Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۸۳۱-۸۲۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 4, Winter. 2019, p. 821-831

بررسی تأثیر تراکم کاشت بر صفات زراعی ارقام کنجد در کرج

زینب کریمی[۱]- مجید آقاعلیخانی[۲*]- مجید غلامحسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۱

چکیده

تعیین تراکم بوته بهینه در افزایش عملکرد دانه‌های روغنی نقش مهمی دارد. واکنش گیاهان زراعی مختلف و حتی ارقام یک گونه به تعداد بوته در واحد سطح متفاوت است. در این تحقیق پاسخ شش رقم کنجد (*Seasamum indicum* L.) شامل هلیل، دشتستان۲، داراب۱، اولتان، یلو وایت و ناز تک‌شاخه به سه تراکم ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع از جنبه‌های مختلف کمی و کیفی بررسی شد. آزمایش در تابستان ۱۳۹۵ در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که تأثیر تراکم بر تمام صفات به‌جز وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل تراکم و رقم بر تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن معنی‌دار شد. در تراکم ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع بیشینه عملکرد دانه از رقم دشتستان۲ به‌دست آمد اما در تراکم ۶۰ بوته رقم ناز تک‌شاخه برتر بود. اگرچه در تمامی ارقام با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه افزایش یافت اما بیش‌ترین مقدار افزایش مربوط به رقم ناز تک‌شاخه بود. تمام ارقام به‌استثنای رقم ناز تک‌شاخه در بالاترین سطح تراکم با افت شدید عملکرد دانه مواجه شدند. بر این اساس در انتخاب تراکم بوته بایستی به ویژگی‌های ارقام توجه شود، به نحوی که ضمن استفاده گیاه از عوامل محیطی، رقابت بین بوته‌ها کاهش یافته و حداکثر عملکرد اقتصادی حاصل شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تعداد بوته در واحد سطح، دانه‌های روغنی، عملکرد دانه، عملکرد روغن

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، کنجد (*Sesamum indicum* L.) به دلیل دارا بودن میزان قابل توجهی ترکیبات ریزمغذی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، یون‌های فلزی و اسید آمینه‌های ضروری و نیز اسیدهای چرب غیر اشباع به‌عنوان ملکه دانه‌های روغنی شناخته شده است (Eshaqi *et al*., 2014). سطح زیرکشت جهانی کنجد در سال ۲۰۱۳ میلادی بالغ بر ۹/۴۲ میلیون هکتار و میزان تولید بیش از ۴/۸۵ میلیون تن گزارش شده است. در همین سال، سطح زیرکشت کنجد در ایران ۴۰ هزار هکتار با تولیدی معادل ۲۸۰۰۰ تن دانه بود (FAO, 2013).

تراکم بوته و مقدار بذر مصرفی از عوامل مهم در زراعت گیاهان روغنی است و در صورت رعایت تراکم مناسب بوته، امکان استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در اوایل فصل رشد و در نتیجه رسیدن به بیشینه عملکرد امکان‌پذیر خواهد شد. از طرف دیگر افزایش تعداد بوته در واحد سطح فراتر از حد بهینه باعث کاهش عملکرد می‌گردد (Galiskan *et al.*, 2004). در مورد اثر تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد گزارش‌های متعددی وجود دارد (Aslam *et al.*, 2015; Nandita *et al.*, 2009). همچنین Ngala *et al.* (2013) گزارش کردند با افزایش تراکم کنجد تا ۶۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و تیمارهای خیلی تنک (۲۰ بوته در مترمربع) و خیلی انبوه (۸۰ بوته در متر مربع) کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. گزارش Koocheki *et al.* (2017) نیز حاکی از آن است که افزایش تعداد بوته در واحد سطح از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح شد. در مقابل Sharma *et al.* (1998) اظهار داشتند که تراکم‌های ۳۰ تا ۶۰ بوته در مترمربع نتوانست اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه کنجد به‌وجود آورد.

عملکرد کنجد به تعداد بوته در واحد سطح، تعداد شاخه‌های

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
۳- استادیار موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: maghaalikhani@modares.ac.ir)

DOI: 10.22067/gsc.v16i4.70220

www.SID.ir

Archive of SID

فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه بستگی دارد (Foroghi *et al*., 2013; Salehi and Saeedi, 2012). نتایج برخی مطالعات حاکی از اثر معنی‌دار تراکم بوته در واحد سطح بر تعداد کپسول در بوته می‌باشد (Ashok *et al*., 1992; Ghangard *et al*., 1991). همچنین همبستگی مثبتی بین تراکم بوته و تعداد کپسول در واحد سطح در گیاه کنجد مشاهده شده است (Salehi and Saeedi, 2012). محققان دیگر نشان دادند که شاخه‌دهی در کنجد در تراکم‌های پایین (کمتر از ۲۰ بوته در مترمربع) افزایش، ولی تعداد کپسول در بوته کاهش یافت (Avila and Graterol, 2005). در مقابل Adebisi *et al*. (2005) در بررسی پاسخ کنجد به چهار تراکم از ۱۵ تا ۵۲ بوته در مترمربع گزارش کردند که با افزایش تراکم، شاخص برداشت، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد کپسول در بوته به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. همچنین Rahnama and Bakhshandeh (2006) بیان داشتند که تراکم بوته بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در کپسول تأثیری نداشت.

بررسی اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دو ژنوتیپ کنجد (توده اردستان و رقم داراب ۱۴) توسط Ghasemian *et al*. (2010) نشان داد افزایش تراکم بوته ضمن افزایش تعداد کپسول در واحد سطح و تعداد دانه در کپسول افزایش عملکرد دانه و روغن را در پی داشت. در پژوهشی دیگر (Ghangard *et al*. 1990) دریافتند که با کاهش تراکم کنجد از۳۳ به ۸ بوته در متر مربع، تعداد شاخه‌های فرعی و کپسول در بوته افزایش یافت. بر اساس یافته‌های Rezvani Moghaddam *et al*. (2013) با افزایش تراکم بوته، وزن هزاردانه، تعداد شاخه فرعی و کپسول در بوته کاهش اما عملکرد ماده خشک و دانه به صورت معنی‌داری افزایش یافت.

در مورد تأثیر تراکم بوته بر ویژگی‌های کیفی محصول کنجد می‌توان گفت که اگرچه عملکرد روغن یک صفت ژنتیکی است (Mohammadian *et al*., 2013) اما تحت تأثیر شرایط محیطی و تراکم بوته قرار می‌گیرد (Sarkar and Sanyal, 2000). از آنجایی‌که عملکرد روغن با عملکرد دانه رابطه مثبتی دارد با افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (Umar *et al*., 2014; Uzun and Cagirgan, 2006). هرچند در تحقیق Ghosh and Patar (1994) درصد روغن کنجد تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت. طبق گزارش Lazmi *et al*. (2007) بین ارقام کنجد از نظر عملکرد روغن و درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این نشان می‌دهد ارقام مختلف دارای درصد روغن متفاوت هستند که این موضوع ژنتیکی بودن صفت مورد نظر را به اثبات می‌رساند.

از آنجا که ارقام کنجد عادت رشدی متفاوتی دارند (به‌ویژه از نظر تک شاخه یا چند شاخه بودن) و متأسفانه در اکثر مناطق کشور این گیاه ارزشمند به روشی ابتدایی (کرتی- دستپاش) و بدون تنظیم دقیق تراکم، کشت و کار می‌شود، بنابراین بررسی واکنش ارقام کنجد به تراکم‌های مختلف و در نهایت تعیین تراکم مطلوب برای هر رقم می‌تواند گامی در جهت اعتلای این گیاه سازگار به شرایط اقلیمی کشور محسوب گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم (۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد شش رقم کنجد (هلیل، دشتستان۲، داراب۱، اولتان، یلووایت و ناز تک‌شاخه) آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه طول شرقی و ۱۳۲۳ متر ارتفاع از سطح دریا) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و طول پنج متر بود. بذر ارقام کنجد در تاریخ ۱۶ خرداد ماه کشت و در مرحله دو تا سه برگی تا رسیدن به تراکم مورد نظر در هر تیمار تنک شدند. برای حصول تراکم‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع فاصله گیاهان روی ردیف‌ها به‌ترتیب ۱۶، ۸ و ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری و سایر عملیات داشت مطابق عرف منطقه انجام شد. وجین علف‌های هرز در طول فصل رشد در فواصل زمانی کوتاه انجام گرفت. کود نیتروژنی (از منبع اوره) به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار و به صورت تقسیط شده در دو مرحله، نیمی در مرحله سه تا چهار برگی کنجد و مابقی به صورت جای‌گذاری کنار ردیف‌های کاشت، در مرحله هفت تا هشت برگی به‌کار برده شد. با توجه به کافی بودن مقادیر پتاسیم، فسفر و سایر عناصر ریز مغذی قابل دسترس خاک هیچ‌گونه کود دیگری مصرف نشد (جدول ۱).

در پایان فصل رشد به منظور اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد کنجد، پس از حذف اثر حاشیه‌ای در هر واحد آزمایشی بوته‌های کنجد از سطحی معادل دو متر مربع کف بر شدند. برای تعیین عملکرد اقتصادی، بوته‌ها در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند سپس به دانه و کاه تقسیم گردیدند و دانه‌ها وزن شدند. درصد روغن با استفاده از دستگاه NMR (Nuclear Magnetic Resonance, MQC, Oxford instruments, England) اندازه‌گیری شد (Ahmadi and Bohrani, 2009). کلیه تجزیه‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel (2013) و SAS و مقایسه میانگین‌های اثر اصلی با آزمون LSD در سطح پنج درصد و مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل به روش برش‌دهی انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physiochemical properties

عمق Depth cm	شن Sand	لای Silt	رس Clay	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
		٪		
0-40	24	49	27	2.22
درصد حجمی رطوبت در F.C Water content in FC	درصد حجمی رطوبت در C.E.W Water content in C.E.W	درصد رطوبت قابل دسترس A.W Water content in A.W	واکنش گل اشباع pH	درصد مواد آلی Organic matter
34	11	23	7.24	0.58
درصد نیتروژن کل Total N	فسفر قابل جذب Available P	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)	آهن Fe	مس Cu
0.06	12.6	256	5.02	1.47

C.E.W. = Crop Extractable Water, F.C. = Field Capacity, A.W. = Available Water

نتایج و بحث

تعداد شاخه فرعی

اثر تراکم بوته بر تعداد شاخه فرعی کنجد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). به طوری که با افزایش تراکم تعداد شاخه فرعی کاهش یافت (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های Foroghi *et al.* (2013) و Ghasemian *et al.* (2010) مطابقت دارد. Rezvani Moghaddam *et al.* (2005) نیز بیان داشتند با افزایش فواصل آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح، تعداد شاخه فرعی کنجد در واحد سطح کاهش می‌یابد. Koocheki *et al.* (2017) فزونی تعداد شاخه فرعی کنجد در تراکم‌های پایین را مرهون فضای بیشتر در اختیار بوته دانسته‌اند.

ارقام کنجد در این آزمایش نیز از نظر تعداد شاخه فرعی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) داشتند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیرتراکم بوته و رقم در گیاه کنجد

Table 2- Analysis of variance (mean squares) for measured traits affected by plant density and cultivar in sesame

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی d.f	تعداد شاخه فرعی Number of sub. branch	تعداد کپسول در بوته Capsule number per plant	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsule	وزن هزاردانه 1000 Seed weight	عملکرد ماده خشک کل Total dry matter yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percentage
تکرار Replication	2	2.46^{ns}	44^{ns}	11^{ns}	0.24^{ns}	366588^{ns}	3441^{ns}	4.66^{ns}	3.12^{**}
تراکم Density	2	12^{**}	2904^{**}	1489^{**}	0.46^{ns}	37263245^{**}	1755433^{**}	668^{ns}	3.90^{**}
رقم Cultivar	5	52^{**}	1587^{**}	39^{**}	0.87^{**}	6285505^{**}	352513^{**}	151^{**}	34^{**}
تراکم×رقم Cultivar ×Density	10	1.70^{ns}	318^{**}	7.22^{ns}	0.15^{ns}	940907^{ns}	77691^{**}	16^{**}	2.86^{**}
خطا Error	34	1.34	81	8.63	0.16	847687	9741	5	0.48
ضریب تغییرات (٪) (CV)		24	14.67	5.52	14.12	14.23	10.51	14.58	1.27

^{ns}، *و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

* Significant at the 0.05 probability level. ** Significant at the 0.01 probability level. ns: not significant

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تراکم بوته و رقم برای صفات اندازه‌گیری شده در گیاه کنجد

Table 3- Mean comparison of plant density and cultivar main effect for measured traits in sesame

تیمارهای آزمایش Experiment treatments	تعداد شاخه فرعی Number of sub. branch	تعداد کپسول در بوته Capsul number per plant	تعداد دانه در کپسول Seed Number per capsule	وزن هزار دانه (g) 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield (kg. ha^{-1})	عملکرد ماده خشک کل Total dry matter yield (kg. ha^{-1})	شاخص برداشت (%) Harvest index	درصد روغن Oil percentage
Density تراکم (بوته درمترمربع)								
20	6	74	56	2.94	992	4839	20	55
40	5	62	60	2.94	1221	7009	18	55
60	4	49	43	2.66	603	7561	8	54
LSD	0.78	6.12	1.99	0.27	66.85	623.7	1.51	0.47
Cultivar رقم								
اولتان (Oltan)	5	57	57	2.86	909	7060	14.11	53
داراب 1 (Darab1)	6	66	54	3.0	954	7454	13.77	57
دشتستان 2 (Dashtestan2)	6	76	53	2.98	1129	6137	17.88	55
نازتک شاخه (One_branch naz)	0	70	52	2.88	1108	5276	21.44	51
هلیل (Halil)	6	38	53	2.22	579	7011	9.33	54
یلووایت (Yellow white)	5	63	50	3.0	953	5882	15.44	55
LSD	1.11	8.65	2.81	0.38	94.55	882.04	2.14	0.66

صرف‌نظر از رقم ناز تک‌شاخه که عدم شاخه‌زنی آن منشاء ژنتیکی دارد، بیش‌ترین شاخه فرعی در ارقام داراب۱، دشتستان۲ و هلیل (۶ شاخه فرعی) و کم‌ترین آن در ارقام اولتان و یلووایت (۵ شاخه فرعی) مشاهده شد. گزارش سایر محققین (El Naim *et al.*, 2010; Ghosh and Patra, 1994) نیز بیانگر وجود تفاوت در تعداد شاخه فرعی در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف کنجد می‌باشد.

تعداد کپسول در بوته

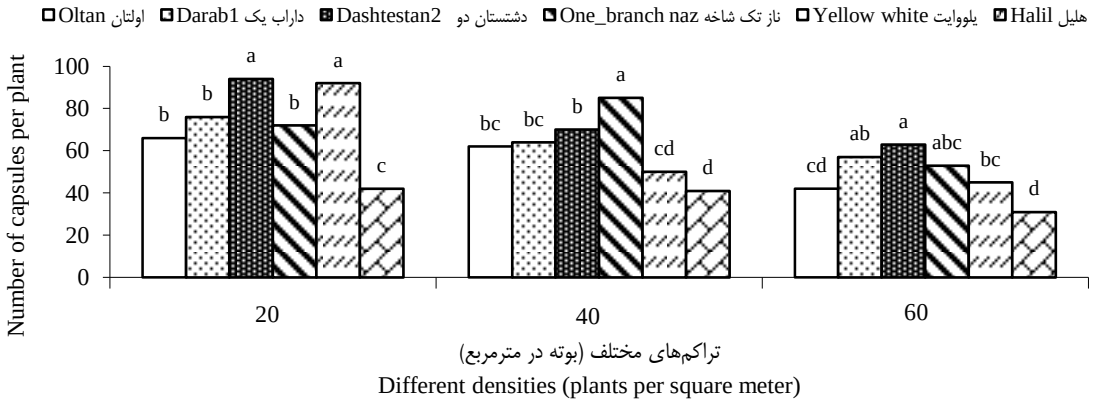
اثر متقابل تراکم در رقم بر تعداد کپسول در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). در تراکم‌های ۲۰ و ۶۰ بوته در مترمربع رقم دشتستان۲ و در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع رقم ناز تک‌شاخه بیش‌ترین تعداد کپسول در بوته را تولید کردند. در مقابل کم‌ترین تعداد کپسول در بوته در هر سه تراکم به رقم هلیل اختصاص یافت (شکل ۱)، که با عدم تطابق دوره رشد این رقم با شرایط اقلیمی محل آزمایش مرتبط می‌باشد. Nezami *et al.* (2014) تعداد کپسول بالاتر از ۷۰ عدد در بوته را نشانه پتانسیل بالای محیط و رقم برای عملکرد دانه دانسته‌اند. در آزمایش حاضر به دلیل تشدید رقابت درون گونه‌ای در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع، هیچ‌کدام از ارقام به آستانه ۷۰ کپسول در هر بوته نرسیدند. تفاوت در تعداد کپسول در بوته کنجد علاوه بر پتانسیل درونی هر رقم می‌تواند به محدودیت فضا و منابع برای تشکیل و نمو کپسول نیز مرتبط باشد (Roy *et al.*, 2009). برخی نیز عدم نفوذ نور کافی به داخل کانوپی را باعث کاهش تعداد کپسول در بوته در تراکم‌های بالا معرفی نموده‌اند (El Serogy *et al.*, 1997). تولید تعداد کمتری شاخه فرعی در تراکم بوته بالا به علت رقابت بین بوته‌ها را نیز نباید از نظر دور داشت. در مجموع افزایش تعداد کپسول در بوته خواه از طریق پتانسیل رقم یا از طریق تراکم مناسب منجر به بهبود عملکرد دانه خواهد شد.

تعداد دانه در کپسول

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار بود ($p\leq 0.01$) (جدول ۲). با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع، تعداد دانه در کپسول هفت درصد افزایش یافت اما افزایش تراکم گیاهی به۶۰ بوته در مترمربع باعث کاهش معنی‌دار این صفت شد (جدول ۳). Jakusko *et al.* (2013) نیز بیان داشتند در کشت‌های متراکم (تراکم‌های بالاتر از ۴۰ بوته در مترمربع) تشدید رقابت بین بوته‌ای و عدم توزیع مناسب نور در جامعه گیاهی منجر به کاهش تعداد دانه در کپسول کنجد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر متقابل تراکم و رقم بر تعداد کپسول در بوته ارقام کنجد. در هر تراکم میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

Figure 1- Interaction effect of plant density and cultivar on sesame number of capsules per plant. In each density, the means with at least one same letter have not significant difference at 5% peobability level.

بین ارقام کنجد نیز از نظر تعداد دانه در کپسول اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در کپسول به‌ترتیب در ارقام اولتان و یلووایت مشاهده شد (جدول ۳). با وجود آن‌که نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که تفاوت در تعداد دانه در کپسول مربوط به میزان دسترسی گیاهان به آب و مواد غذایی می‌باشد (Jakusko *et al.*, 2013). ولی بایستی توجه داشت که توانایی ارقام در تأمین مواد فتوسنتزی برای اختصاص به دانه متفاوت است. به‌علاوه همبستگی منفی و معنی‌دار به‌دست آمده بین تعداد دانه در کپسول با تعداد کپسول در بوته ($r^2 = -0.51^{**}$) تأییدکننده روابط جبرانی حاکم بر اجزای عملکرد کنجد است. در این آزمایش نیز رقم اولتان که از بیش‌ترین تعداد دانه در کپسول برخوردار بود، کم‌ترین تعداد کپسول در بوته را داشت.

وزن هزاردانه

در بین اجزای عملکرد، وزن هزار دانه در پاسخ به تیمار تراکم و اثر متقابل تراکم در رقم تغییرات قابل توجهی نشان نداد و صرفاً اثر اصلی رقم بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین ارقام مورد بررسی رقم داراب ۱ و یلو وایت سنگین‌ترین (با متوسط وزن هزار دانه ۳ گرم) و رقم هلیل سبک‌ترین (با متوسط وزن هزار دانه ۲/۲۲ گرم) دانه‌ها را تولید کردند (جدول ۲). سایر گزارش‌های علمی نیز نشان داده‌اند که ارقام و ژنوتیپ‌های کنجد از نظر وزن هزار دانه با یکدیگر متفاوت هستند (Adebisi *et al.*, 2005; Roy *et al.*, 2009; Uzun *et al.*, 2006). بررسی‌ها نشان داده است که وزن هزار دانه با ثبات‌ترین جزء عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بوده و کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Mohammadian *et al.*, 2013; Ahmadi and Bohrani, 2009).

واکنش وزن هزار دانه به تراکم در برخی منابع متضاد گزارش شده است. Jakusko *et al.* (2013) بیان داشتند با افزایش فاصله ردیف، وزن هزار دانه کنجد به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. در عین حال کاهش وزن هزار دانه با افزایش تراکم بوته (از ۱۰ بوته در مترمربع به ۵۱ بوته در مترمربع) در کنجد توسط Galiskan *et al.* (2004) نیز گزارش شده است. در مقابل Ngala *et al.* (2013) گزارش نمودند که اثر تراکم (از ۴ تا ۱۶ بوته در مترمربع) بر وزن هزار دانه کنجد معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج Lisson and Mendham (2000) نیز حاکی از آن است که تراکم (از ۱۰ تا ۴۰ بوته در مترمربع) اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه بزرک (*Linum usitatissimum* L.) ندارد.

عملکرد ماده خشک کل

اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد ماده خشک کل معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$) (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد ماده خشک (۷۵۶۱ کیلوگرم در هکتار) از متراکم‌ترین تیمار به‌دست آمد. به بیان دیگر، کنجد در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۴۰ و ۲۰ بوته به‌ترتیب ۸ و ۵۶ درصد ماده خشک بیش‌تری تولید کرد (جدول ۳). در تحقیقات دیگران نیز روندی مشابه گزارش شده است (El Naim *et al.*, 2010; Caliskan *et al.*, 2004). در تراکم‌های کم‌تر (۹ بوته در مترمربع)، وزن خشک تک بوته کنجد افزایش ولی به لحاظ تعداد کم‌تر بوته در واحد سطح نسبت به تراکم‌های بالاتر (۲۷ بوته در مترمربع) عملکرد ماده خشک کاهش می‌یابد (Umar *et al.*, 2012).

www.SID.ir

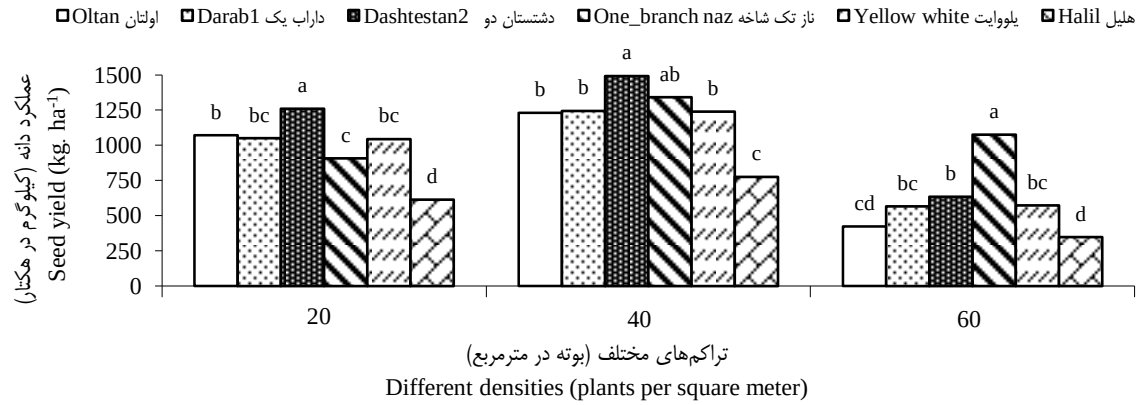
Archive of SID

نتایج این آزمایش آشکار ساخت که افزایش عملکرد ماده خشک به‌ویژه در تراکم بالاتر از ۴۰ بوته در مترمربع لزوماً با افزایش عملکرد دانه همراه نمی‌باشد. همبستگی منفی و معنی‌دار به‌دست آمده بین عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع (r^2 = 0.78** -) تأییدکننده این فرضیه می‌باشد.

بین ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد ماده خشک تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مهم‌ترین دلیل برای پایین بودن عملکرد ماده خشک رقم ناز تک‌شاخه ویژگی عدم شاخه‌زنی این رقم می‌باشد، به این دلیل که بین تعداد شاخه فرعی و عملکرد ماده خشک همبستگی مستقیم و معنی‌داری وجود دارد (r^2 = 0.84**). به‌علاوه باید توجه داشت که تفاوت ارقام از لحاظ عملکرد ماده خشک می‌تواند ناشی از پتانسیل ژنتیکی متفاوت ارقام نیز باشد. از طرف دیگر عملکرد ماده خشک بالاتر بعضی از ارقام در مقایسه با دیگر ارقام نشان‌دهنده‌ی سازگاری بیش‌تر اکولوژیکی این ارقام در اقلیم مورد مطالعه است.

عملکرد دانه

اثر اصلی تراکم و رقم و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه کنجد معنی‌دار شد ($p\leq0.01$) (جدول ۲). در دو تراکم ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع رقم دشتستان۲ بیشترین عملکرد دانه را حاصل کرد درحالی‌که در متراکم‌ترین کشت، رقم ناز تک‌شاخه دارای بیشینه عملکرد دانه بود و رقم هلیل در هر سه تراکم کم‌ترین عملکرد دانه را نشان داد (شکل ۲). اگرچه در تمامی ارقام با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه افزایش یافت اما بیش‌ترین مقدار افزایش مربوط به رقم ناز تک‌شاخه بود به‌طوری‌که این رقم با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع ۴۸ درصد عملکرد دانه بیش‌تری تولید نمود. بهبود عملکرد در تراکم بهینه را می‌توان به افزایش تعداد بوته و متعاقباً تعداد کپسول در متر مربع و تعداد دانه در کپسول نسبت داد. تیپ رشدی ارقام به‌ویژه از لحاظ شاخه‌دهی در تعیین عملکرد مطلوب حائز اهمیت است. تمام ارقام مورد بررسی به‌جز رقم ناز تک‌شاخه با افزایش تراکم از۲۰ به۶۰ بوته در مترمربع با افت شدید عملکرد دانه مواجه شدند در حالی‌که رقم ناز تک‌شاخه ۱۸ درصد افزایش عملکرد را نشان داد. بر این اساس به‌جز رقم هلیل، سایر ارقام در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع عملکردی بیش از یک تن را تولید کردند در حالی‌که در متراکم‌ترین کشت، عملکرد دانه تمامی ارقام به‌جز ناز تک‌شاخه کم‌تر از ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.



شکل ۲- اثر متقابل تراکم و رقم بر عملکرد دانه ارقام کنجد. در هر تراکم میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

Figure 2- Interaction effect of plant density and cultivar on sesame seed yield. In each density, the means with at least one same letter have not significant difference at 5% peobability level

شاخص برداشت

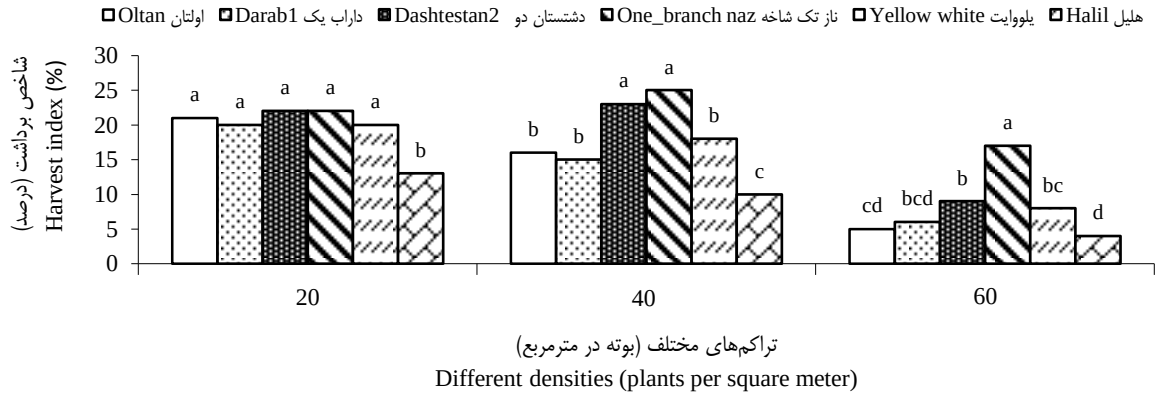
عامل تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت کنجد نداشت، در مقابل اثر رقم و برهمکنش تراکم در رقم بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). میانگین شاخص برداشت به‌دست آمده در این آزمایش ۱۵ درصد بود که منطبق با داده‌های گزارش شده توسط Rezvani Moghaddam *et al.* (2005) (متوسط شاخص برداشت ۱۶ درصد) و از داده‌های Nezami *et al.* (2014) (متوسط شاخص برداشت ۲۵ درصد) کم‌تر بود. برش‌دهی اثر متقابل بیانگر آن است که در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع تمامی ارقام به‌استثنای رقم هلیل در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۳). در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع دو رقم دشتستان۲ و ناز تک‌شاخه در گروه آماری برتر، سه رقم اولتان، داراب۱ و یلووایت در گروه آماری میانی و رقم هلیل در گروه انتهایی قرار گرفتند (شکل ۳). با افزایش تراکم از ۴۰ به ۶۰ بوته در مترمربع شاخص برداشت تمامی ارقام کاهش یافت. در کشت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

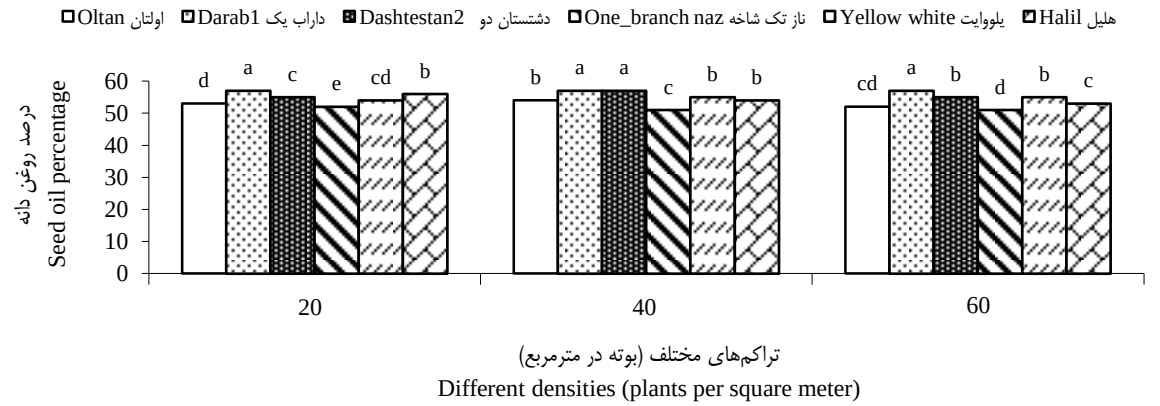
خیلی متراکم رقابت درون‌گونه‌ای برای جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتر می‌شود. در این شرایط آسمیلات‌های کمتری به اندام‌های زایشی انتقال یافته و در نتیجه عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش می‌یابند. به نظر می‌رسد در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع توازن بین رشد رویشی و زایشی به نفع افزایش رشد رویشی مختل شده و در نتیجه کاهش شاخص برداشت را در پی داشته است. نتایج این تحقیق با یافته‌های Rezvani Moghaddam *et al.* (2013) مبنی بر کاهش شاخص برداشت کنجد در تراکم بالای۴۰ بوته در مترمربع مطابقت دارد.

از آنجایی‌که میزان شاخص برداشت به نسبت رشد پیش و پس از باز شدن گل‌ها بستگی دارد (Bolanson and Edmeades, 1990)، تفاوت در شاخص برداشت ارقام در تیمارهای تراکمی مختلف می‌تواند نتیجه تفاوت در طول دوره رشد در مراحل مختلف رشد کنجد نیز باشد. با این حال در هر سه تراکم مورد بررسی، شاخص برداشت رقم ناز تک‌شاخه در مقایسه با سایر ارقام بیش‌تر بود (شکل ۳). به عبارت دیگر در این رقم که ویژگی شاخه‌دهی ندارد، تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی کاراتر می‌باشد. همبستگی منفی و معنی‌دار به‌دست آمده بین تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت - = (r^2 0.68^{**}) تأییدکننده همین فرضیه می‌باشد.



شکل۳- اثر متقابل تراکم و رقم بر شاخص برداشت ارقام کنجد. در هر تراکم میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

Figure 3- Interaction effect of plant density and cultivar on sesame harvest index. In each density, the means with at least one same letter have not significant difference at 5% peobability level.



شکل ٤- اثر متقابل تراکم و رقم بر درصد روغن دانه کنجد. در هر تراکم میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ندارند.

Figure 4- Interaction effect of plant density and cultivar on sesame seed oil percentage. In each density, the means with at least one same letter have not significant difference at 5% peobability level.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد روغن

اثر اصلی و متقابل تیمارهای آزمایشی بر درصد روغن کنجد در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر سه تراکم مورد بررسی، رقم داراب۱ بیش‌ترین درصد روغن دانه را داشت و تغییر تراکم، تفاوت معنی‌داری در درصد روغن ایجاد نکرد. در حالی‌که در سه رقم اولتان، دشتستان۲ و یلووایت، افزایش تراکم کشت از ۲۰ به ۴۰ بوته در مترمربع افزایش درصد روغن دانه را در پی داشت (شکل ۴). برخلاف اکثر صفات ارزیابی شده در این آزمایش که نشان داد رقم هلیل به دلیل عدم تطابق اکولوژیک به محل اجرای آزمایش در مقایسه با سایر ارقام در سطح پایین‌تری بود، از نظر صفت درصد روغن دانه و در هر سه تراکم، رقم ناز تک‌شاخه کم‌ترین مقدار را داشت (شکل ۴). این نتایج اظهارات برخی پژوهشگران (Hopkins and Hunter, 2004; Cheema *et al.*, 2001) مبنی بر اینکه صفت محتوای روغن دانه عمدتاً تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد را تأیید می‌کند. ایشان اذعان داشته‌اند در صورتی‌که گیاه در معرض تنش‌های شدید محیطی نباشد درصد روغن دانه در هر رقم ثابت باقی می‌ماند. با این حال تشدید فشار رقابتی می‌تواند مقدار روغن دانه را به دلیل کاهش توانائی گیاه برای سنتز اسیدهای چرب (ناشی از کاهش توان فتوسنتزی گیاه) کاهش دهد (Hendrix *et al.*, 2004).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که در دو تراکم ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع رقم دشتستان۲ بیش‌ترین عملکرد دانه را حاصل کرد درحالی‌که در متراکم‌ترین کشت (۶۰ بوته در مترمربع) رقم ناز تک‌شاخه دارای حداکثر عملکرد دانه بود. در تمامی ارقام، افزایش تراکم کشت از ۲۰ به ۴۰ بوته باعث افزایش عملکرد دانه شد اما افزایش بیش‌تر تراکم، کاهش عملکرد دانه را در پی‌داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش به نظر می‌رسد برای دست‌یابی به عملکرد مطلوب گیاه کنجد در شرایط آب و هوایی منطقه کرج تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دلیل ایجاد امکان استفاده مناسب از عوامل محیطی و زراعی منجر به بیشترین عملکرد اقتصادی می‌شود. همچنین از آنجایی‌که ارقام مختلف کنجد با توجه به ویژگی‌های رشدی خود که مهم‌ترین آن توانایی شاخه‌دهی و یا تک شاخه بودن است، واکنش‌های متفاوتی به افزایش تراکم بوته در برخی از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه نشان دادند، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که اگر در کشت‌های متراکم‌تر فاصله ردیف‌های کشت و فاصله گیاهان روی ردیف‌ها تغییر یابد، احتمالاً نتایج متفاوتی برای هر رقم حاصل خواهد شد. این نکته ضرورت تعیین تراکم مطلوب با توجه به آرایش کشت را خاطر نشان می‌سازد. به‌عنوان یک اصل کلی می‌توان چنین استنباط کرد که در انتخاب تراکم کشت بایستی به ویژگی‌های ارقام توجه شود 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.

References

1. 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. Journal of Tropical Agriculture 43: 13-18.
2. Ahmadi, M., and Bohrani, M. J. 2009. Effect of different nitrogen rates on yield and yield components and seed oil content of sesame cultivars in Bushehr area. Journal of Sciences and Technology of Agricultural and Natural Resources 48:123-131.
3. Ashok, K. S., Adhar, J., Chavan, G. V., and Gungard, S. R. 1992. Geometry of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivar under rainfeed condition .Indian Journal of Agronomy 37: 857-858.
4. 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 Journal of Scientific and Industrial Research 50 (3): 193-98.
5. Avila, J. M., and Graterol, Y. E. 2005. Planting date, row spacing and fertilizer effects on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Bioagro 17 (1): 35-40.
6. Bolanson, J., and Edmeades, G. O. 1990. The relationship between the anthesis silking interval and yield in tropocal maize under drought. In: Agronomy Abstracts. ASA, Mdison, WI. 119 PP.
7. 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 Science 186:103-110.
8. 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. Researcher Journal of Agricultural and Biologic Sciences 6 (4): 498-504.
9. 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. Annuals of Agriculture Science 42: 355-4.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Eshaqi, M., Vakili, H., and Salimi, H. 2014. Sesame, queen oilseed. Sepid Berg Publishers, 184p.
11. F.A.O. 2013. WWW.Faostat.fao.org.
12. Foroghi, A., Gherkhlo, J., and Ghaderifar, F. 2013. Row spacing and common cocklebur interference effect on grain yield and its components of two sesame cultivars in Gorgan. Electronic Journal of Crop Production 6 (2): 101-116.
13. Galiskan, S., Arslan, M., Arioglu, H., and Isler, N. 2004. Effect of planting method and plant population on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a Mediterranean type of environment. Asian Journal of Plant Sciences 3 (5): 610-613.
14. Ghangard, S. R., Chavana, D. A., and Bhalerao, T. S. 1990. Correlation and regression studies in sesame. Research Buellton of Marathmada Agriculture University 14: 11-13.
15. Ghangard, S. R., Chavana, D. A., Alse, U. N., and Yeaonkar, G. V. 1991. Effect of plant density and variety on yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Journal of Agronomy 37: 380-385.
16. Ghasemian, H., Shirani rad, A., and Lotfifar, O. 2010. Effect of arrangement and plant density on grain yield and yield components of two sesame genotypes. Proceeding of the 3rd International Seminar on Oilseeds and Oils, Knowledge Coordination Center and Oil Seeds Industry, Tehran.
17. Ghosh, D. C., and Patar, A. K. 1994. Effect of plant density and fertilitry levels on productivity and economic of summer sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Journal of Agronomy 39: 71-75.
18. Hendrix, B. J., Young, B. G., and Chong, S. 2004. Weed management in strip tillage corn. Agronomy Journal 96: 229-235.
19. Hopkins, W. G., and Hunter, N. P. 2004. Introduction to plant physiology. 3rd ed. John Wiely and Sons publication. NewYork.
20. 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. IOSR journal of Agriculture and Veterinary Science 2 (3): 36-39.
21. Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Nourbakhsh. F., and Nehbandani, A. 2017. The Effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 15 (1): 31-45. (in Persian with English abstract).
22. Lazmi, A., Faramarzi, A., and Ali Mohammadi, R. 2007. Effect of planting date on yield and yield components of sesame cultivars in the middle climatic conditions. Journal of Modern Agricultural Science 3 (8): 54-69.
23. Lisson, S. N. and Mendham, N. J. 2000. Agronomic studies of flax (*Linum usitatissimum* L.) in south-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 40: 1101-1112.
24. Mansouri, S., and Tabataba'i, A. 2008. Evaluation of phenotypic diversity and the association of some agronomic and physiological characteristics using multivariate statistical methods in Iranian and foreign sesame genotypes. Proceeding of 10th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 28-30 month of Mordad, Karaj**.**
25. Mohammadian, M., Rezvani Moghaddam, P., Zarghani, H., and Yaneq, A. 2013. Study of morphological and physiological indices of mixed cultivation of three sesame masses. Iranian Journal of Field Crops Research 11 (3): 421-429.
26. Nandita, R., Abdullah Mamun, S. M., and Sarwar Jahan, M. D. 2009. Yield performance of sesame (*Sesamum Indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. Biology Science 5: 823-827.
27. Nezami, A., Fazeli Kakhki, F., Zarghani, H., Shabahang, J., and Gandom Zadeh, M. 2014. Preliminary Study of Performance and Yield Components of Some Common Sesame Ecotypes in Khorasan Province. Iranian Journal of Field Crops Research 12 (2): 189-195.
28. Ngala, A. L., Dugje I. Y., and Yakubu, H. 2013. Effects of inter-row spacing and plant density on performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a Nigerian-Sudan savanna. Sciences International (Lahore) 25 (3): 513-519.
29. Rahnama, A., and Bakhshandeh, A. 2006. Determination of optimum row spacing and plant density for unibranched sesame in Khuzestan province. Journal of Agriculture, Science and Technology 8: 25-33.
30. Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M. B., and Seyyedi, M. 2013. Effect of organic and bio-fertilizers application on yield, oil content and fatty acids composition of sesame (*Sesame indicum* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 1 (3): 209-221. (in Persian with English abstract).
31. Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, Gh., Nabati, J., and Mohammad Abadi, A. A. 2005. Effects of different irrigation intervals and plant density on morphological characteristics, seed and oil yields of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 3 (1): 57-68. (in Persian with English abstract).
32. 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. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5 (5): 823-827.
33. Salehi, M., and Saeedi, Gh. 2012. Selection indicators for improving seed function in sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 10 (4): 667-673. (in Persian with English abstract).
34. Sarkar, S., and Sanyal, S. R. 2000. Production potential and economic feasibility of sesame (*Sesamum indicum*) based on intercropping system with pulse and oil seed crops on rice fallow land. Indian Journal of Agronomy 45: 545-555.

www.SID.ir

Archive of SID

35. Sharma, P. B., Parshar, R. R., Ambawatia, G. R., and Pillai, P. V. A. 1998. Response of sesame varieties to plant population and nitrogen levels. Field Crop Abstract 51: 481-484.
36. Umar, U. A., Mahmud, M., Abubakar, I. U., Babaji, B. A., and Idris, U. D. 2012. Effect of nitrogen fertilizer level and intrarow spacing on growth and yield of sesame (*Sesamum incidum* L.) varieties. Internal Journal of Agronomic and Plant Products 3 (4): 139-44.
37. Umar, U. A., Muntaqa, A. H., Muhammad, M. B., and Jantar, H. J. 2014. Productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties as influence by seed rate. Pacific Journal of Sciences and Technical 15 (2): 259-64.
38. Uzun, B., and Cagirgan, M. I. 2006. Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. Field Crops Research 96: 13-18.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 4, Winter. 2019, p. 821-831

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۸۳۱-۸۲۱

Study of Planting Density on Agronomic Traits of Sesame Cultivars

Z. Karimi[1]- M. AghaAlikhani[2*]- M. Gholamhoseini[3]

Received: 31-01-2018
Accepted: 22-07-2018

Introduction

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is considered as the queen of oilseeds for its high oil quality. Sesame oil is rich in micronutrients, antioxidants and essential amino acids as well as polyunsaturated fatty acids. It has been well documented that agronomic practices such as time and rate of planting will have a direct effect on sesame grain yield, oil content and quality. Therefore determining the optimum plant density is very important in sesame production.

Material and Methods

In the current experiment, the effect of different planting densities (20, 40 and 60 Plants per m^2) was investigated on agronomic traits of six sesame cultivars (Halil, Dashtestan 2, Darab 1, Oltan, Yellow White and Naz Tak Shakhe). The field experiment was carried out as factorial layout based on randomised complete block design with three replicates in research farm of Seed and Plant Improvement Institute, in 2016. Each experimental plot consisted of four adjacent rows, 5 m in length and 0.3 m apart. To achieve the above-mentioned planting densities, sesame seeds were sown 16, 8 and 5 cm apart on each row on 6th June. If required, the seedlings were thinned at 2-3 leaf stage. The crop was irrigated according to the conventional schedule for the region. Weeds were manually removed throughout the growing season. At physiological maturity stage, two middle rows of each plot were harvested for determination of yield and yield components. Data analysis was performed using SAS 9.1 and means were compared by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level.

Results and Discussion

The results showed that all measured traits except 1000-seed weight and harvest index significantly affected by planting density. Also, the interaction between planting density and cultivar was significant on the number of capsules per plant, seed yield, harvest index and oil concentration. At planting densities of 20 and 40 plants per m^2, the maximum grain yield were related to Dashtestan 2 cultivar. At planting densities of 60 plants per m^2, Naz Tak Shakhe was found to be the best cultivar regarding grain yield. Although the increase in planting density from 20 to 40 plants per m^2, could increase grain yield in all cultivars, the highest grain yield was related to Naz Tak Shakhe cultivar. Furthermore, increase in planting density up to 60 plants per m^2, caused severe grain yield loss in all cultivars except Naz Tak Shakhe cultivar which showed 18% increase in grain yield.

Conclusions

In general, it can be concluded that cultivars characteristics could be considered as essential parameters to determine the optimum planting density. Therefore, if the plant density is adjusted in such a way that plants could be able to use the environment and agronomic inputs factors with the minimum intra-specific competition, maximum economic yield will be obtained.

Keywords: Grain yield, Oilseed, Oil yield, Plant number per area, Yield components

1- Former MSc. Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Associate Prof., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: maghaalikhani@modares.ac.ir)

www.SID.ir