیمارهای کودی مختلف اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان دادند و تیمار کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) بیشترین ارتفاع بوته رادر کنجد ایجاد کرد و بین تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته وجود نداشت (۵).

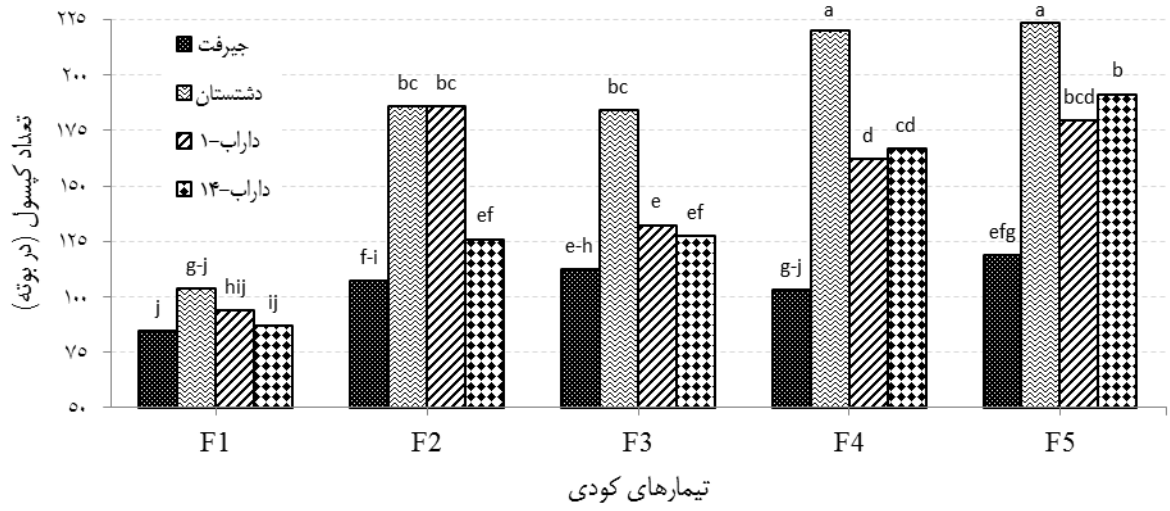
رقم داراب-۱۴ در تیمار کودی F_5 بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۵ شاخه) (شکل ۲)؛ و رقم دشتستان در تیمارهای کود شیمیایی بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشتند (۲۲۳/۵ و ۲۲۰ کپسول) (شکل ۳)، در مقابل رقم جیرفت-۱۳ در تیمار شاهد کمترین تعداد شاخه جانبی (۷/۰۶ شاخه) و کپسول (۸۴/۴۶ کپسول) را دارا بود (شکل‌های ۲ و ۳). در رقم جیرفت از نظر تعداد شاخه تیمار کودی F_5 اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد (شکل ۲) و از نظر تعداد کپسول در بین تیمارهای کودی مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و تنها با شاهد اختلاف معنی‌دار بود (شکل ۳). در رقم دشتستان از نظر تعداد شاخه تنها بین تیمارهای کودی F_5 با F_2 اختلاف معنی‌دار بود و ازنظر تعداد کپسول در تیمارهای کود دامی باهم و کود شیمیایی با هم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و تیمارهای کود شیمیایی، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای کود دامی داشتند. رقم داراب-۱ به تیمار F_2 واکنش مناسبی نشان داد، به‌طوری‌که با تیمار F_5 از نظر تعداد شاخه و کپسول، اختلاف معنی‌داری نشان نداد در مقابل داراب-۱۴ در تیمار F_5 از نظر هردو صفت افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد (شکل‌های ۲ و ۳). نتایج حاصله نشان‌دهنده‌ی کودپذیری متفاوت ارقام از نظر صفات مذکور می‌باشد درحالی‌که در شرایط بدون کود ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر این‌دو صفت نشان ندادند (شکل‌های ۲ و ۳). در مطالعه‌ای دیگر تیمارهای کود شیمیایی، کود دامی و کمپوست را سبب افزایش تعداد شاخه و کپسول نسبت به تیمار شاهد دانستند و بیشترین تعداد شاخه و کپسول را از تیمار کودشیمیایی (۲۵۰ کیلوگرم فسفر بر اساس مونو فسفات آمونیوم (دارای ۱۱٪ نیتروژن و ۴۸٪ فسفر) و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره ۴۶٪) گزارش کردند، که تأثیر مثبت کودهای آلی بر تعداد شاخه‌های فرعی را به بهبود خواص فیزیکی، افزایش

ظرفیت نگهداری آب خاک و تعادل عناصر غذایی نسبت دادند. همچنین در این مطالعه اثر ارقام و اثر متقابل کود و رقم معنی‌دار گزارش شده است (۶). به‌طور کلی نتایج فوق با نتایج به‌دست آمده از این مطالعه همخوانی داشت. به‌نظر می‌رسد تعداد کپسول در گیاه به‌خصوص در ارقام چند شاخه، تابعی از تعداد شاخه‌های فرعی است، ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این‌دو صفت نیز تأییدکننده این نتایج می‌باشد (جدول ۳). افزایش در سطوح کود نیتروژن را سبب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه و کپسول در کنجد گزارش و در بین ارقام نیز تفاوت معنی‌دار از نظر این صفات مشاهده شده است و ارقام جیرفت و داراب را به‌ترتیب دارای بیشترین تعداد شاخه و کپسول گزارش کردند (۱۰). در دیگر مطالعات نیز نتایج مشابه گزارش شده است (۵).



شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر تعداد شاخه ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات



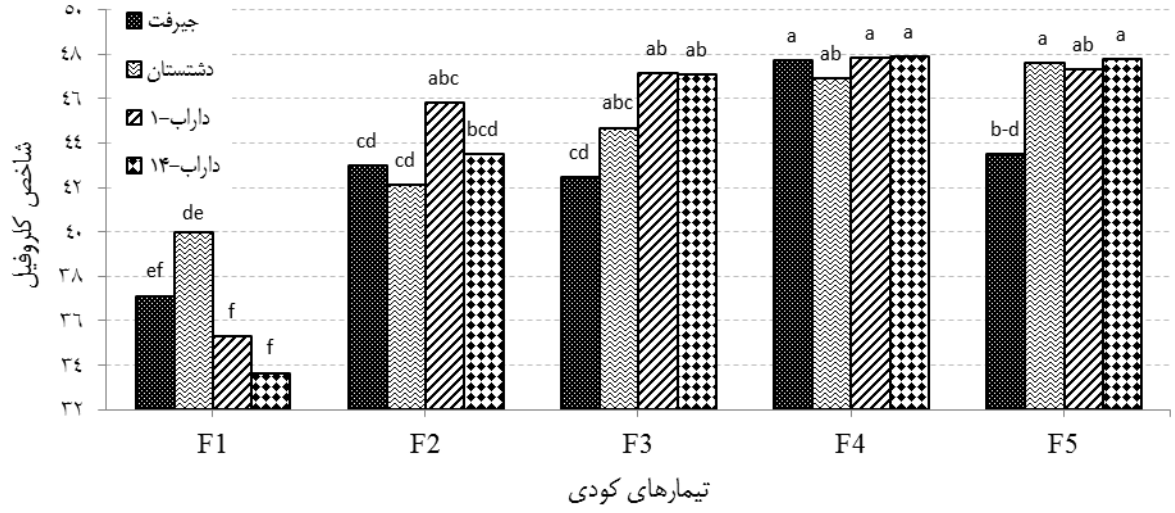
شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر تعداد کپسول ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

اثر کاربرد کود و همچنین اثر متقابل کود در رقم برای شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به رقم داراب-۱۴ در تیمار F_4 (۴۷/۹۱) و کمترین مقدار مربوط به همین رقم در تیمار شاهد بود (۳۳/۶۷). واکنش ارقام در تیمارهای کودی متفاوت بود به‌طوری‌که بیشترین شاخص برای رقم جیرفت-۱۳ از تیمار کودی F_5 به‌دست آمد (۴۳/۵۲) و سایر تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند. در رقم دشتستان بیشترین شاخص مربوط به تیمار کودی F_5 بود (۴۷/۶۲) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای F_4 و F_3 نداشت. در ارقام داراب-۱ و داراب-۱۴بین تیمارهای کودی از نظر شاخص کلروفیل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و کاربرد کودهای مختلف فقط با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در تمام ارقام کمترین شاخص کلروفیل از تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۴). در اثر کمبود نیتروژن در گیاه، کلروزیس به‌وجود می‌آید که باعث کاهش رشد گیاه و پیری زودرس برگ‌ها می‌شود (۱۱). به‌همین دلیل کمترین شاخص کلروفیل در کل مراحل رشد در تیمار عدم کاربرد کود به‌دست آمد. گزارش شده کمترین و بیشترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد گیاه ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) به‌ترتیب در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و بالاترین سطوح نیتروژن به‌دست آمد و بیشترین شاخص مقدار کلروفیل را در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن+ ۷/۵ تن کود دامی در هکتار و در تیمار ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گزارش کردند (۱۱).

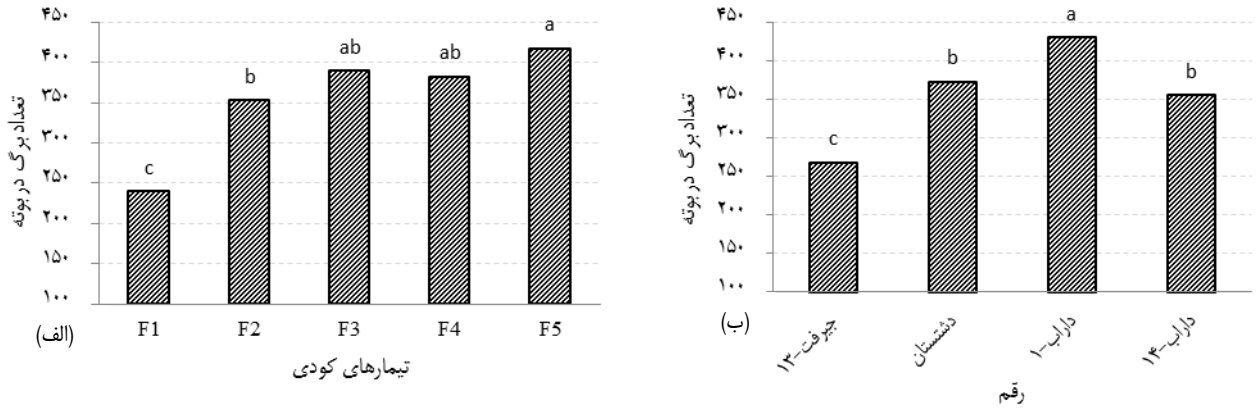
اثر کود و رقم بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار بود، اما اثر متقابل کود در رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ از تیمار کودی F_5 (۴۱۷/۰۲) به‌دست آمد و با تیمارهای کودی F_4 و F_3 تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد برگ (۲۳۹/۲۳) را تیمار شاهد دارا بود (شکل ۵- الف). افزایش در سطوح کود نیتروژنه و فسفاته سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته گزارش شده است (۲۳). همچنین در مطالعه‌ای دیگر تیمارهای کود شیمیایی، مرغی و گاوی از نظر تعداد برگ نسبت به شاهد برتری معنی‌داری نشان دادند (۱۵). باتوجه به جدول ۳، تعداد برگ، بیشترین ضریب همبستگی را با صفت تعداد شاخه فرعی داشت ($r=۰/۸۹^{**}$). در تیمار کودی F_5 بیشترین و در شاهد کمترین تعداد شاخه فرعی و تعداد برگ به‌دست آمد (جدول ۳). رقم داراب-۱ نیز به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم جیرفت-۱۳ تعداد شاخه بیشتر و در نتیجه تعداد برگ بیشتری داشت و جیرفت-۱۳ کمترین تعداد شاخه و برگ را دربین تیمارها دارا بود (شکل ۵- ب).

وزن هزاردانه بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی است تا عوامل محیطی (۲۰) و به‌نظر می‌رسد تفاوت در بین ارقام نیز مربوط به پتانسیل ژنتیکی متفاوت در بین آن‌ها باشد. عدم همبستگی مثبت و معنی‌دار این صفت با سایر صفات نیز می‌تواند تأییدی بر این گفته باشد (جدول ۳). نتایج حاصله با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت (۵، ۶ و ۱۳). در بین ارقام از نظر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما کاربرد کود و اثر متقابل کود در رقم برای وزن هزاردانه معنی‌دار نگردید (جدول ۲). رقم داراب-۱۴ (با ۳/۱۴ گرم) از این نظر کاهش معنی‌داری نسبت به سایر ارقام نشان داد اما در بین سایر ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶).



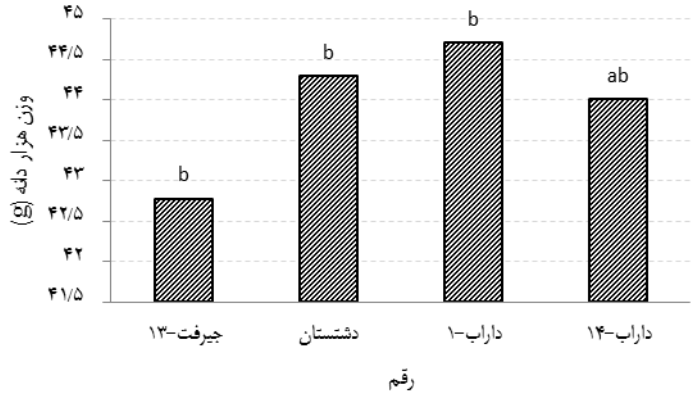
شکل ٤- اثر تیمارهای کودی بر شاخص کلروفیل ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات



شکل ۵- اثر تیمارهای کودی (الف) و رقم (ب) بر شاخص کلروفیل در کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات



شکل ٦- مقایسه وزن هزاردانه در بین ارقام مختلف کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف کمی و کیفی کنجد

صفات	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه	تعداد برگ در بوته	شاخص کلروفیل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد روغن
ارتفاع بوته	۱								
تعدادشاخه جانبی	-۰/۰۰۸^{ns}	۱							
تعداد کپسول در بوته	۰/۰۷^{ns}	۰/۹۰**	۱						
وزن هزار دانه	۰/۴۷*	-۰/۳۴^{ns}	-۰/۰۷^{ns}	۱					
تعداد برگ در بوته	-۰/۰۰۴^{ns}	۰/۸۹**	۰/۷۹**	-۰/۳۲^{ns}	۱				
شاخص کلروفیل	۰/۴۵*	۰/۶۹**	۰/۶۵**	-۰/۱۳^{ns}	۰/۷۵**	۱			
عملکرد بیولوژیک	۰/۳۹^{ns}	۰/۵۹**	۰/۶۷**	۰/۱۳^{ns}	۰/۵۴*	۰/۶۵**	۱		
عملکرد دانه	۰/۲۶^{ns}	۰/۷۱**	۰/۷۷**	-۰/۰۶^{ns}	۰/۶۷**	۰/۶۶**	۰/۸۷**	۱	
عملکرد روغن	۰/۱۷^{ns}	۰/۷۳**	۰/۷۷**	-۰/۱۲^{ns}	۰/۶۸**	۰/۶۷**	۰/۸۵**	۰/۹۸**	۱
درصد روغن	-۰/۵۸**	۰/۲۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	-۰/۳۷^{ns}	۰/۲۲^{ns}	-۰/۰۶^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۲۶^{ns}

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

اثر کود و رقم و اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد بیولوژیک بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). در تمام ارقام تیمارهای کودی سبب افزایش معنی‌دار زیست توده نسبت به شاهد شدند (شکل ۷). در تیمار شاهد، بیشترین مقدار را رقم دشتستان (۳۹۸۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار را رقم داراب-۱۴ (۲۶۰۲ کیلوگرم در هکتار) دارا بودند. ارقام در تیمارهای کودی F_2 و F_3، تفاوت معنی‌داری نداشته اما در تیمار کودی F_4، رقم داراب-۱۴ (۵۷۳۱ کیلوگرم در هکتار) بالاترین و رقم جیرفت-۱۳ (۳۷۲۳ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. در تیمار کودی F_5، رقم دشتستان (۶۹۷۴ کیلوگرم در هکتار) افزایش معنی‌داری نسبت به سایر ارقام نشان داد اما رقم جیرفت-۱۳ با میانگین ۴۲۱۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بود. نتایج نشان‌دهنده‌ی پتانسیل متفاوت تولید بیوماس در ارقام مختلف در اثر کاربرد کود و سطوح مختلف کودی می‌باشد. رقم جیرفت-۱۳ رقمی بود که به کاربرد کودهای شیمیایی نسبت به عدم کاربرد، عکس‌العمل مثبتی نشان نداد و در شرایط کاربرد کودهای آلی عملکرد بیولوژیک بهتری داشت. در مقابل رقم دشتستان به مقادیر بالای کودهای شیمیایی و مقادیر کم کودهای آلی پاسخ بهتری نشان داد. در ارقام داراب-۱ و داراب-۱۴ کاربرد کودهای مختلف و مقادیر متفاوت آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت (شکل ۷). کودهای آلی اثرات مثبتی بر باروری خاک، افزایش ماده آلی و غنی‌سازی خاک و در نهایت بهبود زیست توده گیاهان دارند (۶). با توجه به ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۳) و شکل ۴ و شکل ۷، تیمارهای کودی مورد استفاده از طریق بهبود نیتروژن برگ و میزان کلروفیل و درنتیجه افزایش سرعت فتوسنتز و سرعت رشد، با افزایش در ارتفاع، تعداد شاخه، کپسول و برگ، نسبت به شرایط عدم استفاده از کود، سبب افزایش چشم‌گیر بیوماس در ارقام گردید. در مطالعه‌ای استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث بهبود عملکرد بیولوژیک کنجد شده است و کودهای شیمیایی را سبب تأمین عناصر غذایی (خصوصاً نیتروژن) برای گیاه کنجد و باعث افزایش بیوماس گیاه دانسته‌اند (۲۱). کودهای آلی و کود دامی نیز ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، باعث افزایش آب در دسترس گیاه شده و موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید بیوماس را فراهم می‌کنند (۲۸). همچنین گزارش شده که اعمال تیمارهای کودی، عملکرد بیولوژیک را در ارقام کنجد نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است، بیشترین بیوماس در این مطالعه از کود شیمیایی حاصل شد، بین تیمارهای کود دامی و کمپوست (هرکدام ۳۰ تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و کمترین عملکرد از شاهد به‌دست آمد (۶). در دیگر مطالعات افزایش در کود نیتروژنه و ورمی‌کمپوست سبب افزایش بیوماس کنجد شده است (۷).

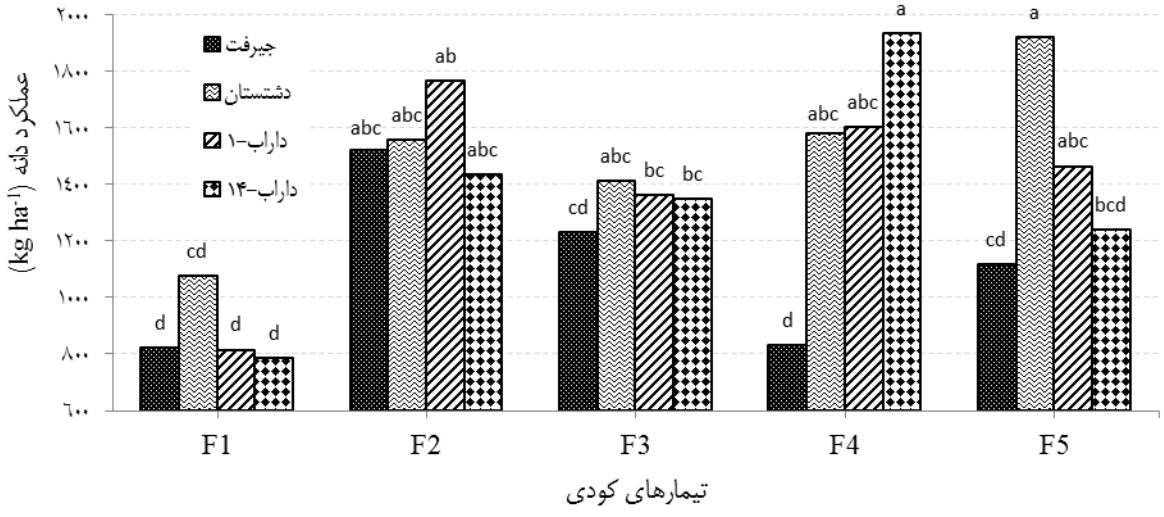
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان از اثر معنی‌دار تیمارهای کودی، ارقام و اثر متقابل مابین بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). کاربرد کود سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید اما بین نوع و میزان کاربرد کود تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در تیمارهای کودی F_1، F_2 و F_3، ارقام تفاوت معنی‌داری باهم نشان ندادند، در تیمار F_4 رقم جیرفت-۱۳ نسبت به سایر ارقام کاهش معنی‌داری نشان داد و در تیمار F_5 رقم دشتستان افزایش معنی‌داری نسبت به سایر ارقام نشان داد و جیرفت-۱۳ از دیگر ارقام عملکرد کمتری داشت.

شکل ۷- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد بیولوژیک ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

رقم جیرفت-۱۳ در تیمار کودی F_2 بیشترین عملکرد را داشت و به‌طور کلی این رقم نسبت به کودهای شیمیایی عکس‌العمل مناسبی نشان نداد و کاربرد این کودها نسبت به شاهد سبب افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد دانه نگردید اما کاربرد کودهای دامی برای این رقم، نسبت به شاهد عملکرد را ۴۶ درصد افزایش داد. در رقم دشتستان تنها بین کاربرد سطح بالای کود نیتروژن و فسفر (تیمار کودی F_5) و شاهد، اختلاف معنی‌دار بود (۴۳/۷۸ درصد) و سایر تیمارهای کودی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد نگردید (شکل ۸). این امر نشان از عدم واکنش این رقم به سطوح پایین کود و نیاز کودی بالای این رقم و همچنین پتانسیل بالای تولید دانه در این رقم در شرایط بدون کود می‌باشد، که می‌تواند از این نظر برای تولید قابل توجه برای مناطق با خاک فقیر مورد توجه قرار گیرد. در ارقام داراب-۱ و داراب-۱۴ کاربرد نوع و میزان کودهای مختلف اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت و تنها بین کاربرد و عدم کاربرد کود تفاوت معنی‌دار بود. رقم داراب-۱ بیشترین عملکرد دانه را در تیمار کودی F_2 داشت (۱۷۷۰ کیلوگرم در هکتار) که نسبت به شاهد (۸۱۷/۳ کیلوگرم در هکتار) ۵۳/۸۲ درصد افزایش داشت. در رقم داراب-۱۴ بیشترین عملکرد دانه از تیمار کودی F_4 (۱۹۳۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و کمترین مقدار عملکرد دانه نیز از این رقم در شرایط بدون کود حاصل گردید (۷۸۷/۳ کیلوگرم در هکتار) (شکل ۸). بیشترین درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد در شرایط کاربرد کود از رقم داراب-۱۴ حاصل گردید (۵۹/۴ درصد) بنابراین تیمار کودی F_4 بهترین تیمار برای این رقم بود. به‌نظر می‌رسد پتانسیل ژنتیکی متفاوت ارقام در پاسخ به‌میزان عناصر غذایی خاک از دلایل اصلی بروز این اختلافات باشد.

تأثیر مثبت و معنی‌دار کود نیتروژن و کود دامی (۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن کود دامی) بر افزایش عملکرد دانه ذرت گزارش گردیده است (۱۲). افزودن مواد آلی به خاک نه تنها سبب فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک می‌شود، بلکه ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد را فراهم می‌آورد (۷). ضرایب همبستگی بالای عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، تعداد کپسول، تعداد شاخه، تعداد برگ و میزان کلروفیل مؤید همین مطلب می‌باشد (جدول ۳). گزارش شده است که کمپوست (۳۰ تن در هکتار)، کود دامی (۳۰ تن در هکتار) و کود شیمیایی هرکدام به‌ترتیب حدود ۲۱، ۳۲ و ۴۱ درصد عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند، همچنین اختلاف بین ارقام و اثر متقابل کود در رقم نیز معنی‌دار گزارش شده است (۶). در سایر مطالعات نیز کاربرد کودهای بیولوژیک و نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه در کنجد گردیده است (۷، ۹ و ۱۰). همچنین اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار گزارش شده است، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در هکتار با میانگین ۱۱۷۳ کیلوگرم در هکتار از رقم داراب-۱۴ به‌دست آمد (۱۰).



شکل ۸- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه ارقام کنجد

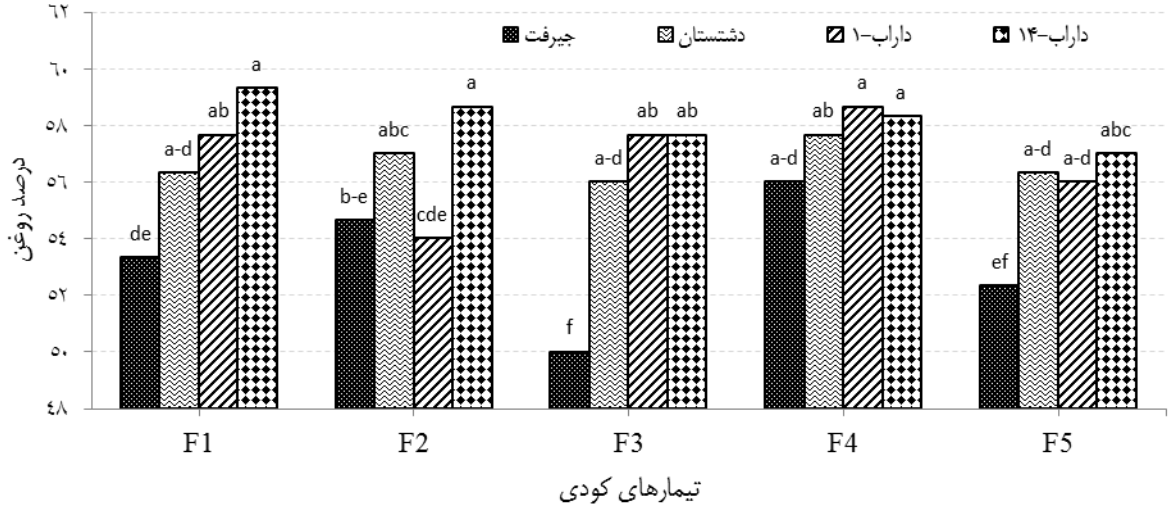
F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده بین تیمارهای کودی مورد استفاده، تیمار کود گاوی بیشترین عملکرد اقتصادی را (۹۹۵/۷ کیلوگرم در هکتار) دارا بود و بین تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین گزارش شده که تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست هر کدام به‌ترتیب حدود ۳۴ و ۳۲ درصد عملکرد اقتصادی را نسبت به شاهد افزایش دادند (۵).

بین تیمارهای مختلف کودی، ارقام و اثر متقابل آن‌ها، از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). تیمارهای کودی علی‌رغم افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک که متأثر از عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه می‌باشد را نیز افزایش می‌دهد. باتوجه به ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار مابین (جدول ۳)، افزایش عملکرد بیولوژیک سبب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه ثابت ماندن شاخص برداشت می‌گردد که با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت (۵، ۶، ۷، ۱۰ و ۱۹).

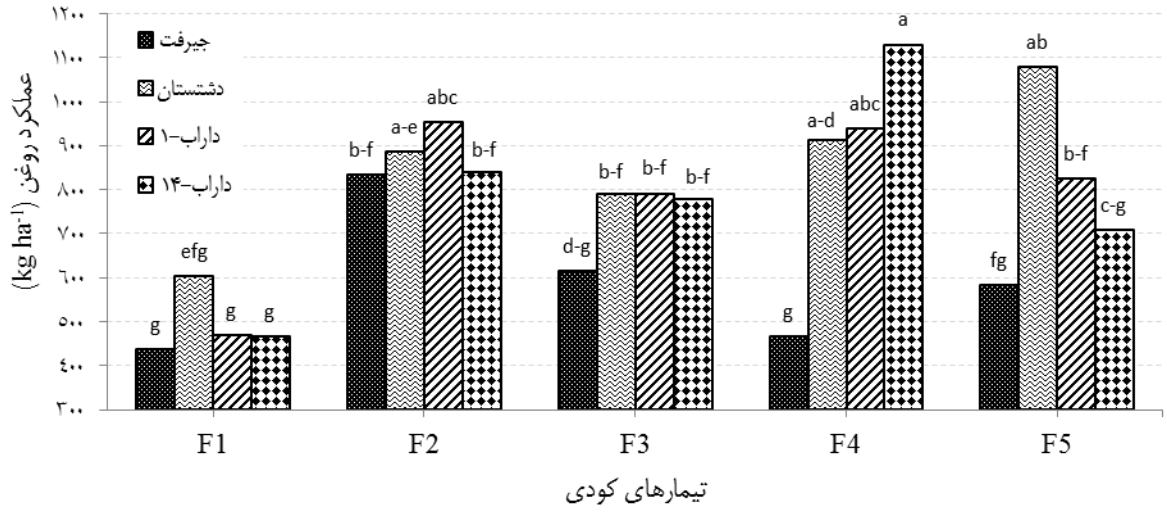
اثر کود، رقم و اثر متقابل بین آن‌ها بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین درصد روغن از رقم داراب-۱۴ در تیمار شاهد (بدون کود) (۵۹/۳۳٪) و کمترین میزان روغن از رقم جیرفت در سطوح بالای کود دامی (۵۰٪) و شیمیایی (۵۲/۳۳٪) به‌دست آمد (شکل ۹). واکنش ارقام مورد بررسی از نظر درصد روغن در تیمارهای کودی مختلف متفاوت بود به‌طوری‌که ارقام دشتستان و داراب-۱۴ در شرایط کاربرد کود نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر درصد روغن نشان ندادند. کاربرد ۳۰ تن کود دامی در هکتار در رقم داراب-۱ سبب کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه نسبت به شاهد گردید. در رقم جیرفت-۱۳ افزایش میزان کود سبب کاهش معنی‌دار درصد روغن گردید (شکل ۹).

گزارش شده که اثر رقم بر تغییرات درصد روغن معنی‌دار بود اما درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای کودی و اثر متقابل کود و رقم قرار نگرفت با این حال تیمار شاهد دارای بیشترین درصد روغن بود (۶). در مطالعه‌ای دیگر نیز اثر متقابل کود نیتروژن و ورمی کمپوست بر درصد روغن معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، با کاربرد ورمی‌کمپوست درصد روغن را به‌شکل قابل توجهی کاهش داد، به‌نظر ایشان با افزایش مصرف نیتروژن تشکیل پیش ماده‌های نیتروژن‌دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین افزایش و درنتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می‌یابد. به‌طورکلی کود نیتروژن تأثیر چندانی بر درصد روغن دانه ندارد ولی درصورتی‌که نیتروژن در بالاترین حد خود مصرف گردد، اعمال تیمارهایی نظیر ورمی‌کمپوست یا تلقیح باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (کود نیتروکسین) به‌دلیل فراهمی بیش از اندازه نیتروژن تا حدودی باعث کاهش درصد روغن می‌گردند (۷). دیگر بررسی‌های انجام شده نیز حاکی از آن است که افزایش نیتروژن، رسیدن گیاه را به‌تأخیر انداخته و منجر به طولانی‌تر شدن نمو خورجین می‌شود، در نتیجه دانه از رسیدن به بلوغ کامل وامانده و درصد روغن کاهش می‌یابد (۲). همچنین اثر متقابل رقم و کود نیتروژن بر درصد روغن دانه کنجد معنی‌دار گزارش شده است، افزایش کاربرد کود نیتروژنه و همچنین کاربرد کود بیولوژیک را سبب کاهش درصد روغن ارقام دانستند (۹).



شکل ۹- اثر تیمارهای کودی بر درصد روغن ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات



شکل ۱۰- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد روغن ارقام کنجد

F_1: شاهد (بدون کود)؛ F_2: ۳۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_3: ۶۰ تن کود دامی درهکتار؛ F_4: ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره + ۲۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات؛ F_5: ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن براساس اوره+۳۰۰ کیلوگرم فسفر براساس سوپرفسفات

احمدی و بحرانی (۱) نیز نتایج مشابه را گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد رشد رویشی زیاد در نتیجه مصرف کود با افزایش متابولیسم گیاه به کاهش درصد روغن در اغلب دانه‌های روغنی منجر می‌شود (۲۹). دلایل وجود برخی تناقضات در نتایج حاصله از این مطالعه و مطالعات مذکور را می‌توان در واکنش‌های متفاوت ارقام کنجد از نظر میزان روغن در تیمارهای کودی دانست.

نتایج به‌دست آمده نشان از تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش بر عملکرد روغن داشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد روغن از رقم داراب-۱۴ در تیمار کودی F_4 (۱۱۳۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن از رقم جیرفت-۱۳ در تیمار شاهد (۴۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل ۱۰). واکنش ارقام از نظر عملکرد روغن تنها در سطوح مختلف کود شیمیایی با یکدیگر، متفاوت بود. با کاربرد کودهای دامی عملکرد روغن نسبت به عدم کاربرد کود، در ارقام مختلف افزایش یافت اما با افزایش میزان کود دامی، ارقام اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند، درحالی‌که با اعمال تیمارهای کود شیمیایی واکنش ارقام متفاوت بود. در تیمار کودی F_4، جیرفت-۱۳ نسبت به سایر ارقام کاهش معنی‌داری از نظر این صفت نشان داد در حالی‌که در تیمار کودی F_5 رقم دشتستان نسبت به سایر ارقام از نظر آماری افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. رقم جیرفت-۱۳ بیشترین عملکرد روغن را در تیمار کودی F_2 داشت. در رقم دشتستان بیشترین عملکرد روغن از تیمارهای کود شیمیایی به‌دست آمد که تفاوت با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار اما با تیمارهای کود دامی غیرمعنی‌دار بود. در رقم داراب-۱ بیشترین عملکرد روغن از سطوح پایین کودهای دامی و شیمیایی حاصل گردید و کاربرد کود سبب افزایش معنی‌دار در این صفت نسبت به شاهد گردید. در مورد رقم داراب-۱۴ کاربرد کودهای دامی سبب افزایش عملکرد روغن نسبت به شاهد گردید اما بین میزان این کودها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بهترین تیمار کودی برای این رقم از نظر عملکرد روغن، تیمار کودی F_4 بود که نسبت به افزایش میزان کودهای شیمیایی واکنش منفی نشان داد، به‌طوری‌که تیمار کودی F_5 نسبت به شاهد تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت (شکل ۱۰).

در گزارشی بیشترین عملکرد روغن در تیمار کود شیمیایی و کمترین آن در تیمار بدون کود حاصل شد. اثر رقم و اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد روغن معنی‌دار بود و تودهٔ محلی کلات در تیمار کود دامی با ۸۸۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین و رقم التان در تیمار بدون کود با ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد روغن را دارا بودند (۶). همان‌طور که در شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود روند تغییرات عملکرد روغن ارقام در تیمارهای کودی مشابه با تغییرات در عملکرد دانه می‌باشد تا درصد روغن، بنابراین با توجه به اینکه عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در واحد سطح و درصد روغن دانه به‌دست می‌آید و نظر به ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه (۰/۹۸) و درصد روغن (۰/۲۶) با عملکرد روغن (جدول ۴)، به‌نظر می‌رسد که عملکرد روغن بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه در واحد سطح باشد تا درصد روغن. گزارش شده است که افزایش ورمی‌کمپوست در سطوح پایین نیتروژن مصرفی باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن شده است ولی در سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن ایجاد نکرده است که دلیل آن‌را کاهش در عملکرد دانه در این تیمار دانسته‌اند، همچنین گزارش شده

که وجود همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد روغن مؤید این مطلب است که هرچه عملکرد دانه افزایش پیدا کند، عملکرد روغن نیز افزایش پیدا می‌کند (۷). در مطالعه‌ای دیگر نیز افزایش در سطوح کود نیتروژن را سبب افزایش معنی‌دار در عملکرد روغن در کنجد گزارش کردند، همچنین در این مطالعه بیشترین عملکرد روغن از رقم داراب حاصل شد (۹).

به‌طور کلی ارقام نسبت به نوع و میزان کودهای مورد استفاده واکنش‌های متفاوتی نشان دادند، رقم دشتستان رقمی با کودپذیری بالا بود که با افزایش میزان کود (به‌ویژه در تیمارهای کود شیمیایی) عملکرد دانه و روغن در این رقم افزایش یافت، درمقابل رقم جیرفت-۱۳ کودپذیری قابل توجهی نداشت و درصد تغییرات عملکرد در تیمارهای کودی بسیار اندک بود و تنها در سطوح پایین کود دامی (F_2) برتری معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. رقم داراب-۱ نیز در سطوح پایین تیمارهای کودی عملکرد بیشتری داشت. بهترین تیمار کودی برای رقم داراب-۱۴، F_4 بود. داراب-۱۴ رقمی بود که بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه (۵۹/۴ درصد) و روغن (۵۸/۶ درصد) را بین تیمار شاهد و کاربرد کود شیمیایی داشت، بنابراین این رقم نیز کودپذیری قابل توجهی داشت (به‌جز در تیمار F_5).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله حاکی از آن است که استفاده از انواع کودها سبب افزایش معنی‌دار در اکثر صفات، عملکرد و میزان روغن کنجد می‌گردد، اما بین تیمارهای کودی در بسیاری از صفات اختلاف قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید، بنابراین باتوجه به عملکرد قابل توجه دانه و روغن در تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار و نظر به مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و در راستای نیل به اهداف تولید پایدار، مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار جهت حصول عملکرد قابل توجه در کنجد توصیه می‌گردد. همچنین نتایج بررسی اثر کودهای مختلف بر ارقام، نشان از تفاوت در واکنش ارقام نسبت به تیمارهای کودی داشت که این امر مطالعات بیشتر روی پتانسیل عملکرد و همچنین نیازهای تغذیه‌ای این ارقام را ضروری می‌سازد.

منابع

۱- احمدی، م. و م. ج. بحرانی. ۱۳۸۸. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در منطقه بوشهر. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۸: ۱۳۱-۱۲۳.

۲- احمدی، م. و ف. جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. جلد اول، انتشارات کمیته دانه‌های روغنی. ۱۹۴ صفحه. (ترجمه)

۳- خواجه پور، م. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

۴- رشتبری، م. و ح. علیخانی ۱۳۹۱. تأثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر روی ویژگی های مورفو-فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی. دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲(۲): ۱۲۷-۱۱۳.

۵- رضوانی مقدم، پ.، ع. ا. محمد آبادی، و ر. مرادی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم‌های مختلف کاشت. بوم شناسی کشاورزی ۲(۲): ۲۶۵-۲۵۶.

۶- رضوانی مقدم، پ.، ا. صبوری، ع. ا. محمد آبادی، و ر. مرادی. ۱۳۹۲. تاثیر کودهای شیمیایی، گاوی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن سه ژنوتیپ کنجد (*Sesamum indicum* L.) در مشهد. پژوهش‌های زراعی ایران ۱۱(۲):۲۵۰-۲۴۱.

۷- سجادی نیک، ر.، ع. یدوی، ح. بلوچی، و ه. فرجی. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۱(۲): ۱۰۱-۸۷.

۸- سعیدی، ق. ۱۳۸۷. تاثیر برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی کنجد در اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۵): ۳۹۰-۳۷۹.

۹- شاکری، ا.، م. امینی دهقی، ع. طباطبایی، و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۹۱[a]. تأثیر کود نیتروژن و کود بیولوژیک حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر عملکرد دانه و اسیدهای چرب ارقام کنجد در شرایط یزد. پژوهش‌های زراعی ایران ۱۰(۴): ۷۵۰-۷۴۲.

۱۰- شاکری، ا.، م. امینی دهقی، ع. طباطبایی، و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۹۱. تأثیر کود شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و پروتئین ارقام کنجد. دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲(۱): ۸۵-۷۱.

۱۱- مجیدیان، م.، ا. قلاوند، ع. ا. کامکار حقیقی، و ن. کریمیان. ۱۳۸۷[a]. اثر تنش خشکی، کود شیمیایی نیتروژن و کود آلی بر قرائت کلروفیل متر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران ۱۰(۳):۳۳۰-۳۰۳.

۱۲- مجیدیان، م.، ا. قلاوند، ن. کریمیان، و ع. ا. کامکار حقیقی. ۱۳۸۷. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. تولید گیاهان زراعی ۱(۲): ۸۵-۶۷.

۱۳- یزدانی بیوکی، ر.، ح. ر. خزاعی، پ. رضوانی مقدم، ع. آستارایی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*). پژوهش‌های زراعی ایران ۸(۵): ۷۵۶-۷۴۸.

14- Adam, N. M. 1986. Agronmy of sesame, sunflower and soybean. Annual Report of kenana, Research Station.
15- Alege, G. O., O. T. Mustapha, S. Ojo, and M. B. Awosemo. 2013. The morphological, proximate and mineral responses of sesame to different nutrient sources. Global Bio-Science and Biotechnology 2 (1): 12-16.
16- Awad, S., G. Z. Sliman, S. A. Shalaby, and A. O. Osman. 1998. Response of sesame plant (*Sesamum indicum* L.) to N, P, K fertilizers on new reclaimed sandy soils. Field Crop Research 51: 10-17.
17- Bedigian, D. 2004. History and lore of sesame in Southwest Asia. Economic Botany 58: 329-353.
18- Cala, V., M. A. Cases, and I. Walter. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* growth on organic waste-amended soil. Arid Environments 62: 401-412.
19- El-Habbasha S. F., M. S. Abd El Salam, and M. O. Kabesh. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizer by bio-organic fertilizers. Agriculture and Biological Science 3 (6): 563-571.
20- Harper, J. L. 1961. Approaches to the study of plant competition in mechanisms in biological composition. F. L. Millhope (ed.) Symposia of the Society for Experimental Biology 15: 1-39.
21- Kumar, A. S., T. N. Prasad, and U. K. Prasad. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Agronomy 41: 111-115.
22- Malik, A. M., S. Faruk, A. C. Mumtaz, and A. Shamin. 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of Sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. Agriculture and Biology 4: 490-492.
23- Mohamed, S. B., M. A. N. Rania, and A. A. Fouad. 2012. Response of sesame plant (*Sesamum orientale* L.) to treatments with mineral and bio-fertilizers. Research Agriculture and Biological Sciences 8 (2): 127-137.
24- Roe, N. E., J. Stoffella, and D. Greatz. 1997. Compost from various municipal solid wastes feed stocks affect vegetable crops Growth, yield and fruit quality. American Society for Horticultural Sciences 122: 433-437.
25- Sabah El-khier, M. K., K. A. Ishag, and A. A. Yagoub. 2008. Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. Research Agriculture and Biological Sciences 4 (6): 761-766.
26- Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.
27- Sharpley, A. N., R. McDowell, and P. J. A. Kleinman. 2004. Amounts forms and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of America 68: 2048-2057.
28- Singer, W. J., S. D. Sally, and D. W. Meek. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal 99: 80-87.
29- Weiss, E. A. 2000. Oilseed Crops. 2nd Ed. Blackwell Science, Ltd. Oxford, United Kingdom, pp: 364.