10.22092/rafhc.2019.122897.1162

مقاله ترویجی

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۹، شماره ۱، سال ۱۳۹۹

انتخاب بهترین آرایش کاشت برای ارقام مختلف کنجد (*Sesamum Indicum* L.)

Selection of the best planting pattern for different sesame (*Sesamum Indicum* L.) cultivars

مجید غلامحسینی[۱]، فرناز شریعتی[۱] و علی آقامحمدی[۲]

۱و ۲، به‌ترتیب، استادیار و کارشناس، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰

چکیده

غلامحسینی،م.، شریعتی، ف. و آقامحمدی، ع. ۱۳۹۹. انتخاب بهترین آرایش کاشت برای ارقام مختلف کنجد. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۹ (۱): ۲۵- ۱۳.**

تعیین آرایش کاشت بهینه در دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان زراعی و از جمله کنجد نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. لذا آرایش‌های مختلف کاشت در سه سطح شامل کشت یک، دو و سه ردیف بر روی پشته بر صفات کمی و کیفی شش رقم کنجد به نام‌های هلیل، دشتستان ۲، داراب ۱، اولتان، یلو وایت و ناز تک شاخه به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر آرایش کاشت برای تمام صفات اندازه‌گیری شده به جز درصد روغن دانه معنی‌دار بود. همچنین اثر رقم برای تمام صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد. اثر متقابل آرایش کاشت و رقم تنها برای تعداد شاخه فرعی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه از دو تیمار کشت یک و دو ردیف روی پشته به‌ترتیب با عملکرد ۱۰۰۰ و ۱۰۹۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تیمار کشت سه ردیف روی پشته کمترین میزان عملکرد دانه را با ۴۸۱ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. علاوه بر این بیشترین عملکرد دانه (۹۵۷ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۵۳/۳ درصد) به عنوان مهم‌ترین صفات مورد بررسی به‌ترتیب از ارقام دشتستان ۲ و داراب ۱ به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان دادکه در انتخاب بهترین آرایش کاشت کنجد باید به ویژگی‌های ارقام توجه شود و تراکم و آرایش کاشت به نحوی تنظیم شود که ضمن استفاده گیاه از عوامل محیطی، رقابت بین بوته‌ها به حداقل رسیده و حداکثر عملکرد اقتصادی حاصل شود.

واژه‌های کلیدی: دانه‌های روغنی، درصد روغن، عملکرد دانه، مدیریت زراعی

نویسنده مسئول: majidgolamheseini@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۳۷۷۱

مقدمه

اهمیت دانه‌های روغنی در تأمین نیاز خوراکی و صنعتی غیرقابل‌انکار است. بااین‌وجود متأسفانه در کشور ما برخلاف سایر کشورها به تولید، مدیریت و شناسایی دانه‌های روغنی در مقایسه با سایر محصولات زراعی کمتر توجه شده است و نتیجه آن واردات بیش از ۹۰ درصدی روغن موردنیاز کشور از خارج می‌باشد. در بین دانه‌های روغنی، کنجد به دلیل دارا بودن میزان قابل‌توجهی ترکیبات ریزمغذی شامل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، یون‌های فلزی و اسیدآمینه‌های ضروری و نیز اسیدهای چرب غیراشباع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی شناخته‌شده است (۲۴). علی‌رغم خواص تغذیه‌ای مطلوب کنجد و همچنین سازگاری مناسب این گیاه به شرایط اقلیمی کشور ازجمله کم‌آبی، کشت و کار این گیاه نسبت به دانه‌های روغنی دیگر همچنان با روش‌های سنتی انجام می‌پذیرد. برای ارتقای عملکرد کمی و کیفی کنجد در کنار اصلاح ژنتیکی برای عملکرد دانه بالاتر و مقاومت به انواع آفات و بیماری‌ها، پژوهش‌های به‌زراعی در زمینهٔ بهبود روش‌های مدیریت مزرعه‌ای می‌تواند موجب توسعه تولید و مصرف غذاهای مغذی و سالم حاصل از این گیاه گردد.

برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، اعمال روش‌های صحیح زراعی امری اجتناب‌ناپذیر است. از جمله این مدیریت‌ها انتخاب رقم و روش کاشت می‌باشد. در واقع این عوامل بایستی به نحوی در نظر گرفته شوند تا رقابت درون و برون گونه‌ای به حداقل رسیده و گیاهان بتوانند از عوامل رشد موجود به‌خوبی استفاده کنند (۵). در این شرایط حصول حداکثر عملکرد گیاه و افزایش کارآیی استفاده از نهاده‌ها میسر می‌گردد. روش کاشت، از مهم‌ترین مباحث به‌زراعی مدیریت مزرعه است که متأسفانه در مورد گیاه کنجد کمتر به آن توجه شده است. در زراعت سنتی ایران، کنجد به‌صورت کرتی و با تراکم نامشخص کشت می‌شود درحالی‌که در کشورهای پیشرفته روش کاشت جوی و پشته‌ای کنجد و با تراکم دقیق مورد استفاده بوده و گسترش‌یافته است (۹). با توجه به این که آبیاری در اکثر نقاط کشور به روش سطحی انجام می‌گیرد، در روش جوی و پشته آبیاری تا حدودی به‌صورت نشتی است ولی در کشت مسطح آبیاری به‌صورت غرقابی خواهد بود. گرچه تحقیقات چندانی در مورد مقایسه روش‌های کاشت کنجد و برای ارقام معرفی‌شده این گیاه در کشور انجام نشده است ولی می‌توان انتظار داشت که روش کاشت جوی و پشته به دلیل حفظ ساختمان خاک بر روی پشته، فشردگی کمتر خاک و شرایط تهویه مناسب در مقایسه با روش کشت کرتی، فضا و شرایط فیزیکی بهتری برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌نماید و بنابراین شاید بتوان در این روش کاشت، تراکم گیاهی را نیز افزایش داد (۱۰ و ۲۱). انتخاب روش کاشت مناسب علاوه بر بهبود جوانه‌زنی، سهولت در عملیات کاشت

و صرفه‌جویی در هزینه‌های کارگری، آسان‌تر شدن عملیات داشت و شیوع کمتر آفات و امراض را نیز در پی خواهد داشت (۱۱). باید توجه داشت که به دلیل ظریف بودن بذر کنجد این گیاه از جمله گیاهان حساس به شرایط نامساعد خاک به‌ویژه سله‌بندی و غرقاب شدن خاک است (۲۰). انتخاب روش صحیح کاشت باعث کاهش تلفات بذر و افزایش کارآیی تولید در این گیاه خواهد شد. ازآن جایی‌که ارقام کنجد عادت رشدی متفاوتی، به‌ویژه از نظر تک شاخه یا چند شاخه بودن دارند، بررسی واکنش ارقام کنجد به روش‌های مختلف کشت و در نهایت تعیین روش کشت مطلوب و تراکم مناسب کاشت برای هر رقم می‌تواند گامی در جهت اعتلای این گیاه سازگار به شرایط اقلیمی کشور محسوب گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش دو عامل روش کاشت شامل کشت یک، دو و سه ردیفه روی پشته به‌ترتیب با الگوی کشت ۴×۶۰، ۸×۳۰ و ۱۲×۲۰ سانتی‌متر (فاصله بین ردیف‌ها × فاصله گیاهان روی ردیف‌ها) و ارقام کنجد به نام‌های هلیل، دشتستان ۲، داراب ۱، اولتان، یلوولیت و ناز تک شاخه مورد بررسی قرار گرفتند. خلاصه‌ای از ویژگی‌های ارقام مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. پس از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ایجاد فارو در محل اجرای آزمایش، نقشه آزمایش در محل اجرا پیاده‌سازی شد. بذور کنجد در ۱۶ خردادماه در کرت‌های آزمایشی کشت شدند. مساحت هر واحد آزمایشی حدود ۱۲ مترمربع بود. هر کرت شامل چهار پشته ۶۰ سانتی‌متری به طول ۵ متر بود. فاصله‌ای به‌اندازه دو متر بین بلوک‌ها و ۶۰ سانتی‌متر بین کرت‌ها، به‌منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای آزمایشی و سایر مراحل اجرای آزمایش لحاظ گردید.

بذور ارقام کنجد در واحدهای آزمایشی ابتدا به‌صورت متراکم کشت‌شده (به مقدار ۴ کیلوگرم در هکتار) و سپس در مراحل اولیه رشد و نمو (دو تا سه برگی) تنک شدند، به‌طوری‌که تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در هر یک از تیمارهای آزمایشی حاصل گردد (۱۳). آبیاری به‌صورت جوی و پشته‌ای و پس از استقرار اولیه گیاهان با فاصله زمانی هر دو هفته یک‌بار انجام شد. برای آبیاری مزرعه از لوله‌های پلی‌اتیلنی همراه با یک کنتور حجمی برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرف‌شده و سیفون برای هدایت آب از جوی اصلی به کرت‌های آزمایشی استفاده گردید. مجموع آب مصرف شده به صورت آبیاری در طول اجرای آزمایش برابر ۶۸۰۰ متر مکعب در هکتار بود. قبل از کاشت، خاک مزرعه با علف‌کش ترفلان

(تری فلورالین) به میزان سه لیتر در هکتار تیمار شد اما به دلیل تعدد بذر گونه‌های مختلف علف‌های هرز در خاک عملیات وجین در طول فصل رشد در فواصل زمانی یک ماهه (سه مرتبه در کل فصل رشد گیاه کنجد) انجام گرفت. کود اوره به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت تقسیط شده در دو مرحله، نیمی در مرحله سه تا چهار برگی کنجد و مابقی به‌صورت جایگذاری کنار ردیف‌های کاشت، در مرحله هفت تا هشت برگی کنجد به کار برده شد.

در تاریخ ۱۲ مهرماه سال ۱۳۹۵ برداشت ارقام آزمایشی به‌صورت دستی و با داس از فاصله‌ی ۴ تا ۵ سانتی‌متری سطح زمین انجام گرفت. مساحت برداشت شدهٔ هر کرت از دو ردیف میانی با لحاظ کردن اثر حاشیه، بالغ بر چهار مترمربع بود. بوته‌های برداشت شده برای مدت ۷۲ ساعت در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۰ درصدی دانه محاسبه شد. جهت تعیین اجزاء عملکرد از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت، شش بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخهٔ جانبی و تعداد کپسول در بوته اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در کپسول از هر کرت ۲۰ کپسول به‌طور تصادفی انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آنها، متوسط تعداد دانه در کپسول برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. برای تعیین وزن هزار دانه نیز دو نمونه ۵۰۰ تایی از بذور هر یک از کرت‌ها شمارش و توزین شدند و بر اساس آن وزن هزار دانه محاسبه شد. درصد روغن دانه، پس از خشک‌کردن دانه‌ها، با استفاده از دستگاه NMR (Nuclear Magnetic Resonance, MQC, Oxford instruments, England) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن در واحد سطح نیز از حاصل‌ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه در واحد سطح به‌دست آمد. همچنین کارآیی استفاده از آب آبیاری (Water Use Efficiency, WUE) و کارآیی مصرف نیتروژن (Nitrogen Use Efficiency, NUE) به‌ترتیب بر اساس نسبت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر مقدار آب آبیاری مصرفی (مترمکعب در هکتار) و نسبت عملکرد

جدول ۱- ویژگی ارقام کنجد مورد استفاده در آزمایش

	اولتان	داراب ۱	دشتستان ۲	ناز تک شاخه	یلوواید	هلیل
سال معرفی	۱۳۷۸	۱۳۸۸	۱۳۸۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۲
مبدا	توده محلی مغان	توده محلی داراب	توده محلی دشتستان	توده محلی مازندران	کشور پاکستان	توده محلی جیرفت و کهنوج
شاخه‌بندی	چند شاخه	چند شاخه	چند شاخه	تک شاخه	چند شاخه	چند شاخه
رنگ دانه	قهوه ای تیره	قهوه ای روشن	قهوه ای روشن	کرم	کرم روشن	قهوه ای
وزن هزار دانه (گرم)	۳/۱	۳/۲	۴	۲/۷	۲/۸	۳/۴

دانه (کیلوگرم در هکتار) به نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) محاسبه گردید (۱۵). پس از جمع‌آوری کامل داده‌ها، کلیه تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌های اثر اصلی از آزمون LSD در سطح پنج درصد و برای مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل از روش برش‌دهی که در آن سطوح مختلف یک عامل در یک سطح عامل دیگر مورد مقایسه قرار می‌گیرند استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی (روش کاشت و رقم) بر عملکرد ماده خشک کنجد معنی‌دار بود (جدول ۲). تغییر روش کشت از کشت یک ردیفه به دو ردیفه، عملکرد ماده خشک را هشت درصد افزایش داد هرچند این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در مقابل با افزایش تعداد ردیف‌های کاشت به سه خط روی پشته، عملکرد ماده خشک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). نتایج بیانگر آن است که کشت دو ردیف روی پشته، به‌عنوان تیمار برتر در این صفت، در مقایسه با تیمار کشت سه ردیفه عملکرد ماده خشک را ۴۵ درصد افزایش داد. می‌توان استنباط کرد که در تیمار کشت سه ردیفه روی پشته به دلیل افزایش سایه‌اندازی گیاهان بر روی هم و در نتیجه کاهش جذب تشعشع و دوام سطح برگ، سرعت رشد محصول و متعاقباً تجمع ماده خشک در پوشش گیاهی کاهش یافته است. از طرف دیگر در تیمارهای کشت یک و دو ردیفه میزان تولید در واحد سطح افزایش یافته و در نتیجه حداکثر عملکرد ماده خشک در این تیمارها حاصل شده است. باید در نظر داشت که نزدیکی زیاد خطوط کشت به یکدیگر، مانند آنچه در کشت سه ردیفه روی پشته مشاهده می‌شود، باعث کاهش میزان دی‌اکسیدکربن و افزایش رطوبت در اطراف بوته‌ها می‌شود و شرایط را مناسب برای ابتلای گیاهان به بیماری‌های گیاهی به‌ویژه بیماری‌های قارچی می‌کند (۱۸) که در افت عملکرد ماده خشک مؤثر است. در بین ارقام مورد بررسی رقم داراب ۱ با ۷/۰۵ تن در هکتار ماده خشک تولیدی بیشترین و رقم ناز تک شاخه با ۵/۶۰ تن در هکتار کمترین عملکرد ماده خشک را داشتند (جدول ۳). مهم‌ترین دلیل برای پایین بودن عملکرد ماده خشک رقم ناز تک شاخه ویژگی عدم شاخه‌زنی این رقم می‌باشد. نتایج حاکی از آن بود که بین تعداد شاخه فرعی و عملکرد ماده خشک همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود دارد ($r^2 = 0.75^{**}$). تفاوت ارقام از لحاظ عملکرد ماده خشک می‌تواند ناشی از پتانسیل ژنتیکی متفاوت ارقام نیز باشد. از طرف دیگر می‌توان پیش‌بینی نمود که عملکرد ماده خشک بالاتر بعضی از ارقام، مانند اولتان و داراب ۱، در مقایسه با دیگر ارقام، مانند یلووایت و نازتک‌شاخه، نشان دهنده سازگاری بیشتر اکولوژیکی این ارقام در اقلیم

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای روش کاشت و رقم در گیاه کنجد

منابع تغییرات†	درجه آزادی	شاخه فرعی	کپسول در بوته	دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد ماده خشک	عملکرد دانه	کارآیی مصرف آب	کارآیی مصرف نیتروژن	روغن دانه
تکرار	۲	۲/۰۷^{ns}	۱۹/۶۸^{ns}	۷۷۷**	۱۰/۷۱**	۷۳۴۵۳۴^{ns}	۷۸۶۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱/۶^{ns}	۱۳/۵۳**
روش کاشت	۲	۲۱/۲۴**	۱۱۲۲**	۲۷۹۹**	۱۹/۷۱**	۲۶۱۸۱۵۴۹**	۱۹۵۲۷۰۵**	۰/۰۴۲**	۳۹۸**	۰/۱۱ ^{ns}
رقم	۵	۳۷/۸۰**	۱۷۴۰**	۳۸۹*	۰/۸۴**	۲۶۰۲۹۸۳*	۱۲۸۶۲۱**	۰/۰۰۲**	۲۶/۲**	۳۱/۷۹**
روش کاشت × رقم	۱۰	۲/۵۰**	۹۵/۶۵^{ns}	۴۱/۹^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۷۹۰۵۳۶^{ns}	۲۸۵۷۸^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۵/۸۲^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}
خطا	۳۴	۰/۷۴	۷۸/۱۱	۱۴۳	۰/۱۵	۸۰۲۸۶۷	۲۰۰۷۶	۰/۰۰۰۴	۴/۰۹	۰/۴۶
ضریب تغییرات (٪)		۲۱/۳۱	۱۷/۰۷	۲۳/۳۱	۱۳/۱۵	۱۳/۵۹	۱۶/۵۱	۱۶/۴۶	۱۶/۵۲	۱/۳۵

†: ns، *و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات اندازه‌گیری شده گیاه کنجد

تیمارهای آزمایش†	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	درصد روغن دانه
روش کاشت									
یک ردیف روی پشته	۶۸۳۹a	۱۰۰۰a	۴b	۵۵a	۵۸a	۳/۸۹a	۰/۱۵a	۱۴/۳a	۵۰/۶a
دو ردیف روی پشته	۷۳۶۲a	۱۰۹۲a	۵a	۵۸a	۶۰a	۳/۲۹b	۰/۱۶a	۱۵/۶a	۵۰/۷a
سه ردیف روی پشته	۵۰۶۱b	۴۸۱b	۳c	۴۳b	۳۷b	۱/۸۵c	۰/۰۷b	۶/۸b	۵۰/۵a
رقم									
اولتان	۶۸۳۲ab	۹۴۵a	۴b	۵۰c	۵۶a	۳/۱۴ab	۰/۱۴a	۱۳/۵a	۴۹/۵d
داراب۱	۷۰۵۰a	۹۲۰a	۶a	۵۶abc	۵۱a	۳/۲۱a	۰/۱۴a	۱۳/۱a	۵۳/۳a
دشتستان۲	۶۴۹۰ab	۹۵۷a	۵a	۶۴a	۵۶a	۳/۳۰a	۰/۱۴a	۱۳/۷a	۵۰/۶c
ناز تک شاخه	۵۶۰۳c	۸۹۲ab	۰c	۶۰ab	۵۱a	۲/۸۲bc	۰/۱۳ab	۱۲/۷ab	۴۸/۵e
هلیل	۶۵۶۱ab	۶۴۹c	۴b	۲۵d	۳۹b	۲/۴۸c	۰/۰۹c	۹/۲c	۵۲/۳b
یلووایت	۵۹۸۷bc	۷۸۳bc	۴b	۵۴b	۵۵a	۳/۱۲ab	۰/۱۲bc	۱۱/۲bc	۴۹/۳d

†: میانگین های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار ندارند.

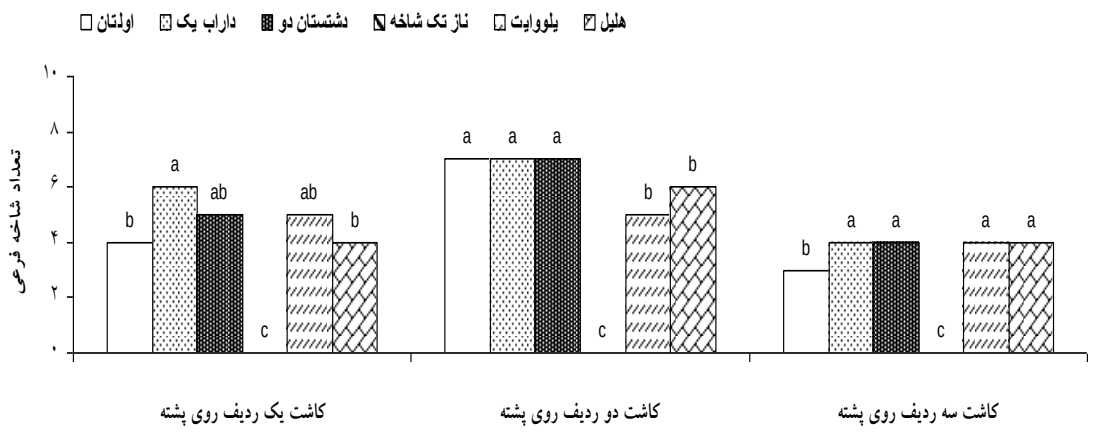
موردمطالعه باشد.

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش ردیف‌های کشت روی پشته از یک به دو ردیف، عملکرد دانه ۹۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت هرچند این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در مقابل افزایش ردیف‌های کشت روی پشته به سه ردیف باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد (جدول ۳). به‌عبارت‌دیگر حداکثر عملکرد دانه در روش کشت دو ردیفه و حداقل آن در روش کشت سه ردیفه مشاهده شد. در روش کاشت سه ردیفه به خاطر محدودیت‌هایی که در تأمین رطوبت موردنیاز گیاهان مخصوصاً در اوایل دوره رشد وجود دارد، رقابت شدید بین بوته‌ها اتفاق می‌افتد. در مقابل در روش کشت دو ردیفه روی پشته به علت توزیع مناسب‌تر بوته‌ها رقابت بین آن‌ها کاهش‌یافته و موجب استفاده بهتر گیاهان از عوامل محیطی شده و در نتیجه عملکرد محصول افزایش می‌یابد. اگرچه در مورد تأثیر افزایش خطوط کاشت روی هر پشته بر عملکرد کنجد گزارشی در اختیار نیست اما نتایج آزمایش‌های رفیعی و همکاران (۴)، بذرافشان و همکاران (۳) و اصغری و همکاران (۲) حاکی از تأثیر مثبت کشت دو ردیفه بر افزایش عملکرد دانه ذرت دانه‌ای و شیرین می‌باشد. همچنین نتایج بیانگر آن بود که بین ارقام کنجد نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در ارقام دشتستان ۲ و هلیل مشاهده شد (جدول ۳). باید خاطر نشان کرد که پایین بودن عملکرد دانه رقم هلیل می‌تواند ناشی از عدم تطابق اکولوژیکی این رقم با اقلیم شهرستان کرج باشد. آدبیسی و همکاران (۸) نیز به تفاوت عملکرد دانه ارقام کنجد اشاره داشته‌اند. عملکرد دانه در ارقام گیاهان زراعی یک ویژگی خاص است که شدیداً تحت تأثیر اجزاء عملکرد قرار می‌گیرد (۱۹)، در این آزمایش نیز بیشترین همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و تعداد کپسول در بوته ($r^2= 0.68^{**}$) مشاهده شد.

اجزاء عملکرد

اثر متقابل روش کاشت در رقم بر تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثر متقابل حاکی از آن است که در روش کاشت یک ردیفه روی پشته رقم داراب ۱ (با متوسط ۶ شاخه فرعی در هر بوته)، در روش کاشت دو ردیفه روی پشته ارقام اولتان، داراب ۱ و دشتستان ۲ (با متوسط ۷ شاخه فرعی در هر بوته) و در روش کاشت سه ردیفه روی پشته ارقام داراب ۱، دشتستان ۲، یلووایت و هلیل (با متوسط ۴ شاخه فرعی در هر بوته) بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته را داشتند (شکل ۱). در مقابل و در هر سه روش کاشت موردبررسی رقم ناز تک شاخه شاخه فرعی تولید نکرد (شکل ۱). عدم شاخه‌دهی در رقم ناز تک شاخه در روش‌های مختلف کاشت به

ویژگی ژنتیکی عدم شـاخه‌دهی این رقم مربوط می‌شـود. از طرف دیگر به نظر می‌رسـد که با افزایش تعداد ردیف‌های کشت به سه خط روی پشـته رقابت بین بوته‌ای زودتر اتفاق می‌افتد که این موضوع باعث محدود شدن شرایط مطلوب محیطی از جمله مواد غذایی و نور شـده و باعث جلوگیری از تولید شـاخه‌های فرعی در ارقام مختلف می‌شود.



شکل ۱- برش‌دهی اثر متقابل روش کاشت در رقم بر تعداد شاخه فرعی. در هر روش کاشت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

اثر روش کاشـت بر تعداد کپسـول در بوته و تعداد دانه در کپسـول در سـطح احتمال یک درصـد معنی‌دار گردید (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشـترین تعداد کپسـول در بوته به تعداد ۵۸ عدد در روش کاشـت دو ردیفه روی پشته و کمترین آن (۴۳ عدد) در روش کاشـت سـه ردیفه روی پشته به دست آمد (جدول ۳). همچنین با افزایش ردیف‌های کاشـت روی پشـته از یک به دو، تعداد دانه در کپسـول ۴ درصـد افزایش یافت هرچنـد این افزایش معنی‌دار نبود امـا افزایش ردیف‌های کاشت روی پشته به سه ردیف باعث کاهش معنی‌دار این صـفت شـد (جدول ۳). به‌عبارت‌دیگر حداکثر تعداد دانه در کپسـول در کشت دو ردیفه و حداقل آن در کشت سه ردیفه مشاهده شد. ال سرجی و همکاران (۱۴) گزارش کردنـد کـه تفـاوت در تعـداد کپسـول در بوتـه و تعداد دانه در کپسول ارتباط مستقیمی با میزان نفـوذ نـور بـه داخـل کـانوپی گیـاهی دارد. پژوهشـگرانی مانند جاکاسـکو و همکاران (۱۶) نیز بیان داشـتند که عدم توزیع مناسـب نور در جامعه گیاهی ناشـی از آرایش کاشـت نامناسـب منجر به کاهش تولید شـیره پرورده لازم برای ایجاد و پر شـدن دانه‌ها و نهایتاً کاهش تعداد دانه در کپسـول می‌گردد. به نظر می‌رسـد در روش

کاشت سه ردیفه روی پشته میزان نور دریافتی هر بوته کاهش یافته و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری در هر بوته تولید می‌شود، بنابراین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد شاخه‌های فرعی و متعاقب آن کپسول کافی نیست و تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول کاهش می‌یابد. در مقابل، کشت دو ردیف روی پشته باعث کاهش رقابت درون و بین بوته‌ای شده و بهره‌وری بیشتر گیاه از عوامل محیطی، از جمله مواد غذایی و نور را در پی داشته و بدین ترتیب تعداد کپسول در بوته افزایش می‌یابد. ارقام کنجد نیز از نظر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بیشترین تعداد کپسول در بوته در رقم دشتستان ۲ (با متوسط ۶۴ کپسول در هر بوته) و کمترین آن در رقم هلیل (با متوسط ۲۵ کپسول در هر بوته) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین بیشترین و کمترین تعداد دانه در کپسول به ترتیب در ارقام دشتستان ۲ و هلیل مشاهده شد (جدول ۲). باوجودآن‌که نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که تفاوت در تعداد دانه در کپسول مربوط به میزان دسترسی گیاهان به آب و مواد غذایی می‌باشد (۱۶)، بایستی توجه داشت که توانایی ارقام در تأمین مواد فتوسنتزی جهت اختصاص به دانه متفاوت است. درمجموع محققین اعتقاد دارند که تعداد کپسول در بوته از اجزای مهم عملکرد دانه کنجد است (۱۷) و افزایش این صفت خواه از طریق پتانسیل رقم یا از طریق شرایط محیطی (در اینجا روش کاشت مناسب) منجر به بهبود عملکرد خواهد شد.

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه از کشت یک ردیفه به مقدار ۳/۸۹ گرم و کمترین آن از کشت سه ردیفه به مقدار ۱/۸۵ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). به‌عبارت‌دیگر با افزایش ردیف‌های کاشت وزن هزار دانه بطور معنی داری کاهش یافت به‌طوری‌که کشت یک ردیفه در مقایسه با کشت‌های دو و سه ردیفه به ترتیب افزایشی ۱۸ و ۱۱۰ درصدی را در وزن هزار دانه نشان داد (جدول ۳). گزارشی در ارتباط با تأثیر روش‌های کشت بر وزن هزار دانه کنجد در اختیار نیست. اما در مورد سایر گیاهان زراعی از جمله ذرت، بذرافشان و همکاران (۳) گزارش کردند که الگوی کشت دو ردیفه ذرت بر روی پشته در مقایسه با کاشت یک ردیف در وسط پشته تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشت. در مقابل مقنی نصری (۷) در آزمایش دیگری نتیجه‌گیری کرد که وزن هزار دانه ذرت در الگوی کشت مرسوم تک ردیفه در مقایسه با کشت دو ردیفه بیشتر بود. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). رقم دشتستان ۲ بیشترین وزن هزار دانه (۳/۳۰ گرم) و رقم هلیل (۲/۴۸ گرم) کمترین وزن هزار دانه را نشان دادند (جدول ۳). در بررسی سایر محققان نیز مشاهده شد که ارقام و ژنوتیپ‌های کنجد از نظر وزن هزار دانه با یکدیگر متفاوت

هستند (۲۲ و ۲۳).

کارآیی مصرف آب و نیتروژن

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی (روش کاشت و رقم) بر کارآیی مصرف آب و کارآیی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر دو شاخص، بین آرایش کاشت یک و دوردیفه تفاوت محسوسی مشاهده نشد اما افزایش خطوط کشت به سه خط روی هر پشته به‌طور معنی‌داری باعث کاهش کارآیی مصرف آب و نیتروژن شد (جدول ۳). در کشت سه ردیفه روی پشته به دلیل رقابت شدید گیاهان با یکدیگر، سهم هر یک از گیاهان از منابع کم می‌شود که کاهش کارآیی استفاده از نهاده‌ها را به دنبال دارد. در بین ارقام نیز بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب از ارقام دشتستان ۲، اولتان و داراب ۱ حاصل شد به‌طوری‌که این ارقام به ازای مصرف هر مترمکعب آب، ۰/۱۴ کیلوگرم دانه تولید کردند (جدول ۳). مشابه همین روند در مورد شاخص کارآیی استفاده از نیتروژن نیز مشاهده شد، به‌طوری‌که سه رقم یادشده در گروه آماری برتر و رقم هلیل در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). در شاخص کارآیی مصرف نیتروژن رقم دشتستان ۲ دارای بیشترین مقدار کارآیی مصرف نیتروژن بود به‌طوری‌که به ازای هر یک کیلوگرم نیتروژن مصرفی، ۱۳/۷ کیلوگرم دانه در این رقم تولید شد.

درصد روغن دانه

در بین صفات موردبررسی، درصد روغن دانه تغییرات قابل‌توجهی در واکنش به تیمار روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت در رقم نشان نداد و صرفاً اثر اصلی رقم بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی‌ها نشان داده است که درصد روغن دانه از باثبات‌ترین صفات دانه‌های روغنی می‌باشد و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۱ و ۶). در همین زمینه پژوهشگرانی مانند چیما و همکاران (۱۲) و هاپکینز و هانتر (۱۵) بیان کردند که در درجه اول درصد روغن دانه گیاهان زراعی تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد و درصورتی‌که گیاه در معرض تنش‌های شدید محیطی نباشد درصد روغن دانه در هر رقم ثابت باقی می‌ماند. برخلاف اثر روش کاشت، بین ارقام کنجد از نظر درصد روغن دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری‌که در بین ارقام موردبررسی رقم داراب ۱ بیشترین و رقم ناز تک شاخه کمترین درصد روغن دانه را حاصل کردند (جدول ۳).

توصیه ترویجی

برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، اعمال روش‌های صحیح زراعی امری اجتناب ناپذیر است. ازجمله این مدیریت‌ها انتخاب رقم و روش کاشت می‌باشد. در واقع این عوامل بایستی به نحوی در نظر گرفته شوند تا رقابت بین گیاهان زراعی با یکدیگر و بین گیاه زراعی و علف‌های هرز به حداقل رسیده و گیاهان بتوانند از عوامل رشد موجود به‌خوبی

استفاده کنند. در این شرایط است که حصول حداکثر عملکرد گیاه و افزایش کارآیی استفاده از نهاده‌ها میسر می‌گردد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش ردیف‌های کشت روی پشته از یک به دو ردیف، عملکرد دانه به میزان ۹۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت و اجزای عملکرد دانه در کنجد نیز افزایش قابل ملاحظه ای نشان دادند. همچنین این تغییر در آرایش کشت باعث افزایش کارآیی مصرف آب و نیتروژن شد. در مقابل افزایش ردیف‌های کشت روی پشته به سه ردیف باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب و نیتروژن شد. در بین ارقام بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در ارقام دشتستان ۲ و هلیل مشاهده شد. به‌عنوان یک اصل کلی می‌توان چنین استنباط کرد که در انتخاب روش کشت بایستی به ویژگی‌های ارقام توجه شود و روش کشت و تراکم از طریق تغییر فاصله بین ردیف‌ها و فاصله گیاهان روی ردیف‌ها به نحوی تنظیم شود که ضمن استفاده گیاه از عوامل محیطی، رقابت بین بوته‌ها به حداقل رسیده و حداکثر عملکرد اقتصادی حاصل شود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به‌خاطر تأمین هزینه‌های اجرایی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود. مقاله حاضر مستخرج از پروژه تحقیقاتی مصوب در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به شماره ۹۵۰۳۲۹-۰۴۵-۰۳-۰۳-۲ می‌باشد.

منابع

۱- **احمدی، م. و بحرانی، م. ج. ۱۳۸۸.** تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در منطقه بوشهر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۸: ۱۳۱-۱۲۳.

۲- **اصغری، ج.، زراعی، ب. و برزگری، م. ۱۳۸۵.** اثر تراکم و الگوی کاشت بر برخی صفات، عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲(۲): ۱۳۲-۱۲۳.

۳- **بذرافشان، ف.، فتحی، ق.، سیادت، ع.، آینه بند، ا. و عالمی سعید، خ. ۱۳۸۴.** بررسی الگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت شیرین. مجله علوم کشاورزی. ۲۸(۲): ۱۲۶-۱۱۷.

۴- **رفیعی، م.، خادمی، ک.، سبزی، ح. و محمد خانی، ر. ۱۳۸۳.** اثر تراکم و الگوی ماشت بر برخی خصوصیات مرفولوژیک ذرت دانه‌ای. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳ تا ۵ شهریور ماه. رشت. دانشگاه گیلان.

۵- **فروغی، ع.، قرخلو، ج. و قادری فر، ف. ۱۳۹۲.** تأثیر فاصله ردیف کاشت و تداخل علف هرز توق بر

عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنجد در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۶(۲): ۱۱۰-۱۱۶.

۶- **محمدیان، م.، رضوانی مقدم، پ.، زرقانی، ه. و یانق، ع. ۱۳۹۲.** بررسی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیکی کشت مخلوط سه توده کنجد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(۳): ۴۲۹-۴۲۱.

۷- **مقنی نصری، م. ۱۳۸۱.** تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت Ksc 647. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ماه ۱۳۸۱. کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

8. Adebisi, M. A., Ajala, M. O., Ojo, D. K. and Salau, A. W. 2005. Influence of population density and season on seed yield and its components in Nigerian sesame genotypes. J. Trop. Agr. 43:13-18.

9. Ali, A., Tanveer, A., Nadeem, M. A. and Bajwa, A. L. 2005. Effect of sowing dates and row spacings on growth and yield of sesame. J. Agr. Res. 43(1): 19–26.

10. Aslam, M., Nasrullah, H. M., Akhtar, M., Ali, B., Akram, M., Nawaz, H. and Javeed, H. M. R. 2015. Role of different planting techniques in improving the water logging tolerance and productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.). Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 50(3): 193-98.

11. Bhardwaj, H. L., Hamama, A. A., Kraemer, M. E. and Langham, D. R. 2014. Cultivars, planting dates and row spacing effects on sesame seed yield and mineral composition. J. Agr. Sci. 6(9): 1-7.

12. Cheema, M. A., Malik, M. A., Hussain, A., Shah, S. H. and Basra, S. M. A. 2001. Effect of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yield of Canola (*Brassica napus* L.). Crop Sci. 186:103-110.

13. El Naim, A. M., El Day, E. M. and Ahmed, A. A. 2010. Effect of plant density on the performance of some sesame (Sesamum indicum L.) cultivars under rainfed. Res. J. Agr. Biol. Sci. 6(4): 498–504.

14. El Serogy, S. T., El Eman, M. A. and Sorour, W. A. I. 1997. The performance of two sesame varieties under different sowing method in two locations. Ann. Agr. Sci. 42: 355–4.

15. **Hopkins W. G. and Hunter, N. P. 2004.** Introduction to plant physiology. 3rd ed. John Wiely & Sons Pub. NewYork.

16. **Jakusko, B. B., Usman, B. D. and Mustapha, A. B. 2013.** Effect of row spacing on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in Yola, Adamawa State, Nigeria. J. Agr. Vet. Sci. 2(3): 36–39.

17. **Jouyban, Z. and Moosavi, S. G. 2012.** Seed yield and some yield components of sesame as affected by irrigation interval and different levels of n fertilization and superabsorbent. Afr. J. Biotech. 11(49): 10944–48.

18. **Langham, R. D. 2007.** Phenology of Sesame. ASHS Press, Alexandria, VA.

19. **Manivannan, N., Kartika, R., Puntica, B., Vindhiyavarman, P. and Murlidhara, V. 2008.** Association pattern among the yield attributes in varieties and hybrids of sunflowers (*Helianthus annus* L.). HELIA. 49: 83-90.

20. **Monpara, B. A. and Vaghasia, D. R. 2016.** Optimizing sowing time and row spacing for summer sesame growing in semi-arid environments of India. Int. J. Curr. Res.

Acad. Rev. 4(1): 122–31.

21. Rahnama, A. and Bakhshandeh, A. 2006. Determination of Optimum Row-Spacing and Plant Density for Uni-branched Sesame in Khuzestan Province. J. Agr. Sci. Tech. 8: 25-33

22. **Roy, N., Abdullah, S. M., Amun, M. and Sarwar, J. 2009.** Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. Res. J. Agr. Biol. Sci. 5(5): 823-827.

23. **Uzun, B. and Cagirgan, M. I. 2006.** Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. Field Crop. Res. 96: 13–18.

24. **Weise, E. A. 2000.** Oilseed crops. Blackwell Sci. Ltd Oxford. UK. 364p.