

Response of yield, yield components and fatty acids profile of sunflower to spatial arrangement and different levels of nitrogen

Akbar Sherizadeh¹, Jalal Jalilian^{2*}, Raheleh Tahmasebi³

1,2. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran,
3. Department of Analytical Chemistry-Chromatography, Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Urmia, Iran.

(Received: October 17, 2022- Accepted: November 1, 2022)

ABSTRACT

To investigate the effect of different cultivation arrangements and levels of nitrogen on the yield, yield components and fatty acids profile of sunflower, this study was conducted as a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications in 2021. Spatial arrangement in five levels (normal rectangle, wide rectangle, square, triangular, and mixed cultivation systems) as the main plots and the levels of nitrogen chemical fertilizer (urea) in three levels (application of 100%, 75%, and 50% of urea fertilizer requirement) were placed in sub-plots. The maximum dry weight of leaves and stems was obtained in the triangular planting arrangement at all three levels of nitrogen application. So that the triangular planting arrangement had a 30% increase in dry weight of leaves and stems compared to the wide rectangular planting arrangement. The normal rectangular cultivation treatment with 100% nitrogen application had the highest amount of palmitic acid fatty acid, and the mixed and triangular cultivation treatment with 50% nitrogen application had the highest percentage of stearic acid and oleic acid, respectively. While, the wide rectangular cultivation treatment with 75% nitrogen application had the highest linoleic acid compared to other treatments. In addition, the results showed that the yield, and yield components in the triangular system were more than the other investigated systems, so that by reducing the nitrogen consumption by 50% in this cultivation system, the yield did not have any significant difference with 100% urea application. Therefore, using the spatial arrangement of triangular cultivation is introduced as the best cultivation system for sunflower.

Keywords: Crop management, spatial arrangement of cultivation, sunflower, sustainable agriculture, urea.

واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و ترکیب اسیدهای چرب آفتابگردان به آرایش فضایی و سطوح مختلف نیتروژن

اکبر شریزاده^۱، جلال جلیلیان^{۲*}، راحله طهماسبی^۳

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ۳- استادیار، گروه شیمی تجزیه-کروماتوگرافی، جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی، ارومیه، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر آرایش های مختلف کشت و سطوح مختلف نیتروژن روی عملکرد، اجزای عملکرد و پروفایل اسیدهای چرب آفتابگردان، این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰ انجام شد. الگوهای مختلف کشت در پنج سطح (کشت مستطیلی معمولی، کشت مستطیلی پهن، کشت مربعی، کشت مثلث متساوی الاضلاع و کشت درهم) به عنوان کرت های اصلی و سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن (اوره) در سه سطح (کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصدی نیاز کودی گیاه به اوره) در کرت های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ ها و ساقه ها در آرایش کاشت مثلثی در هر سه سطح کاربرد نیتروژن به دست آمد. به طوری که آرایش کاشت مثلثی افزایش ۳۰ درصدی در وزن خشک برگ ها و ساقه ها نسبت به آرایش کاشت مستطیلی پهن داشت. تیمار کشت مستطیلی معمولی با کاربرد ۱۰۰ درصدی نیتروژن بیشترین مقدار اسید چرب اسیدپالمیتیک، تیمار کشت درهم و مثلثی با کاربرد ۵۰ درصدی نیتروژن به ترتیب بیشترین در صد اسید استتاریک و اسید اولئیک را داشتند. در حالی که تیمار کشت مستطیلی پهن با کاربرد ۷۵ درصدی نیتروژن بیشترین اسید لینولئیک را نسبت به بقیه تیمارها داشت. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد در سیستم کشتی مثلثی بیش تر از سایر سیستم های مورد بررسی بود؛ به طوری که با کاهش مصرف نیتروژن تا ۵۰ درصد در این سیستم کشت، عملکرد اختلاف معنی داری با کاربرد ۱۰۰ درصدی نیتروژن نداشت. لذا استفاده از آرایش فضایی کشت مثلثی به عنوان بهترین سیستم کشت برای آفتابگردان معرفی می شود.

واژه های کلیدی: آرایش فضایی کشت، آفتابگردان، اوره، کشاورزی پایدار، مدیریت زراعی.

مقدمه

مدیریت کود یکی از مهم‌ترین عوامل در کشت موفق محصولات زراعی است که بر کیفیت و کمیت تولید اثر می‌گذارد (Tahmasebi *et al.*, 2011). استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی باعث ایجاد مشکلات متعددی در بخش کشاورزی از جمله تغییر در ساختار خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و سمیت عناصر سنگین شده است (Behrooz *et al.*, 2017)؛ لذا هر اقدام به زارعی در جهت کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی، بدون کاهش عملکرد گیاهان زراعی مورد توجه قرار دارد. در مزارع، استفاده از کود، عاملی برای افزایش تولید محصول زراعی و درآمد است. در شرایط و مواقعی که کمبود غذا مطرح می‌شود؛ هدف، تولید بیشینه محصول از طریق کوددهی است و بر عکس در مواقعی که غذا به طور فراوان یافت می‌شود، کارایی مصرف کود از لحاظ اقتصادی مورد توجه است. نیتروژن به مقدار زیاد در بافت گیاهی مورد نیاز است، زیرا این عنصر جزئی از پروتئین گیاهی، اسیدهای آمینه، نوکلئوتیدها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می‌باشد. گیاهان سالم آفتابگردان با نیتروژن کافی، دارای برگ سبز تیره هستند ولی از آنجایی که این عنصر در گیاه متحرک است در زمان کمبود، برگ‌های پیرتر و ساقه‌ها، علائم کمبود را نشان می‌دهند (NSAC, 2012).

استفاده از الگوهای فضایی مناسب یکی از راه‌های رسیدن به مدیریت زراعی بهینه و مناسب در جهت تولید گیاهان زراعی است. به دلیل تأثیر الگوی توزیع گیاهان در میزان جذب انرژی خورشید (Saleem *et al.*, 2007)، به نظر می‌رسد برای انجام فرایند فتوسنتز و در نهایت تولید زیست‌توده، الگوی کشت بر میزان نهاده‌های دریافتی گیاه به‌ویژه نیتروژن مؤثر باشد. هدف اصلی از طراحی الگوی کشت برای

یک مجموعه کشاورزی و زراعی، بالا بردن کارایی استفاده از نهاده‌ها و منابع محیطی موجود است. قراردادن مناسب گیاهان در یک منطقه معین، تاج‌پوشش گیاه را در رهگیری انرژی تابشی و سایه‌اندازی علف‌های هرز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Saeed, 1994). از آنجایی که هندسه کاشت، الگوی توزیع گیاهان را در یک مزرعه تعیین می‌کند، به طور مستقیم روی رهگیری و جذب انرژی خورشید و به طور غیر مستقیم بر کارایی مصرف آب تأثیر می‌گذارد (Saleem *et al.*, 2007). فاصله خطوط کشت یکی از مهم‌ترین پارامترهای مدیریتی است که روی جذب مواد غذایی و در نهایت روی رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Ahmad Khan *et al.*, 2020). الگوی کشت مربعی، یک سیستم متداولی می‌باشد که اجرای آن بسیار آسان است. در این سیستم فاصله ردیف‌های کشت با فاصله روی ردیف‌ها برابر است و هر چهار گیاه از هم تشکیل یک مربع می‌دهند. در سیستم کشت مستطیلی، طرح کشت به جای مربع، یک مستطیل می‌باشد. در این نوع سیستم فاصله بین ردیف‌ها با فاصله گیاهان روی ردیف یکسان نیستند. فضای بین ردیف‌ها در این سیستم بیش‌تر از سیستم مربعی است. در سیستم مثلثی گیاهان مانند سیستم مربعی کاشته می‌شوند؛ اما ردیف‌های ۲، ۴، ۶ و سایر ردیف‌های زوج در اواسط ردیف‌های ۱، ۳، ۵ و سایر ردیف‌های فرد کشت می‌شوند. این سیستم فضای بازتری برای گیاهان زراعی فراهم می‌کند. کشت درهم نیز به کشت نامنظم گیاهان زراعی گفته می‌شود که گیاهان فاصله مشخصی از همدیگر ندارند. این نوع کشت بیشتر برای گیاهان علوفه‌ای که با تراکم بالاتر کشت می‌شوند، مناسب‌تر است و در قدیم که ماشین‌آلات مناسب کشت نبود و یا هزینه کارگر بالاتر بود از این نوع سیستم کشت استفاده می‌کردند (Ara *et al.*, 2021).

در رژیم غذایی انسان نقش مهمی را در سلامت انسان بازی می کند (Dorni *et al.*, 2018). به طور کلی اسیدهای چرب به چند دسته زنجیره کوتاه، زنجیره متوسط و زنجیره بلند یا اسیدهای چرب اشباع شده، اسیدهای چرب تک اشباع نشده و اسیدهای چرب چند اشباع نشده تقسیم می شوند (Kostik Memeti & Bauer, 2013; Guan *et al.*, 2016). تغذیه گیاهان و ارقام آن ها از عواملی هستند که تعادل بین محیط و خصوصیات ژنتیکی گیاه را تنظیم می کنند. مهم ترین عامل تعیین کننده اسیدهای چرب ژنوتیپ است؛ اما فاکتورهای محیطی نیز در طول پر شدن دانه می توانند در صد روغن و اسیدهای چرب را تحت تأثیر قرار دهند (Tohidi Moghadam *et al.*, 2011).

باتوجه به موارد بالا، این پژوهش باهدف بررسی تأثیر الگوهای مختلف آرایش فضایی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروفایل اسیدهای چرب آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش ها

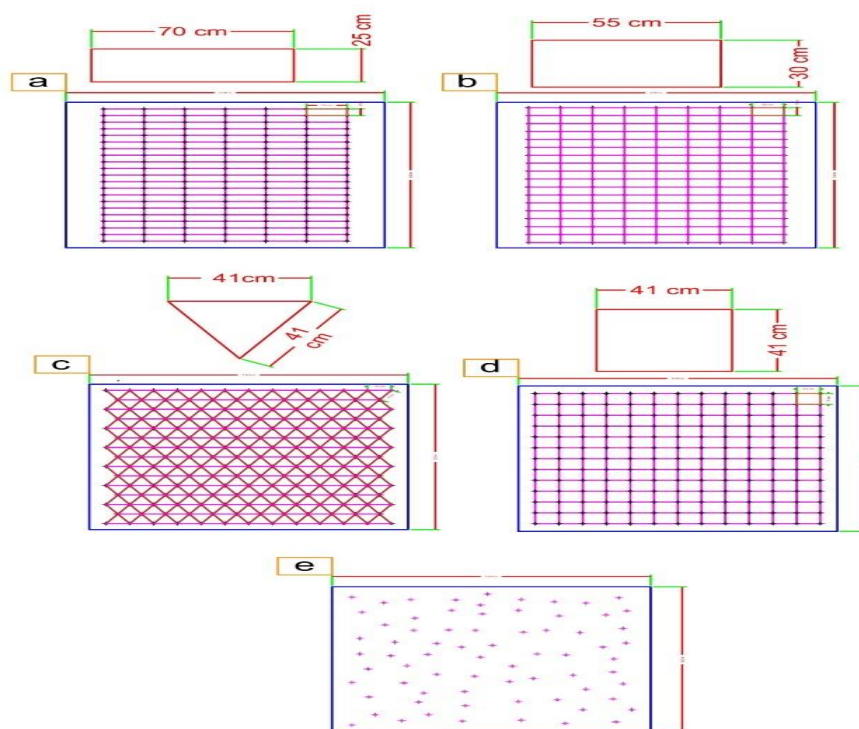
این آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰ در مزرعه زراعی شهر دیزج دیز شهرستان خوی استان آذربایجان غربی با مشخصات جغرافیایی ۳۸ درجه، ۲۵ دقیقه و ۲۳ ثانیه شمالی و ۴۵ درجه، ۰ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۲۱۲ متر از سطح دریا اجرا شد. الگوهای مختلف کشت در پنج سطح (کشت مربعی، کشت مستطیلی معمولی، کشت مستطیلی پهن، کشت مثلث متساوی الاضلاع و کشت درهم) به عنوان کرت های اصلی (شکل ۱) و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن به صورت کود شیمیایی اوره در سه سطح (کاربرد ۱۰۰ درصدی نیاز کودی گیاه ۱۵۰)

ضرورت و اهمیت رونق تولید و توسعه کشت دانه های روغنی در کشور یکی از شاخص های مهم سنجش امنیت غذایی در سطح کلان، ضریب خودکفایی محصولات غذایی یا به عبارتی دیگر در جه تأمین نیازهای غذایی اساسی کشور از منابع تولید داخلی است. زراعت آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) با دارا بودن پتانسیل تولید بالا می تواند توجیه اقتصادی داشته و مقرون به صرفه تر از زراعت های تابستانه دیگر باشد و به عنوان زراعت دوم نیز کشت شود. آفتابگردان یکی از مهم ترین دانه های روغنی (Semsettin Tan & Kaya, 2019) است که در بیشتر نقاط دنیا کشت می شود (Al-Snafi, 2018; Bonciu *et al.*, 2020). جهانی، آفتابگردان در رتبه چهارم مهم ترین محصولات دانه روغنی بعد از دانه های سویا، کلزا و گلرنگ به عنوان سودآورترین و اقتصادی ترین محصول روغنی قرار دارد (Adeleke & Babalola, 2020). امروزه از آفتابگردان در صنعت برای تولید صابون، موم، لاک رنگ نیز استفاده می شود (Soares *et al.*, 2021). طبق آمار فائو، در ایران، آسیا و دنیا به ترتیب ۷۸۰۰۰، ۳۱۹۰۰۰۵ و ۲۷۳۶۸۷۶۶ هکتار آفتابگردان کشت شده بود که در مجموع در ایران، آسیا و دنیا ۸۶۰۰۰، ۶۱۵۶۰۴۶ و ۵۶۰۷۲۷۴۶ تن آفتابگردان تولید شد (FAO, 2021). متوسط عملکرد آفتابگردان در ایران در سال ۲۰۱۹، ۱۱۰۳ کیلوگرم در هکتار بود؛ در حالی که آن در آسیا و دنیا به ترتیب ۱۹۳۰ و ۲۰۴۹ کیلوگرم در هکتار شده بود (FAO, 2021).

روغن های گیاهی و خوراکی بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تأمین می کنند که یکی از دلایل اهمیت این روغن ها تأمین اسیدهای چرب ضروری و انرژی برای انسان است (Dorni *et al.*, 2018). ترکیب شیمیایی، متابولیسم، کمیت و کیفیت اسیدهای چرب

خاک مزرعه نمونه برداری و به آزمایشگاه تخصصی ارسال شد و کاربرد کود نیتروژن بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و توصیه کودی بر اساس تیمارهای آزمایشی اعمال شد.

کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کاربرد ۷۵ درصد نیاز کودی گیاه و کاربرد نصف نیاز کودی گیاه) در کرت های فرعی قرار گرفتند. قبل از انجام آزمایش برای تعیین مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه، از



شکل ۱- مشخصات شماتیک الگوهای مختلف آرایش فضایی (a: مستطیل پهن، b: مستطیل معمولی، c: مثلثی، d: مربعی و e: درهم).

Figure 1. Schematic characteristics of different patterns of spatial arrangement (a: wide rectangle, b: normal rectangle, c: triangular, d: square, and e: mixed)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Farm soil physicochemical properties

Depth (cm)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil texture	pH	EC (dS m ⁻¹)	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Organic carbon (%)	Organic matter (%)
0-30	22	39	39	loam	8.04	1.22	0.05	2.1	279	0.51	0.88

متر مربع بود. مشخصات الگوهای فضایی کشت در جدول ۲ و شکل ۱ ارائه شده‌اند. تیمارهای کودی به صورت سرک در سه مرحله (در مرحله ۳ برگی، در مرحله ساقه‌دهی و قبل از گلدهی) اعمال شدند. در این پژوهش از رقم لوانته آفتابگردان استفاده شد. این

کشت بذرها در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۰ صورت گرفت. برای این منظور در فروردین ماه، عملیات شخم‌زنی مزرعه، دیسک و مسطح کردن زمین انجام شد. دو متر بین کرت های اصلی، یک متر بین کرت های فرعی فاصله در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل ۳۶

علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌های احتمالی در صورت نیاز و آبیاری به صورت مکرر باتوجه به نیاز گیاه به روش مرسوم در منطقه انجام شد.

رقم هیبریدی میان‌رس، با دوره رسیدگی ۱۲۵ روزه بوده که با شرایط مختلف محیطی و انواع خاک سازگاری دارد. کلیه اقدامات داشت از قبیل وجین

جدول ۲- مشخصات الگوهای مختلف آرایش فضایی

Table 2. Characteristics of different patterns of spatial arrangement

Spatial arrangement patterns	Distance between rows (cm)	Distance on the row (cm)	Number of plants in each experimental plot
Normal rectangle	55	30	170
Wide rectangle	70	25	168
Square	41	41	169
Triangular	41	41	168
Mixed	Variable	Variable	170

استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان بازداری استفاده شد. دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilent-6890 ساخت کمپانی Agilent آمریکا، مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (Stabil-wax) به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۳۲ میلی‌متر و فاز ساکن به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر و آشکارساز یونش شعله‌ای (FID) است. دمای اولیه آن در ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه نگه داشته شده و بعد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و هشت دقیقه در همان دما می‌ماند. از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل و آرینده به ترتیب با سرعت جریان یک و ۴۵ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز در ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بودند. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم‌افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام شد. برای تهیه آب دو بار تقطیر از دستگاه GFL-2104 ساخت کمپانی GFL آلمان استفاده شد. سانتریفوژ نمونه‌ها با دستگاه سانتریفوژ با دور (۵۰۰۰ دور بر دقیقه) ساخت کمپانی Hettich آلمان انجام شد. گازهای نیتروژن و هیدروژن مورد استفاده برای آنالیز با دستگاه کروماتوگرافی گازی با

برای بررسی علمی اثر تیمارهای مورد بررسی با حذف اثر حاشیه بعد از رسیدگی و پرشدن دانه، اقدام به نمونه برداری شد و صفات وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد بذر و پروفایل اسیدهای چرب، اسیدهای چرب مهم (اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک)، مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید اولئیک و اسید لینولئیک) و اشباع (اسید پالمیتیک و اسید استئاریک) اندازه‌گیری شد.

تعیین درصد اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز یونش شعله‌ای

نمونه‌های روغن را ابتدا با ورتکس کاملاً همگن کرده و ۱۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه به دقت توزین شد. سپس چربی با افزودن سه میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (دو مولار) صابونی شد و بعد با افزودن پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک یک متانولی (۱۲٪ حجمی/حجمی) به متیل استر تبدیل شد. متیل استر اسیدهای چربی در یک میلی‌لیتر هپتان نرمال استخراج و جهت آنالیز پروفایل اسیدهای چرب یک میکرولیتر از فاز هپتان نرمال به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. جهت شناسایی تک تک اسیدهای چرب از مخلوط

خلوص تجزیه‌ای ۹۹/۹۹٪ از شرکت اکسیژن سبلان نمایندگی شرکت Air Product انگلستان تهیه شدند. هوای فشرده از شرکت اکسیژن گاز ارومیه گاز فراهم شد. حلال‌های کلروفرم، هپتان نرمال و متانول با خلوص بالا از شرکت کالدون کانادا تهیه شده و بدون تخلیص مجدد مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اسیدسولفوریک و هیدروکسید پتاسیم از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

بعد از اطمینان از نرمال بودن باقی مانده داده‌ها تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق روش تجزیه واریانس با رویه GLM از برنامه آماری SAS^۱ و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و همچنین مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون LSD^۲ در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک برگ، ساقه و طبق

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که وزن خشک برگ و ساقه آفتابگردان تحت تأثیر برهم‌کنش آرایش کاشت و کود در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت؛ در حالی که برهم‌کنش آرایش کاشت و کود تأثیر معنی‌داری روی وزن خشک طبق نشان داد (جدول ۳). این در حالی است که اثرات اصلی آرایش کاشت و کود تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی وزن خشک طبق داشت (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که آرایش کاشت مثلثی و سپس آرایش کاشت مربعی نسبت به بقیه آرایش‌های کاشت، بالاترین میزان وزن خشک برگ و ساقه را داشت و کمترین آن‌ها مربوط به آرایش کاشت مستطیلی پهن بود (جدول ۴). نتایج مقایسه نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک برگ و ساقه در آرایش کاشت مثلثی در هر سه سطح کاربرد نیتروژن به‌دست

آمد در حالی که کمترین مقدار آن برای وزن خشک برگ (۱۸۴ گرم در بوته) و ساقه (۱۸۵ گرم در بوته) از تیمار آرایش کاشت مستطیلی پهن با کاربرد ۵۰ درصد نیاز کودی به‌دست آمد (جدول ۴). آرایش کاشت مثلثی نسبت به آرایش کاشت مستطیلی پهن سبب افزایش ۳۰ درصدی وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه شد (جدول ۴). بررسی اثرات اصلی آرایش‌های کاشت نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک طبق از آرایش کاشت مثلثی به‌دست آمد (شکل ۲) و همچنین کاربرد ۱۰۰ درصدی نیاز کودی نیتروژن نسبت به سایر سطوح وزن خشک طبق بالاتری تولید کرد (شکل ۲). فاصله خطوط کاشت یکی از مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی می‌باشد که روی جذب مواد غذایی و در نهایت روی رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Ahmad Khan et al., 2020). سیستم مثلثی فضای بازاری برای گیاهان زراعی فراهم می‌کند. گزارش شده که با افزایش فاصله ردیف کاشت از ۶۰ به ۷۵ سانتی‌متر، وزن خشک ساقه حدود ۲۰ درصد و وزن خشک برگ حدود ۸/۵ درصد افزایش یافت (Poursakhy & Kanjehpour, 2014)، همچنین گزارش کردند که با کاهش فاصله بوته روی ردیف کاشت از ۱۸ به ۱۲ سانتی‌متر، وزن خشک ساقه حدود ۶/۲۵ درصد و وزن خشک برگ ۲۹ درصد کاهش یافت. دلیل اصلی آن را کاهش درصد نفوذ نور به کانوپی، فضای کمتر برای رشد و توسعه برگ‌ها، کاهش سطح فتوسنتزکننده و افزایش رقابت بین بوته‌ها برای جذب آب و عناصر غذایی بیان کردند. وزن خشک برگ با وزن خشک ساقه، وزن خشک طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معناداری نشان داد (جدول ۱۱).

² Least Significant Difference

¹ Statistical Analysis System

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از صفات آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.

Table 3. Analysis of variance for some sunflower traits as affected by fertilizer and spatial arrangement.

S.O.V	d.f	Mean squares		
		Leaf dry weight	Stem dry weight	Head dry weight
Block	2	38.71 ^{ns}	39.29 ^{ns}	0.000007 ^{ns}
Spatial arrangement (S)	4	7354**	7466**	0.0015**
Main error	8	27.10	27.53	0.0000
Fertilizer requirement (F)	2	1.16 ^{ns}	1.18 ^{ns}	0.0016**
S×F	8	56.41**	52.27**	0.00002 ^{ns}
Error	20	7.56	7.68	0.00001
C.V. (%)	-	1.24	1.24	3.14

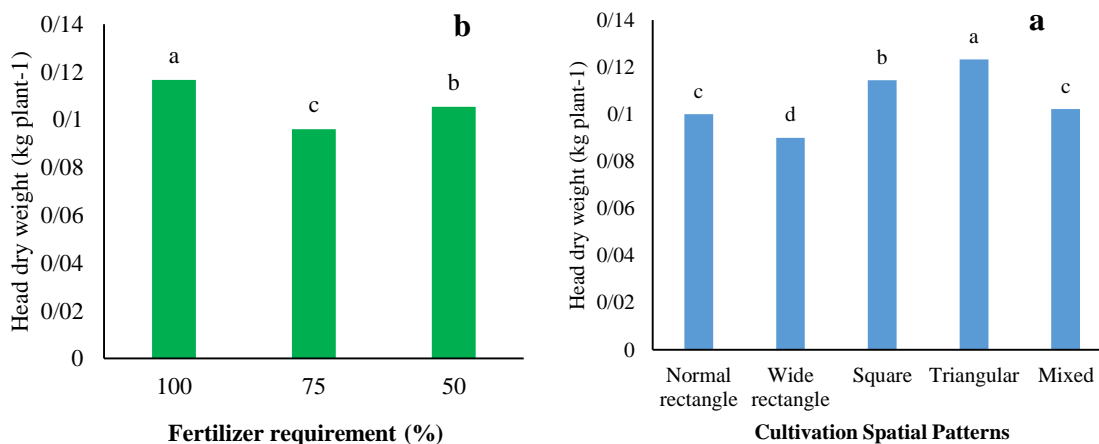
ns و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی دار بودن در سطح احتمال یک درصد می باشد. ns and ** mean non-significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی از صفات آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.

Table 4. Mean comparison of some sunflower traits as affected by fertilizer and spatial arrangement.

Treatments		Leaf dry weight (g plant ⁻¹)	Stem dry weight (g plant ⁻¹)
Spatial arrangement	Fertilizer requirement (%)		
Normal rectangle	100	212±1.06ef	214±1.06fg
	75	208±1.40fg	210±1.41gh
	50	214±1.59e	216±1.60ef
Wide rectangle	100	187±0.96h	188±0.97i
	75	184±1.66h	186±1.67i
	50	184±0.48h	185±0.48i
Square	100	244±0.55b	246±0.55b
	75	240±0.95b	242±0.96b
	50	235±1.65c	237±1.67c
Triangular	100	259±2.21a	261±2.23a
	75	260±0.61a	262±0.62a
	50	259±1.06a	261±1.07a
Mixed	100	207±2.00g	208±2.02h
	75	217±6.54de	218±6.59de
	50	219±2.77d	221±2.79d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی دهند. Means with the same letters in each column are not significantly different at the 1 % probability level.



شکل ۲- اثرات اصلی الگوهای فضایی کشت (a) و مقادیر کودی (b) روی وزن خشک طبق آفتابگردان.

Figure 2. Main effects of cultivation spatial patterns (a) and fertilizer amounts (b) on head dry weight in sunflower.

تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه
 جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش عوامل
 وزن هزار دانه و عملکرد دانه و آفتابگردان در سطح
 احتمال یک درصد داشت (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس برخی از صفات آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی

Table 5. Analysis of variance for yield, and yield components affected by fertilizer and spatial arrangement.

S.O.V	d.f	Mean squares		
		Number of grains per head	1000 grain weight	Grain yield
Block	2	412 ^{ns}	11.08 ^{ns}	31195 ^{ns}
Spatial arrangement (S)	4	80535**	2072**	5925802**
Main error	8	300	8.14	21849
Fertilizer requirement (F)	2	12.07 ^{ns}	0.42 ^{ns}	932 ^{ns}
S×F	8	610**	14.73**	45465**
Error	20	81.18	2.27	6093
C.V. (%)	-	1.23	1.27	1.24

ns و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.
 ns, and ** mean non-significant and significant at 1% probability level, respectively.

دانه نیز با ۱۳۸ گرم در تیمار کشت مثلثی با کاربرد
 ۵۰ درصدی نیتروژن مورد نیاز آفتابگردان تولید شد
 (جدول ۶) که با تیمارهای کشت مثلثی با کاربرد ۷۵ و
 ۱۰۰ درصدی نیتروژن مورد نیاز در یک گروه آماری
 قرار گرفت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد
 که عملکرد دانه در تیمارهای کشت مثلثی در هر سه
 سطح کاربردی نیتروژن نسبت به سایر تیمارها بیشتر
 بود (جدول ۶).

مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش آرایش فضایی کشت و
 مقدار تأمین کود مورد نیاز نشان داد که بیش‌ترین
 تعداد دانه در طبق از کاربرد ۵۰ درصدی نیتروژن در
 سیستم کشت مثلثی با ۸۵۸ عدد دانه در هر طبق
 به‌دست آمد (جدول ۶) که با مقادیر کاربردی ۷۵ و
 ۱۰۰ درصدی نیتروژن مورد نیاز در همان سیستم
 به‌ترتیب با ۸۶۰ و ۸۵۶ عدد دانه در هر طبق در یک
 گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶). بیش‌ترین وزن هزار

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.

Table 6. Mean comparison of yield, and yield components affected by fertilizer and spatial arrangement.

Treatments	Fertilizer requirement (%)	Number of grains per head	1000 grain weight	Grain yield
			(g)	(kg ha ⁻¹)
Normal rectangle	100	701±4fg	112.7±0.67ef	6015±30fg
	75	689±4gh	111.0±0.58f	5910±40gh
	50	707±5ef	114.0±1.00de	6075±45ef
Wide rectangle	100	617±3i	99.3±0.33g	5295±27i
	75	609±5i	98.0±1.15g	5227±47i
	50	607±2i	97.7±0.33g	5213±14i
Square	100	807±2b	129.7±0.33b	6932±16b
	75	793±3b	127.7±0.33b	6807±27b
	50	777±6c	125.0±1.00c	6666±47c
Triangular	100	856±7a	137.7±1.20a	7346±63a
	75	860±2a	138.3±0.33a	7381±17a
	50	858±3a	138.0±0.58a	7363±30a
Mixed	100	684±7h	110.3±1.20f	5871±57h
	75	717±22de	115.3±3.38de	6155±186de
	50	723±9d	116.7±1.67d	6218±79d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند.
 Means with the same letters in each column are not significantly different at the 1 % probability level.

فاصله خطوط کشت، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق افزایش می‌یابد (Sajedi *et al.*, 2009). افزایش عملکرد آفتابگردان در پاسخ به ردیف‌های باریک ارتباط نزدیکی با بهبود رهگیری نور در دوره حساس (گلدهی) برای پرشدن دانه دارد (Andrade *et al.*, 2002). فضای بین ردیف‌ها در مطالعه‌ای روی سویا نشان داد که تأثیر قابل توجهی روی عملکرد آن دارد (Flajšman *et al.*, 2019)؛ به طوری که در ردیف‌های باریک‌تر عملکرد دانه نسبت به ردیف‌های پهن‌تر بیشتر بود (Kocjan Ačko & Trdan, 2008). کاهش فاصله بین ردیف در تراکم برابر گیاه، باعث کاهش رقابت درون‌گونه‌ای گیاه زراعی در دریافت تشعشع خورشیدی و تولید زیست‌توده می‌شود (Andrade *et al.*, 2002). عملکرد دانه با وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معناداری نشان داد و افزایش عملکرد دانه می‌تواند به دلیل افزایش صفات مذکور باشد (جدول ۱۱).

ترکیب اسیدهای چرب

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل عوامل مورد بررسی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی پروفایل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان گذاشت (جدول ۷).

نتایج داده‌های اجزای عملکرد نشان داد که بیشترین شاخص‌های عملکردی در آرایش کاشت مثلثی و کمترین آنها در آرایش کاشت مستطیلی پهن مشاهده شد (جدول ۶). در آرایش کاشت مثلثی نسبت به آرایش کاشت مستطیلی پهن برای صفت تعداد دانه در طبق ۳۰ درصد، عملکرد دانه ۲۹ درصد و وزن هزار دانه ۲۹ درصد افزایش داشت (جدول ۶). با مطالعه اثر آرایش‌های کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی نخود گزارش شد که آرایش کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و تعداد دانه در غلاف نداشت؛ درحالی‌که این عامل بر تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت (Biabani, 2009). به‌علاوه نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین عملکرد دانه در تمامی کشت‌های مربعی نسبت به کشت مستطیلی بیشتر بود که با نتایج ما مطابقت داشت. حداکثر استفاده گیاهان از منابع و وقوع دیرتر رقابت در نتیجه استفاده از فضای مناسب در تمام دوران رشد، دلیل این امر اعلام شد (Biabani, 2009). در تحقیق دیگری در مورد اثر فواصل بین و روی ردیف بر عملکرد گلرنگ مشاهده شد که اثر فاصله بوته روی ردیف بر تعداد دانه در بوته منفی بوده؛ ولی تعداد دانه در طبق، تحت تأثیر فواصل بوته روی ردیف‌های کشت قرار نگرفت (Pourhadian, & Khajepour, 2010). با افزایش

جدول ۷- تجزیه واریانس ترکیب اسیدهای چرب آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.

Table 7. Analysis of variance for sunflower fatty acids profile affected by fertilizer and spatial arrangement.

S.O.V	d.f	Mean squares			
		Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid
Block	2	0.48**	0.15**	4.95**	20.09**
Spatial arrangement (S)	4	7.74**	0.25**	29.03**	39.29**
Main error	8	0.001	0.0001	0.002	0.009
Fertilizer requirement (F)	2	44.61**	0.08**	58.84**	6.11**
S×F	8	14.42**	0.32**	24.49**	32.41**
Error	20	0.003	0.00004	0.002	0.006
C.V. (%)	-	0.57	0.15	0.13	0.18

** نشانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

** means significant at 1% probability level.

نیترژن متفاوت بود؛ به طوری که بیشترین نسبت اسید چرب اشباع به غیر اشباع در آرایش کاشت مستطیل پهن با کود مصرفی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در آرایش کاشت مستطیل پهن با میزان کود مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۱۰). اسیدهای چرب غیر اشباع، واکنش پذیری متفاوتی به کاربرد کودهای آزمایش داشتند (جدول ۱۰). در بین اسیدهای چرب غیر اشباع، اسیدلینولئیک و اسید پالمیتیک به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۸). اسید پالمیتیک با محتوی اسید اولئیک و اسیدهای چرب غیر اشباع همبستگی منفی و معنادار با اسیدهای چرب اشباع و نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع همبستگی مثبت و معناداری نشان داد (جدول ۱۱)؛ در حالی که اسید اولئیک با اسید لینولئیک، اسیدهای چرب اشباع و نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع همبستگی منفی و معناداری دارد (جدول ۱۱). همچنین اسید لینولئیک با درصد اسیدهای چرب مهم همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد (جدول ۱۱).

همچنین مقادیر ارزیابی شده اسید چرب مهم، اسید چرب اشباع، غیر اشباع، غیر چرب اشباع و نسبت اسید چرب اشباع به غیر اشباع نشان داد که در تمامی اثرات اصلی و متقابل دوگانه بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۹). جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار اسید چرب اسید پالمیتیک از تیمار کشت مستطیلی معمولی با کاربرد ۱۰۰ درصدی نیترژن با ۱۲/۴۵ درصد به دست آمد (جدول ۸)، در حالی که اسید استئاریک در تیمار کشت درهم با کاربرد ۵۰ درصدی نیاز آفتابگردان (۵/۰۳ درصد) نسبت به سایر تیمارها بیش تر بود (جدول ۸). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که اسید اولئیک در تیمار کشت مثلثی با کاربرد ۵۰ درصدی نیترژن با ۴۴/۹۵ درصد بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۸)؛ ولی تیمار کشت مستطیلی پهن با کاربرد ۷۵ درصدی نیترژن با تولید ۵۱/۳۷ درصد اسید لینولئیک، بیشتر از بقیه تیمارها اسید لینولئیک داشت (جدول ۸). نتایج حاصله نشان داد که اسیدهای چرب غیر اشباع و اشباع در آرایش‌های متفاوت کاشت و

جدول ۸- مقایسه میانگین پروفایل اسیدهای چرب آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضای.

Table 8. Mean comparison of sunflower fatty acids profile affected by fertilizer and spatial arrangement.

Treatments		Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid
Spatial arrangement	Fertilizer requirement (%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Normal rectangle	100	12.45±0.14a	4.30±0.06g	37.15±0.32h	41.84±0.63h
	75	10.75±0.12c	4.21±0.06h	39.89±0.35e	40.38±0.61j
	50	6.00±0.07i	4.20±0.06h	40.39±0.35d	46.64±0.70d
Wide rectangle	100	10.71±0.12c	4.52±0.06c	35.48±0.31i	46.52±0.70d
	75	5.89±0.07j	3.83±0.05m	36.36±0.32i	51.37±0.77a
	50	9.63±0.11g	3.96±0.05k	35.19±0.31m	45.79±0.69e
Square	100	11.19±0.13b	4.21±0.06h	36.16±0.31j	45.76±0.69e
	75	5.62±0.06k	4.15±0.06j	41.79±0.36c	40.13±0.60k
	50	6.11±0.07h	4.40±0.06e	43.05±0.38b	41.97±0.63h
Triangular	100	10.10±0.12e	4.55±0.06b	33.57±0.29n	48.08±0.72b
	75	10.76±0.12c	4.38±0.06f	37.68±0.33g	44.13±0.66f
	50	5.96±0.07ij	3.91±0.05l	44.95±0.39a	41.66±0.62i
Mixed	100	9.87±0.12f	4.18±0.06i	37.76±0.33g	42.94±0.65g
	75	10.53±0.12d	4.46±0.06d	38.49±0.33f	42.96±0.65g
	50	9.57±0.11g	5.03±0.07a	35.64±0.31k	47.40±0.71c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند.

Means with the same letters in each column are not significantly different at the 1 % probability level.

میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب از مهم ترین عوامل در ارزیابی و توصیف دانه های روغنی هستند، به طوری که روغن های گیاهی با درصد بالای اسیدهای چرب غیر اشباع حساسیت بیشتری به اکسید شدن دارند (Rezvani Moghaddam & Seyyedi, 2017). فاکتورهایی مثل نوع واریته، خاک، شرایط آب و هوایی و فاکتورهای گیاهی ترکیب اسیدهای چرب را در روغن های گیاهی تحت تأثیر قرار می دهند (Moradi Telavat & Siadat, 2012). تغذیه گیاهان و ارقام آن ها از عواملی هستند که تعادل بین محیط و خصوصیات ژنتیکی گیاه را تنظیم می کنند. در آزمایشی روی آفتابگردان گزارش شده است که کاربرد کود نیتروژن اثر معنی داری روی محتوی پروتئین و اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و پالمیتیک داشت و باعث افزایش مقادیر آن ها شد (Li *et al.*, 2017). اسیدهای چرب اشباع با اسیدهای چرب غیر اشباع همبستگی منفی و معنادار و با نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع همبستگی مثبت و معناداری نشان داد (جدول ۱۱).

نیتروژن عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان و عنصر اصلی افزایش دهنده عملکرد است. اسیدهای چرب دانه نوع و میزان اسیدهای چرب موجود در روغن، کیفیت آن را نشان می دهد. افزایش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع از جمله اسید اولئیک و اسید لینولئیک مرغوبیت روغن را بالا می برد. مهم ترین اسید چرب غیر اشباع از نظر تغذیه اسید لینولئیک است. این اسید چرب در بدن تولید نمی شود، از این رو باید از طریق جیره غذایی تأمین شود. اسید اولئیک نیز یکی از اسیدهای چرب غیر اشباع مهم است که علاوه بر اهمیتی که در تغذیه دارد، مقاومت بالایی در برابر اکسیداسیون داشته و برای مصارف پخت و پز بسیار مناسب است. آفتابگردان گیاهی پرنیاز و کودپذیر بوده و در طول دوره رشدی خود مقادیر قابل توجهی عناصر غذایی از خاک برداشت می کند، به طوری که کشت آن در خاک های فقیر و عدم مصرف متعادل عناصری مانند نیتروژن می تواند با تحت تأثیر قراردادن سودمندی کاربرد سایر عناصر، منجر به کاهش عملکرد کمی و کیفی این گیاه شود، از طرفی مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنی در زراعت آفتابگردان نه تنها آسیب های وارده به محیط زیست را افزایش می دهد بلکه بر کیفیت دانه ها تأثیر نامطلوبی داشته و سبب کاهش میزان روغن آن می شود (Jami *et al.*, 2017).

جدول ۹- تجزیه واریانس ترکیب اسیدهای چرب مهم، اشباع و غیر اشباع آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.

Table 9. Analysis of variance for sunflower important, saturated, and saturated fatty acids profile affected by fertilizer and spatial arrangement.

S.O.V	d.f	Mean squares			
		Total important fatty acids	Saturated fatty acids	Unsaturated fatty acids	Saturated fatty acids/unsaturated fatty acids
Block	2	60.60**	19.17**	44.86**	0.000001**
Spatial arrangement (S)	4	4.30**	9.43**	5.57**	0.0016**
Main error	8	0.003	0.001	0.003	0.000001
Fertilizer requirement (F)	2	2.64**	46.56**	45.71**	0.0088**
S×F	8	9.95**	16.50**	2.96**	0.0034**
Error	20	0.003	0.003	0.005	0.000001
C.V. (%)	-	0.06	0.41	0.08	0.01

** نشانگر معنی دار بودن در سطح احتمال یک درصد می باشد.

** means significant at 1% probability level.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اسیدهای چرب مهم، اشباع و غیر اشباع آفتابگردان تحت تأثیر کود و آرایش فضایی.
Table 10. Mean comparison of sunflower important, saturated, and saturated fatty acids profile affected by fertilizer and spatial arrangement.

Treatments		Total important fatty acids	Saturated fatty acids	Unsaturated fatty acids	Saturated fatty acids/unsaturated fatty acids
Spatial arrangement	Fertilizer requirement (%)	(%)	(%)	(%)	
Normal rectangle	100	95.7±1.1g	16.75±0.2a	79.0±1.0m	0.21±0.0a
	75	95.2±1.1i	14.96±0.2d	80.3±1.0l	0.19±0.0b
	50	97.2±1.2c	10.20±0.1i	87.0±1.0b	0.12±0.0e
Wide rectangle	100	97.2±1.2c	15.23±0.2c	82.0±1.0f	0.19±0.0b
	75	97.6±1.2b	9.72±0.1k	87.7±1.0a	0.11±0.0f
	50	94.5±1.2k	13.59±0.2g	81.0±1.0j	0.17±0.0d
Square	100	97.3±1.2c	15.40±0.2b	81.9±1.0fg	0.19±0.0b
	75	91.7±1.1l	9.77±0.1k	81.9±1.0fg	0.12±0.0e
	50	95.5±1.1h	10.51±0.1h	85.0±1.0d	0.12±0.0e
Triangular	100	96.3±1.2f	14.65±0.2e	81.7±1.0h	0.18±0.0c
	75	97.0±1.2d	15.14±0.2c	81.9±1.0g	0.19±0.0b
	50	96.5±1.1e	9.87±0.1j	86.6±1.0c	0.11±0.0f
Mixed	100	94.8±1.1j	14.05±0.2f	80.7±1.0k	0.17±0.0d
	75	96.4±1.2e	14.99±0.2d	81.5±1.0i	0.18±0.0c
	50	97.6±1.2a	14.60±0.2e	83.0±1.0e	0.18±0.0c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند.

Means with the same letters in each column are not significantly different at the 1 % probability level.

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی.

Table 11. Correlation coefficients between studied traits.

Traits	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	1.00													
B	0.99**	1.00												
C	0.80**	0.80**	1.00											
D	0.99**	0.99**	0.80**	1.00										
E	0.99**	0.99**	0.80**	0.99**	1.00									
F	0.99**	0.99**	0.80**	0.99**	0.99**	1.00								
G	-0.08	-0.09	0.18	-0.09	-0.09	-0.09	1.00							
H	0.17	0.17	0.21	0.16	0.17	0.16	0.40	1.00						
I	0.33	0.34	0.02	0.34	0.34	0.34	-0.63*	-0.34	1.00					
J	-0.30	-0.30	-0.13	-0.31	-0.31	-0.30	-0.05	0.09	-0.66**	1.00				
K	-0.03	-0.03	0.10	-0.03	-0.03	-0.03	0.21	0.29	-0.32	0.63*	1.00			
L	-0.06	-0.07	0.19	-0.07	-0.07	-0.07	0.99**	0.50	-0.64*	-0.04	0.23	1.00		
M	0.04	0.05	-0.13	0.04	0.05	0.05	-0.82**	-0.30	0.41	0.41	0.37	-0.82**	1.00	
N	-0.08	-0.08	0.17	-0.08	-0.08	-0.08	0.99**	0.49	-0.64*	-0.05	0.18	0.99**	0.99**	1.00

A: وزن خشک برگ، B: وزن خشک ساقه، C: وزن خشک طبق، D: تعداد دانه در طبق، E: وزن هزار دانه، F: عملکرد دانه، G: اسید پالمیتیک، H: اسید استئاریک، I: اسید اولئیک، J: اسید لینولئیک، K: اسیدهای چرب مهم، L: اسیدهای چرب اشباع، M: اسیدهای چرب غیر اشباع، N: نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع. * و ** به ترتیب نشان از وجود همبستگی در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

A: Leaf dry weight, B: Stem dry weight, C: Head dry weight, D: Number of grains per head, E: 1000 grain weight, F: Grain yield, G: Palmitic acid, H: Stearic acid, I: Oleic acid, J: Linoleic acid, K: Total important fatty acids, L: Saturated fatty acids, M: Unsaturated fatty acids, N: Saturated fatty acids/unsaturated fatty acids. * and ** indicate significant correlation 5% and 1% probability levels, respectively.

درصد در سیستم کشت مثلثی، عملکرد کاهش

معنی‌داری با کاربرد ۱۰۰ درصدی در این سیستم نداشت. همچنین در ارتباط با خصوصیات کیفی روغن آفتابگردان، نتایج نشان داد کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمیتیک و اسید استئاریک) و بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید اولئیک و اسید لینولئیک) در تیمار آرایش کشت مستطیلی پهن و کاربرد ۷۵ درصدی نیتروژن به دست

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد در سیستم کشت مثلثی بیش‌تر از سایر سیستم‌های مورد بررسی بود؛ به طوری که تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سیستم کشت مثلثی به ترتیب ۲۲/۷۵، ۲۲/۵۹ و ۲۲/۱۷ درصد از سیستم کشت مستطیل معمولی بیشتر بود. به علاوه نتایج نشان داد که با کاهش مصرف نیتروژن تا ۵۰

آمد. لذا استفاده از آرایش فضایی کشت مثلثی جهت افزایش کمیت و استفاده از سیستم کاشت مستطیلی کشت برای آفتابگردان معرفی می‌شوند.

REFERENCES

1. Adeleke, B.S., & Babalola, O.O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Science & Nutrition*, 8(9), 4666–4684.
2. Ahmad Khan, B., Ali, A., Ather Nadeem, M., Elahi, A., Adnan, M., Nohsin Amin, M., Fraz Ali, M., Waqas, M., Aziz, A., Hasif Sohail, M., Wahab, A., Abdullah Khan, T., Yousaf, H., & Shozib Javed, M. (2020). Impact of planting date and row spacing on growth, yield and quality of soybean: A Review. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 17(2), 121-129.
3. Al-Snafi, A.S. (2018). The pharmacological effects of *Helianthus annuus*: A review. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5, 3.
4. Andrade, F.H., Calvino, P., Cirilo, A., & Barbieri, P. (2002). Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agronomy Journal*, 94, 975–980.
5. Ara, M., Barbeito, I., Elfving, B., Johansson, U., & Nilsson, U. (2021). Varying rectangular spacing yields no difference in forest growth and external wood quality in coniferous forest plantations. *Forest Ecology and Management*, 489, 119040.
6. Behrooz, E., Rahmanian, M., Heidarpour, O., & Shahriari, M.H. (2017). Effect of vermicompost and spent mushroom compost on the nutrient and essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20(5), 1283-1292.
7. Biabani, A. (2009). Agronomic performance of intercropped wheat cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8(1), 78-81.
8. Bonciu, E., Pandia, O., Oлару, A. L., Saracin, I., & Rosculete, E. (2020). Some aspects regarding the genetic and biotechnological progress of the *Helianthus annuus* L. *Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 20(1), 105–110.
9. Dorni, C., Sharma, P., Saikia, G., & Longvah, T. (2018). Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India. *Food chemistry*, 238, 9-15.
10. Flajšman, M., Šantavec, I., Kolmanič, A., & Kocjan Ačko, D. (2019). Bacterial seed inoculation and row spacing affect the nutritional composition and agronomic performance of soybean. *International Journal of Plant Production*, 13, 183–192.
11. Food and Agriculture Organization. (2021). *Data, Crops*, Retrieved June, 17, 2021, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
12. Guan, M., Chen, H., Xiong, X., Lu, X., Li, X., Huang, F., & Guan, C. (2016). A study on triacylglycerol composition and the structure of high-oleic rapeseed oil. *Engineering*, 2, 258-262.
13. Jami, M.G., Ghalavand, A., Modarres-Sanavy, S.M.A., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2017). Evaluation of agronomic characteristics and seed quality of sunflower in response to different regimes of nitrogen, irrigation and zeolite. *Journal of Crops Improvement*, 9(4), 1011-1031. (In Persian)
14. Kocjan Ačko, D., & Trdan, S. (2008). Influence of row spacing on the yield of ten cultivars of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Acta Agriculturae Slovenica*, 93, 43–50.
15. Kostik, V., Memeti, S., & Bauer, B. (2013). Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 4, 112–116.
16. Li, W.P., Shi, H.B., Zhu, K., Zheng, Q., & Xu, Z. (2017). The quality of sunflower seed oil changes in response to nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 109(6), 2499-2507.
17. Moradi Telavat, M.R., & Siadat, S.A. (2012). *Introduction and production of oilseed crops*. Tehran, Iran: Education and Promotion of Agriculture Press. (In Persian)
18. NSAC. (2012). *Sunflower fertility*. from www.canadasunflower.com/wp-content/uploads/2012/11/Fertility.pdf
19. Pourhadian, H., & Khajehpour, M.R. (2010). Effect of row spacing and planting density on some agronomic characteristics of safflower cv. Kooseh a local variety from Isfahan in summer planting. *Iranian Journal of Crop Science*, 11(4), 381-392. (In Persian)
20. Poursakhy, N., & Khajehpour, M. (2014). Effect of planting pattern and plant density on growth and yield of sunflower (Hisun-36 hybrid). *Applied Field Crops Research*, 27(104), 54-61.
21. Rezvani Moghaddam, P., & Seyyedi, S.M. (2017). Evaluation of germination characteristics of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.) seeds as related to fatty acids composition. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 5(2), 119-131. (In Persian)

22. Saeed, M. (1994). *Crop water requirements and irrigation systems*. E. Bashir and R. Bantel, eds. *Crop production*. National Book Foundation, Islamabad, Pakistan, 48-83.
23. Sajedi, N.A., Ardakani, M.R., Madani, H., Naderi, A., & Miransari, M. (2011). The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(3), 215-222.
24. Saleem, M.F., Ma, B.L., Malik, M.A., Cheema, M.A., & Wahid, M.A. (2007). Yield and quality response of autumn-planted sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing dates and planting patterns. *Canadian Journal of Plant Science*, 101-109.
25. Semsettin Tan, A., & Kaya, Y. (2019). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) genetic resources, production and researches in Turkey. *EDP science*, 26, 21.
26. Soares, E., Hamid, A., & Mangkoedihardjo, S. (2021). Phytoremediation of zinc polluted soil using sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Phytology*, 13, 9-12.
27. Tahmasebi, D., Zarghami, R., Azghandi, A.V., & Chaichi, M. (2011). Effects of nanosilver and nitroxin biofertilizer on yield and yield components of potato minitubers. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13, 986-990.
28. Tohidi Moghadam, H., Zahedi, H., & Ghooshchi, F. (2011). Oil quality of canola cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(4), 579-586.