به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸
صفحه‌های ۱۲-۱

رابطه ویژگی‌های زراعی با تراکم بوته آفتابگردان دومنظوره روغنی- آجیلی

مهدی غفاری*

استادیار، مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله ۹۷/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۱۰/۰۸

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته بر ویژگی‌های زراعی آفتابگردان دو منظوره روغنی- آجیلی لاکومکا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار از سال ۱۳۹۳ به‌مدت دو سال در خوی انجام شد. دو عامل فاصلهٔ ردیف‌های کاشت (۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر) و تراکم بوته با پنج سطح (۳۰، ٤٥، ٦٠، ۷۵ و۹۰ هزار بوته در هکتار) تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. براساس نتایج حاصل بین دو فاصله ردیف ٦٠ و ۷۵ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری از نظر ویژگی‌های زراعی مشاهده نشد، ولی تراکم بوته اثر معنی‌دار بر کلیه ویژگی‌های زراعی داشت. با افزایش تراکم بوته مراحل فنولوژیکی تسریع شد و قطر طبق‌ها کاهش یافت، ولی ارتفاع بوته و درصد روغن افزایش یافت. با افزایش تراکم از ۳۰ به ۹۰ هزار بوته در هکتار وزن هزاردانه از ۱۱۵ به ٨٤ گرم کاهش یافت. درحالی‌که درصد روغن از ۳٦ به ۳۹ درصد افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه و روغن (به‌ترتیب ٤١٣٢ و ١٦١١ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار حاصل شد. تجزیه رگرسیون مشخص کرد که درصد روغن، ارتفاع بوته و تعداد دانه مؤثرترین ویژگی‌های برآوردکننده عملکرد روغن هستند. بر اساس نتایج این بررسی کشت رقم لاکومکا در تراکم‌های ۷۵ و ٤٥ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب برای تولید عملکرد روغن بالا و مصرف آجیلی در منطقه خوی آذربایجان‌غربی مناسب است.

کلیدواژه‌ها: رگرسیون، عملکرد روغن، فاصله ردیف، لاکومکا، وزن دانه.

* نویسنده مسئول
Email: ghaffari@areeo.ac.ir

مقدمه

درصد روغن و وزن دانه از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ارزش اقتصادی آفتابگردان روغنی و آجیلی به‌شمار می‌روند. رقم لاکومکا یک رقم آزاد گرده‌افشان دو منظوره روغنی- آجیلی است که توسط مؤسسه ونیمک[1] روسیه تولید و در اوایل دهه ۱۳۸۰ به ایران معرفی شده است. این رقم به‌دلیل زودرسی و یکنواختی نسبی و وزن دانه بالا در مقایسه با ارقام قدیمی مانند رکورد مورد توجه برخی تولیدکنندگان قرار گرفته است. در این ارقام با کاهش تراکم بوته وزن هزاردانه افزایش یافته و موجب افزایش ارزش اقتصادی آن در صنایع آجیلی می‌شود و برعکس در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل کوچک‌شدن اندازه دانه، درصد روغن افزایش یافته و مصرف آن در صنایع روغن‌کشی را توجیه می‌کند. این روابط متضاد اهمیت تعیین تراکم مطلوب در کشت این نوع ارقام را بیشتر می‌کند.

بررسی‌های مختلف صورت‌گرفته در ارتباط با تراکم مناسب بوته در زراعت آفتابگردان نشان می‌دهد که این گیاه با تغییر در اجزای عملکرد به دامنه‌ای از تراکم‌های مختلف سازگاری نشان می‌دهد (Holt & Cample, 1984). بررسی‌ها نشان داده است در هر تراکمی در صورتی‌که فاصلهٔ ردیف و فاصلهٔ بوته مساوی باشد عملکرد مطلوب حاصل خواهد شد (Metz *et al.*, 1984). تراکم کشت آفتابگردان را دو عامل فاصلهٔ ردیف‌های کشت و فاصلهٔ بوته روی خطوط تعیین می‌نماید. فاصلهٔ خطوط به لحاظ سازگاری با ادوات مورد استفاده و مدیریت آبیاری حائز اهمیت می‌باشد و استفاده از نور، آب و مواد غذایی و در نتیجه عملکرد آفتابگردان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gubbels & Dedio, 1989; Flenet *et al.*, 1996). گزارش‌ها در مورد تأثیر تراکم بوته بر عملکرد آفتابگردان متفاوت است و می‌تواند از تفاوت‌های اقلیمی، شرایط آزمایش و نوع رقم ناشی شده باشد، همچنین ارقام آفتابگردان با ارتفاع بلند و پاکوتاه، واکنش متفاوتی نسبت به تراکم بوته نشان می‌دهند (Majid & Schnither, 1988).

در شرایط محیطی مطلوب، با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش یافته و در تراکم‌های بالا ثابت می‌ماند، ولی در شرایط نامطلوب در تراکم‌های بالا عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Wade & Forman, 1988). در برخی گزارش‌ها با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه و روغن در واحد سطح افزایش یافته است (Vannozzi & Baldini, 1988). در کانادا با افزایش تراکم بوته از ۵۵۰۰۰ به ۷٤۰۰۰ بوته در هکتار، ارتفاع بوته، درصد روغن و عملکرد دانه هیبریدهای زودرس افزایش و وزن دانه کاهش یافت (Gubbels & Dedio, 1989). با افزایش تراکم از ۳۵۰۰۰ به ٦۵۰۰۰ بوته در هکتار، تعداد دانه در طبق، وزن دانه و شاخص برداشت کاهش و درصد روغن دانه افزایش می‌یابد (Zaffaroni & Schneiter, 1991). در هند تراکم ۱۱۱ هزار بوته درهکتار عملکرد دانه و روغن بیشتری در مقایسه با تراکم ۸۸ و ۱٦٦ هزار بوته در هکتار داشت که ناشی از افزایش اجزای عملکرد مانند قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه بود (Bindra & Kharwara, 1992). با افزایش تراکم از ۳۰ تا ۹۵ هزار بوته در هکتار قطر طبق و وزن هزاردانه و عملکرد طبق کاهش، ولی عملکرد دانه در واحد سطح، درصد روغن و ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (Goksoy *et al.*, 1998).

نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که با افزایش تراکم بوته از ۱۰ هزار تا ٦٤ هزار بوته در هکتار، ارتفاع بوته ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد (Xiao *et al.*, 2006). در تراکم‌های بالا وزن دانه کاهش، ولی ارتفاع بوته و عملکرد دانه افزایش یافت (Beg *et al.*, 2007). مشخص شده است که تا تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه با تعداد بوته در واحد سطح همبستگی

1. VNIMK

مثبت دارد (Fazel & Lack, 2011). در بررسی سه تراکم ۲٤، ۳٦ و ۷۱ هزار بوته در هکتار مشاهده شد که با افزایش تراکم عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Killi & Ozdemir, 2001). بررسی‌ها نشان می‌دهد که حداقل جمعیت گیاهی برای حصول حداکثر عملکرد دانه آفتابگردان از ۲۵۰۰۰ تا ٦۲۰۰۰ بوته در هکتار متغیر است (Robinson *et al.*, 1980). در کانادا و مانیتوبای آمریکا تراکم ٤۰ تا ٤۹ هزار (Holt & Zentner, 1985; Gubbels & Dedio, 1989) و در اروپای مرکزی تراکم بوتهٔ ٦۰ تا ۸۵ هزار بوته در هکتار (Dipenbrock *et al.*, 2001) به‌عنوان تراکم مطلوب توصیه شده است. در ترکیه بیش‌ترین عملکرد دانه از تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار (با فواصل بین ردیف۷۰ و فواصل بین بوته ۱۵ سانتی‌متر) برای نوع پاکوتاه آفتابگردان روغنی حاصل شده است (Suzer, 2010). با افزایش فاصلهٔ ردیف میزان ورس می‌تواند افزایش یافته و تأثیر منفی بر عملکرد بگذارد (Holt & Zenter, 1985). در هند فاصله بین ردیف ٤۵ سانتی‌متر نسبت به فواصل ردیف ۳۰ و ٦۰ سانتی‌متر از عملکرد بیشتری برخوردار بود (Bindra & Kharwara, 1992).

در ایران با توجه به تنوع اقلیمی و تاریخ‌های مختلف کشت تراکم‌های مختلفی برای کشت آفتابگردان توصیه شده است. در بررسی تأثیر تراکم‌های ٦۵ تا ۹۵ هزار بوته در هکتار در اصفهان گزارش شده است که تا تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه افزایش و سپس کاهش می‌یابد (Mojiri & Arzani, 2003). در بررسی تأثیر تراکم‌های ۳۸ تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار برای مناطق سرد سرارود کرمانشاه تراکم ۵۷ تا ٦۷ هزار بوته در هکتار و برای مناطق گرم گچساران تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار (فواصل کاشت ۲۰×۵۰ سانتی‌متر) توصیه شده است (Beg *et al.*, 2007). با توجه به اهمیت تراکم کشت و تأثیر آن بر وزن دانه و درصد روغن این بررسی با هدف تعیین تراکم بهینه برای دست‌یابی به بیشترین درصد روغن و عملکرد روغن و مطلوب‌ترین وزن هزاردانه برای رقم دو منظوره لاکومکا در منطقه خوی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌مدت دو سال زراعی (۱۳۹۳-۱۳۹٤) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی به اجرا در آمد. این ایستگاه در سه کیلومتری شمال شهرستان خوی (عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٤ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی) قرار گرفته و متوسط بارش سالیانه منطقه ۲۹۳ میلی‌متر و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۳ متر است (Annonymous, 2018). بر اساس طبقه‌بندی دومارتن منطقه خوی با ضریب خشکی ۱۳/۰۷ جزو مناطق نیمه‌خشک می‌باشد (Babamiri *et al.*, 2016). داده‌های هواشناسی منطقه طی فصل زراعی در جدول ۱ نشان داده شده است. دو عامل فاصلهٔ ردیف‌های کاشت (٦۰ و ۷۵ سانتی‌متر) و تراکم بوته با پنج سطح (۳۰، ٤۵، ٦۰، ۷۵ و ۹۰ هزار بوته در هکتار) تیمارهای آزمایش فاکتوریل با چهار تکرار را تشکیل دادند. تراکم بوته مورد نظر از طریق تغییر در فواصل بین بوته‌ها به‌دست آمد.

هر کرت آزمایشی شامل چهار خط به طول پنج متر بود. بستر بذر با انجام شخم عمیق پاییزه و عملیات تکمیلی در بهار شامل دیسک‌زنی، پخش علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار، تسطیح، کودپاشی و ایجاد ردیف‌های کشت توسط فارور آماده شد. یک سوم کود اوره به همراه کودهای فسفاته و پتاسه براساس ۲۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم موقع کاشت و بقیه کود اوره طی دو تقسیط دو هفته بعد از جوانه‌زنی و قبل از غنچه‌دهی مصرف شد (Malakouti *et al.*, 2003).

جدول ۱. داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک خوی در طی فصل زراعی

	می	ژوئن	جولای	آگوست
		۱۳۹۳		
متوسط دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۹/۳	۲۳/٤	۲٦/٤	۲۷/٦
متوسط بارندگی (میلی‌متر)	۵۲/۹	۸/۹	۱٤/۳	٦
		۱۳۹٤		
متوسط دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۷/۸	۲۵	۲۷/۷	۲٦/۲
متوسط بارندگی (میلی‌متر)	۸۵/٦	۸	۳	۵۲/۷

برداشت از http://www.azmet.ir

جهت محافظت از خسارت پرندگان طبق‌های یک ردیف وسط توسط کاغذ روزنامه بعد از پایان گرده‌افشانی پوشانده شد. در طی فصل زراعی از صفات تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته و قطر طبق یادداشت‌برداری صورت گرفت و بعد از برداشت، وزن هزاردانه، تعداد دانه در طبق، درصد روغن و عملکرد دانه و روغن تعیین شد. درصد روغن در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسهٔ تحقیقات، اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر و به‌روش NMR اندازه‌گیری شد. بر روی داده‌ها تجزیهٔ واریانس مرکب و مقایسهٔ میانگین به‌روش دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ برای تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و تجزیه رگرسیون و نرم‌افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب بین سال‌های آزمایش از نظر صفات زمان شروع گلدهی، قطر طبق و درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). بین دو فاصله ردیف ٦۰ و ۷۵ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری برای هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری‌شده مشاهده نشد و نشان می‌دهد که بسته به ابزارهای موجود می‌توان فواصل ردیفی در محدوده ٦۰ یا ۷۵ سانتی‌متر را بدون تأثیر بر عملکرد دانه و روغن و اجزای آن اعمال کرد. تراکم بوته تأثیر معنی‌دار بر کلیه ویژگی‌های اندازه‌گیری داشت و هیچ‌کدام از اثرات متقابل به‌غیر از اثر متقابل تراکم بوته با سال برای طول دوره رویش معنی‌دار نبود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ویژگی‌های زراعی نشان داد که با در نظر گرفتن اثر سال، در سال دوم گلدهی دیرتر از سال اول رخ داد (جدول ۳)، این امر می‌تواند به‌دلیل کمتر بودن دمای هوا در مراحل اولیه و کندی رشد باشد (جدول ۱). اندازه قطر طبق و درصد روغن نیز در سال دوم بیشتر از سال نخست بود. تغییر فاصله ردیف از ٦۰ به ۷۵ تأثیری بر عملکرد دانه و روغن و سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نداشت (جدول ٤)، با این حال ارزش عددی ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در فواصل ردیفی ٦۰ سانتی‌متر بیشتر بود و می‌تواند به‌خاطر فواصل بیشتر بین بوته‌ها و نزدیک‌تر شدن به آرایش کشت مربعی باشد. نتایج متناقضی در مورد اثر فاصله ردیف بر ویژگی‌های زراعی آفتابگردان گزارش شده است. در مقایسه سه فاصله ردیف ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متری در آلمان بیشترین وزن هزاردانه و عملکرد دانه و روغن از فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متری حاصل

شده است (Dipenbrock *et al.*, 2001). در اصفهان عملکرد دانه هیبرید آفتابگردان (نوع روغنی هایسان۳٦) در فاصله ردیف ٦۰ سانتی‌متری بیشتر از فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متری گزارش شده است (Poursakhi & Khajepour, 2012). این امر می‌تواند به‌دلیل پاسخ متفاوت نوع رقم به فاصله ردیف کشت یا شرایط محیطی محل آزمایش باشد. با این‌حال در یک تراکم ثابت با افزایش فاصلهٔ ردیف به‌دلیل کاهش فاصله بین بوته‌ها میزان ورس می‌تواند افزایش یافته و تأثیر منفی بر عملکرد بگذارد (Holt & Zenter, 1985). به‌نظر می‌رسد تأثیر فاصله ردیف بر ویژگی‌های زراعی تابع نوع رقم و شرایط محیطی کشت بوده و آفتابگردان با تغییر در اجزای عملکرد به دامنه‌ای از فاصله‌های ردیف و تراکم‌های مختلف سازگاری نشان می‌دهد (Holt & Campbell, 1984).

تراکم بوته تأثیر معنی‌دار بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده داشت (جدول ۲). این امر نشان می‌دهد که تعیین تراکم بوته مناسب از اهمیت بیشتری در کشت آفتابگردان برخوردار است و به‌ویژه با وجود ارقام روغنی، آجیلی و دو منظوره این موضوع بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. در انواع آجیلی آفتابگردان اندازه دانه بر قیمت فروش آن تأثیر مستقیم دارد و هرچه دانه‌ها درشت باشند از قیمت بالاتری برخوردار است، ولی در انواع روغنی ارزش عملکرد دانه و روغن مستقل از اندازه دانه می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد که در تراکم‌های ۷۵ هزار بوته در هکتار و بیشتر مراحل فنولوژیکی تسریع می‌شود به‌طوری‌که رسیدگی فیزیولوژیک در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار دو تا سه روز در مقایسه با تراکم‌های ۳۰ تا ٦۰ هزار بوته در هکتار زودتر اتفاق افتاد. با توجه به این‌که رسیدگی فیزیولوژیک آفتابگردان براساس قهوه‌ای شدن براکته‌های اطراف طبق تعریف شده است (Schneiter & Miller, 1981)، با افزایش تراکم بوته، قطر طبق کوچک‌تر شده و خشک شدن آن تسریع می‌شود. کاهش قطر طبق آفتابگردان در تراکم‌های بالا توسط Olowe (2005) نیز گزارش شده است. کاهش قطر طبق در تراکم‌های بالا در این بررسی (جدول ۵) نیز مؤید همین امر می‌باشد. با این‌حال در تراکم‌های بالاتر ارتفاع بوته افزایش یافت و از ۱۵٤ سانتی‌متر در تراکم۳۰ هزار بوته در هکتار به ۱۸۳ سانتی‌متر در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار رسید که صفت مطلوبی نیست. افزایش ارتفاع بوته آفتابگردان در تراکم‌های بالا گزارش شده است (Robinson *et al.*, 1980) و می‌تواند به‌دلیل رقابت بین بوته‌ها برای دسترسی به آب، مواد مغذی و نور باشد (Majid & Schnither, 1988). با افزایش تراکم بوته وزن هزاردانه کاهش یافت و از ۱۱۵ گرم در تراکم ۳۰ هزار بوته به ۸٤ گرم در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار رسید (جدول ٤). گزارش‌هایی مبنی بر کاهش وزن هزاردانه آفتابگردان در تراکم‌های بالا وجود دارد (Suzer, 2010).

نتایج Kholghi *et al.* (2011) نیز نشان می‌دهد که وزن هزاردانه بیشترین تأثیر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد. وزن هزاردانه به‌دلیل آن‌که منعکس‌کننده اندازه دانه نیز می‌باشد بر قیمت نوع آجیلی آفتابگردان تأثیر مستقیم دارد. برای مصارف آجیلی، مؤسسه ونیمک روسیه تراکم‌های ٤۵ تا ۵۰ هزار بوته در هکتار را توصیه می‌کند تا دانه‌های درشت‌تری تولید شود (Yeremenko *et al.*, 2017). با این‌حال باید توجه داشت که توده‌های بومی آفتابگردان در ایران از نظر ویژگی‌های زراعی با ارقام اصلاح‌شده خارجی تفاوت عمده‌ای دارند. به‌عنوان مثال وزن هزاردانه این توده‌ها در محدوده ۲۲۰-۱۷۰ گرم گزارش شده است (Ghaffari & Mirzapour, 2009) که با وزن هزاردانه رقم لاکومکا تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای دارد. در این بررسی بیشترین وزن هزاردانه برای رقم لاکومکا در دو تراکم ۳۰ و ٤۵ هزار بوته در هکتار بیش از صد گرم بوده ولی با در نظر گرفتن عملکرد دانه تراکم ٤۵ هزار بوته مطلوب بوده و با گزارش (Yeremenko *et al.*, 2017) مطابقت دارد.

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های زراعی آفتابگردان رقم لاکومکا

منابع تغییر	درجه آزادی	شروع گل	دورهٔ رویش	ارتفاع بوته	قطر طبق	وزن هزاردانه	تعداد دانه طبق	میزان روغن	عملکرد دانه	عملکرد روغن
سال	۱	۲۸۵/۰**	۶۸/۵^{ns}	۱۴۱/۹^{ns}	۱۸۴/۸*	۸/۴^{ns}	۳۹۶۷۴/۰^{ns}	۳۶۱/۳**	۱۳۱۳۱۵۳/۱^{ns}	۱۱۸۲۰۹۸/۱^{ns}
سال (تکرار)	۶	۱/۷	۲۱/۵	۲۴۴۶/۸	۲۰/۵	۱۲۴۰/۷	۲۶۶۱۸/۵	۸/۷	۱۷۴۰۴۵۵/۱	۳۰۵۹۰۳/۰
فاصله ردیف	۱	۰/۱^{ns}	۶/۱^{ns}	۵۸/۹^{ns}	۲/۲^{ns}	۱۰۵/۸^{ns}	۱۰۸۲۳/۶^{ns}	۲/۴^{ns}	۴۵۰۲۲۵/۰^{ns}	۱۱۱۴۱۸/۱^{ns}
فاصله ردیف × سال	۱	۰/۱^{ns}	۵/۰^{ns}	۱۸۲/۰^{ns}	۰/۵^{ns}	۴/۱^{ns}	۲۵۱/۰^{ns}	۰/۳^{ns}	۰/۰^{ns}	۲۲۶۷/۴^{ns}
تراکم	۴	۲/۶*	۳۲/۸**	۲۰۴۲/۶**	۶۴/۵**	۲۲۵۵/۵**	۱۴۸۷۰۲/۰**	۳۰/۵**	۵۸۹۰۷۶۰/۹**	۱۱۶۲۹۷۶/۴**
تراکم × سال	۴	۱/۷^{ns}	۱۷/۷**	۱۵۹/۸^{ns}	۵/۷^{ns}	۱۸۹/۳^{ns}	۱۱۹۹۸/۴^{ns}	۱۰/۶^{ns}	۶۷۲۶۲۹/۰^{ns}	۱۳۹۲۲۱/۷^{ns}
تراکم × فاصله ردیف	۴	۰/۲^{ns}	۵/۲^{ns}	۶۵/۵^{ns}	۳/۱^{ns}	۹۵/۷^{ns}	۴۹۹۸/۴^{ns}	۱۲/۹^{ns}	۶۱۹۸۶/۵^{ns}	۱۷۱۶۲/۲^{ns}
تراکم × فاصله ردیف× سال	۴	۰/۴^{ns}	۰/۷^{ns}	۶۳/۵^{ns}	۹/۱^{ns}	۱۰۸/۲^{ns}	۶۹۹۱/۱^{ns}	۴/۹	۱۸۸۰۰۳/۱^{ns}	۳۲۴۶۰/۴^{ns}
خطا	۵۴	۰/۸	۳/۷	۱۴۶/۷	۵/۳	۹۹/۱	۹۶۸۱/۷	۷/۷	۳۱۰۹۳۹/۲	۵۹۴۳۹/۳
ضریب تغییرات		۱/۶۱	۱/۷۴	۷/۲۵	۱۲/۷۸	۱۰/۱۹	۱۵/۵۰	۷/۲۴	۱۶/۲۶	۱۸/۴۸

ns، * و **: نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین ویژگی‌های زراعی آفتابگردان (رقم لاکومکا) در طی دو سال

سال	شروع گل (روز)	دورهٔ رویش (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)
اول	۵۴/۶b	۱۰۹/۶	۱۶۸/۳	۱۶/۶b	۹۸/۰
دوم	۵۸/۴a	۱۱۱/۵	۱۶۵/۶	۱۹/۶a	۹۷/۳

سال	تعداد دانه در طبق	میزان روغن (٪)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
اول	۶۱۲/۶	۳۶/۱b	۳۳۰۱/۹	۱۱۹۸/۱
دوم	۶۵۷/۱	۴۰/۴a	۳۵۵۸/۲	۱۴۴۱/۲

میانگین‌ها با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۴. میانگین ویژگی‌های زراعی آفتابگردان (رقم لاکومکا) در دو فاصله بین ردیف‌های کاشت

فاصله ردیف (سانتی‌متر)	شروع گل (روز)	دورهٔ رویش (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)
۶۰	۵۶/۶	۱۱۰/۸	۱۶۷/۸	۱۸/۳	۹۸/۸
۷۵	۵۶/۵	۱۱۰/۳	۱۶۶/۱	۱۷/۹	۹۶/۵

فاصله ردیف (سانتی‌متر)	تعداد دانه در طبق	میزان روغن (٪)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۶۰	۶۴۶/۵	۳۸/۴	۳۵۰۵/۱	۱۳۵۶/۹
۷۵	۶۲۳/۲	۳۸/۱	۳۳۵۵/۰	۱۲۸۲/۳

جدول ۵. میانگین ویژگی‌های زراعی آفتابگردان (رقم لاکومکا) در تراکم‌های کشت مختلف

تراکم (هزار بوته در هکتار)	شروع گل (روز)	دورهٔ رویش (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)
۳۰	٥٦/٦a	۱۱۲/۱a	۱٥۳/۹d	۲۱/٤a	۱۱٥/٥a
٤٥	٥٦/٥ab	۱۱۱/۱a	۱٥۹/۲cd	۱۷/٦bc	۱۰۲/۳b
٦۰	٥۷/۰a	۱۱۱/٤a	۱٦۷/۱bc	۱۷/۳bc	۹٤/٦c
۷٥	٥٦/٦a	۱۰۹/٤b	۱۷۱/٤b	۱٦/٤c	۹۱/٦c
۹۰	٥٥/۹a	۱۰۸/۷b	۱۸۳/۱a	۱٦/٦c	۸٤/۳d

تراکم (هزار بوته در هکتار)	تعداد دانه در طبق	میزان روغن (٪)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۳۰	۷۸۱/۹a	۳٥/۸b	۲٦۸۳/۹c	۹٦٤/۳c
٤٥	٦۷۲/۳b	۳۸/۷a	۳۰۷۰/٤bc	۱۱۸۰/٥b
٦۰	٥۸۲/٥bc	۳۸/۸a	۳۳۰٦/۰b	۱۲۸۰/٥b
۷٥	٥٥٥/٤c	۳۸/۸a	٤۱۳۱/٦a	۱٦۱۱/٤a
۹۰	٥۳۲/۲c	۳۹/۲a	۳۹٥۸/۳a	۱٥٦۱/٤a

میانگین‌ها با حروف متفاوت اختلاف معنی دار در سطح احتمال ٥درصد دارند.

بیشترین افزایش درصد روغن در اثر افزایش تراکم به ۳۰ هزار بوته در هکتار مشاهده شد و سپس در تراکم‌های ٦۰ و ۷٥ هزار بوته در محدوده ۳۸/۷ تثبیت و در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار به طور نسبی افزایش یافت. با توجه به این‌که حداقل درصد روغن که در خرید دانه روغنی آفتابگردان توسط کارخانجات روغن‌کشی اعمال می‌شود ٤۰٪ می‌باشد این نتایج نشان می‌دهد که درصورتی‌که رقم لاکومکا در ایران به‌منظور استحصال روغن کشت شود لازم است با بالاترین تراکم یعنی ۹۰ هزار بوته در هکتار کشت شود تا حداقل اختلاف را با این آستانه داشته باشد. با این‌حال در این مورد عملکرد نهایی روغن تعیین‌کننده می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه و روغن (به‌ترتیب ٤۱۳۲ و ۱٦۱۱ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۷٥ هزار بوته در هکتار حاصل شد و لذا تراکم مناسب برای تولید روغن می‌باشد. بررسی نتایج مشابه نشان می‌دهد که عملکرد آفتابگردان روغنی تا تراکم ۸٥ هزار بوته در هکتار افزایش و سپس کاهش می‌یابد (Mojiri & Arzani, 2003). نتایج این بررسی با یافته‌های (Gubbels & Dedio, 1989) در کانادا و (Dipenbrock *et al.*, 2001) در اروپا مطابقت دارد. با این حال به‌دلیل اهمیت وزن هزاردانه در انواع آجیلی، تراکم ٤٥ هزار بوته با ایجاد تعادل بین عملکرد دانه و وزن هزاردانه تراکم مناسبی برای کشت رقم لاکومکا برای مصرف آجیلی است. این نتیجه منطبق با گزارش (Valadabadi *et al.*, 2008) است که در آن تراکم ٤٥ هزار بوته در هکتار برای کشت توده‌های مختلف آجیلی در منطقه خوی توصیه شده است، لذا با در نظر گرفتن دو عامل درصد روغن و عملکرد روغن، تراکم ۷٥ هزار بوته در هکتار برای کشت این رقم برای تهیه روغن و با در نظر گرفتن دو عامل وزن هزاردانه و عملکرد دانه، تراکم ٤٥ هزار بوته برای مصرف آجیلی مناسب‌تر است.

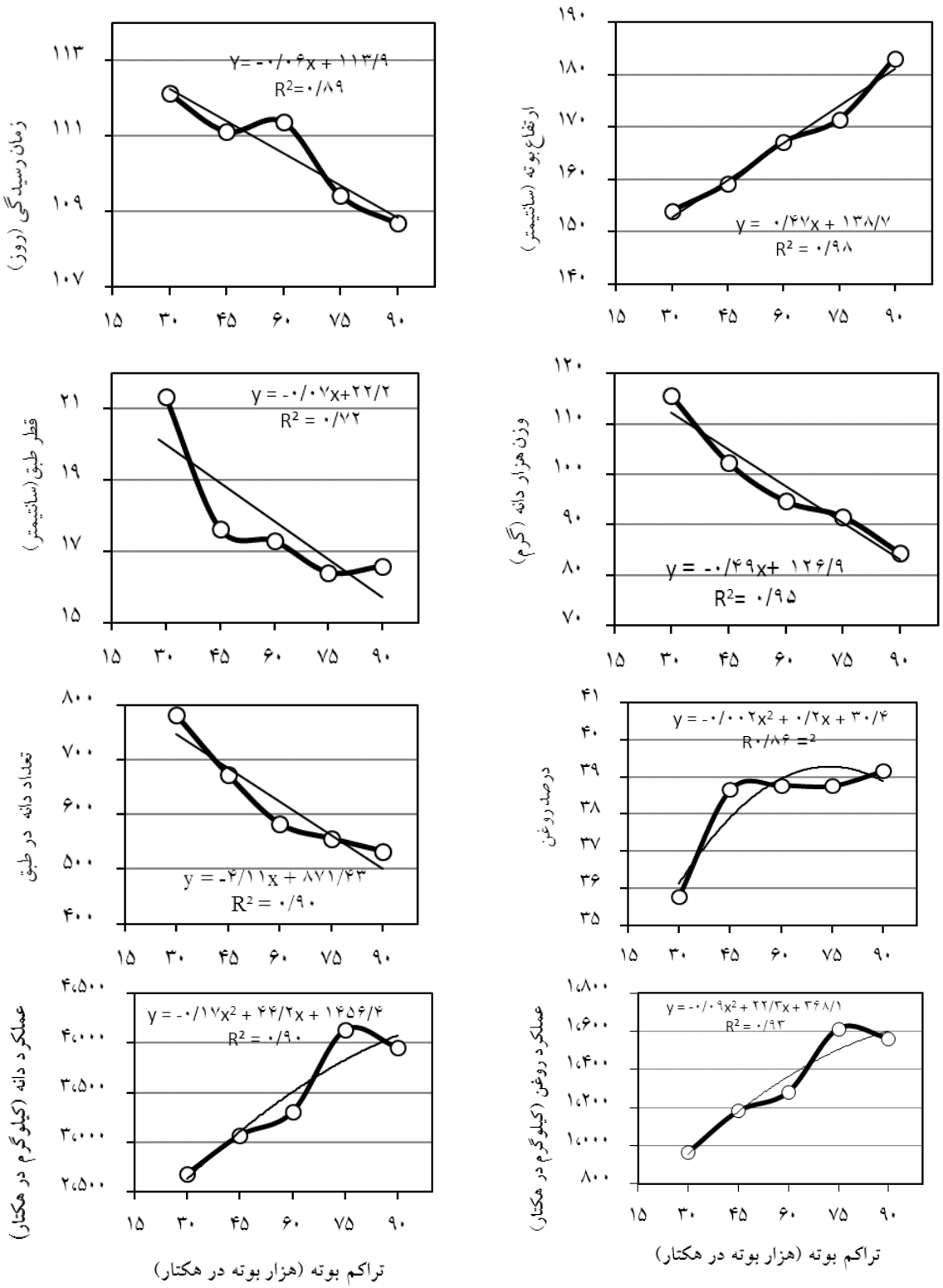
براساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون درصد روغن، ارتفاع بوته و تعداد دانه در طبق بیشترین تنوع موجود در عملکرد روغن را توجیه کرده (جدول ٦) و می‌توانند به‌عنوان متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی عملکرد روغن مورد استفاده قرار گیرند. درصد روغن و تعداد دانه در طبق دو جز اصلی

عملکرد روغن می‌باشند و به‌نظر می‌رسد اهمیت این دو در تشکیل عملکرد روغن بیش از وزن هزاردانه باشد. اهمیت تعداد دانه در طبق به عنوان مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت مشخص شده است (Shankar *et al*., 2006; Ghaffari & Haji Hoseinlou, 2013). به لحاظ همبستگی بالای عملکرد دانه و روغن، تعداد دانه می‌تواند تأثیر بیشتری در مقایسه با وزن هزاردانه بر عملکرد روغن بگذارد. به‌منظور بررسی رابطه تراکم بوته با عملکرد دانه و روغن برازش منحنی با استفاده از روش تجزیه رگرسیون صورت گرفت (شکل ۱). نتایج دلالت بر وجود رابطه خطی بین طول دوره رویش و تراکم بوته داشت به‌طوری‌که با افزایش تراکم‌بوته طول دوره رویش کاهش یافت. به‌دلیل این‌که زمان رسیدگی فیزیولوژیک براساس تغییر رنگ طبق و خشک شدن آن تعیین می‌شود (Schneiter & Miller, 1981). رابطه‌ای بین اندزه طبق و زمان رسیدگی ایجاد می‌شود به‌طوری‌که طبق‌های کوچک‌تر زودتر خشک شده و علایم رسیدگی را نشان می‌دهند. با افزایش تراکم بوته ارتفاع بوته به‌طور خطی افزایش و قطر طبق کاهش یافت. با توجه به تأثیر تراکم بوته که استفاده از نور و منابع غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gubbels & Dedio, 1989; Flenet *et al*., 1996)، افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا به‌دلیل رقابت بوته‌ها برای رسیدن به نور کافی و کاهش قطر طبق در اثر محدودیت منابع غذایی برای طبق‌ها می‌باشد. با توجه به همبستگی مثبت بین قطر طبق با وزن هزاردانه و تعداد دانه در طبق با افزایش تراکم بوته و کاهش قطر طبق هر دوی این اجزا به‌صورت خطی کاهش یافتند. با افزایش تراکم بوته طبق‌ها کوچک‌تر شده و در نتیجه هر دوی این اجزا با محدودیت مواجه می‌شوند. در مقابل به‌دلیل کاهش اندازه پوست در دانه‌های کوچک‌تر با افزایش تراکم بوته درصد روغن افزایش یافت ولی رابطه نوع درجه دوم برازش مناسبی را با داده‌های مشاهده شده داشت. نتایج این بررسی نشان داد که تراکم بوته با عملکرد دانه و روغن از رابطه درجه دوم برخوردار است. با افزایش تراکم از ۳۰ هزار به ٤٥ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه با شیب نسبتاً تندی افزایش یافت ولی تا تراکم ٦٠ هزار بوته در هکتار علی‌رغم افزایش عملکرد، شیب آن کمتر بود. بیشترین شیب افزایش عملکرد در اثر افزایش تراکم از ٦٠ هزار بوته به ۷۵ هزار بوته در هکتار مشاهده شد و بعد از آن در تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه و روغن کاهش یافت. برخی نتایج نشان داده است که در شرایط محیطی مطلوب با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش یافته و در تراکم‌های بالا ثابت می‌ماند (Wade & Forman, 1988). نتایج مشابهی در شرایط اصفهان نیز گزارش شده است (Mojiri & Arzani, 2003).

جدول ٦. ضرایب رگرسیون برای ویژگی‌های مرتبط با عملکرد روغن آفتابگردان

صفت	ضریب رگرسیون	ضریب رگرسیون استاندارد
شروع گل	۲٤/۹	۰/۱۳
دورهٔ رویش	-۲۵/۵	-۰/۱۸
ارتفاع بوته	۹/۰۱**	۰/٤۷
قطر طبق	-۱۸/۳	-۰/۱٦
وزن هزاردانه	۲/۳	۰/۱۰
تعداد دانه در طبق	۰/۸**	۰/۲۸
میزان روغن	۵۳/۲**	۰/۵۱
مقدار ثابت	-۱۲۲۲/۷	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد.



شکل ۱. رابطه ویژگی‌های زراعی با تراکم بوته آفتابگردان

براساس نتایج حاصل از این بررسی تغییر فاصله ردیف از ٦٠ به ٧٥ سانتی‌متر تأثیری بر عملکرد دانه و روغن و سایر ویژگی‌های زراعی نداشت، ولی تراکم بوته تأثیر معنی‌دار بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده داشت. با افزایش تراکم بوته رسیدگی فیزیولوژیک تسریع شد، ارتفاع بوته و درصد روغن افزایش و قطر طبق، وزن هزاردانه و تعداد دانه در طبق کاهش یافت. بیشترین وزن هزاردانه در تراکم‌های ٣٠ و ٤٥ هزار بوته در هکتار (١١٥–١٠٢ گرم) و بیشترین درصد روغن در تراکم‌های بالاتر از ٤٥ هزار بوته در هکتار در محدوده ٣٩٪ تثبیت شد. بیشترین عملکرد دانه و روغن (به‌ترتیب ٤١٣٢ و ١٦١١ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ٧٥ هزار بوته در هکتار حاصل شد و به‌دلیل ارتفاع بوته کمتر، وزن هزاردانه بالاتر و مصرف کمتر بذر مناسب کشت این رقم به‌منظور استحصال روغن می‌باشد. برای مصرف آجیلی تراکم ٤٥ هزار بوته در هکتار به‌دلیل عملکرد و وزن هزاردانه بیشتر مناسب است. صفات درصد روغن، ارتفاع بوته و تعداد دانه در طبق مؤثرترین ویژگی‌های برآوردکننده عملکرد روغن شناسایی شد و می‌توانند در مدل‌سازی برای برآورد عملکرد روغن مورد استفاده قرار گیرد. با افزایش تراکم بوته طول دوره رویش، قطر طبق، وزن هزاردانه و تعداد دانه در طبق به‌صورت خطی کاهش و ارتفاع بوته افزایش یافت. افزایش درصد روغن و عملکرد دانه و روغن از معادله درجه دوم تبعیت داشت. در مجموع با توجه به اهمیت تولید روغن توسعه این نوع ارقام به نفع تولید روغن در ایران نیست، با این‌حال برای مصرف خوراکی در صنایع شیرینی‌پزی و مصرف مستقیم مورد توجه تولیدکنندگان است، لذا کشت رقم لاکومکا در منطقه خوی آذربایجان‌غربی با تراکم ٧٥ و ٤٥ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب برای تولید روغن و مصرف آجیلی مناسب است.

منابع

Annonymous. (2018). Meteorological Office of West Azarbaijan.Retrieved from http://www.azmet.ir/.

Beg, A. S. S. P., Pourdad, S. S. & Alipour, S. (2007). Row and plant spacing effects on agronomic performance of sunflower in warm and semi-cold area of Iran. *Helia*, *30*(47), 99-104.

Babamiri, O. & Dinpazhoh, Y. (2016). Comparison and Evaluation of Twenty Methods for Estimating Reference Evapotranspiration Based on Three General Categories: Air Temperature, Solar Radiation and Mass Transfer in the Basin of Lake Urmia. *Journal of Water and Soil Science*. 20(77), 145-161.

Bindra, A. & Kharwara, P. C. (1992). Response of spring sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application and spacing. *Indian Journal of Agronomy*, *37*(2), 283-284.

Dipenbrock, W., Long, M. & Feil, B. (2001). Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. *Bodenkultur-Wien & Munchen*, *52*(1), 29-36.

Fazel, M. A. & Lack, S. H. (2011). The effects of irrigation–off at different growth stages, planting patterns and plant population on grain yield and dry matter remobilization of grain corn. *World Applied Sciences Journal*, *15*(4), 463-473.

Flenet, F., Kiniry, J. R., Board, J. E., Westgate, M. E. & Reicosky, D. C. (1996). Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. *Agronomy Journal*, *88*(2), 185-190.

Ghaffari, M. & Hoseinlou, S. H. (2013). Seed yield determinants of sunflower under drought stressed and well watered conditions. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, *4*(Special Issue), 3816-3823.

Ghaffari, M. & Mirzapour M. (2009). Agronomic characteristics and heritability of traits in confection sunflower populations in Khoy. Journal of Research in Crop Sciences, 1(3), 95-106.

Goksoy, A. T., Turan, Z. M. & Açikgöz, E. (1998). Effect of planting date and plant population on seed and oil yield and plant characteristics in sunflower. *Helia*, *21*, 107-116.

Gubbels, G. H. & Dedio, W. (1989). Effect of plant density and seeding date on early-and late-maturing sunflower hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, *69*(4), 1251-1254.

Holt, N. W. & Campbell, S. J. (1984). Effect of plant density on the agronomic performance of sunflower on dryland. *Canadian Journal of Plant Science*, *64*(3), 599-605.

Holt, N. W. & Zentner, R. P. (1985). Effect of plant density and row spacing on agronomic performance and economic returns of nonoilseed sunflower in southeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, *65*(3), 501-509.

Killi, F. & Ozdemir, G. (2001). Response of hybrid oilseed sunflower cultivars to plant density. Proceedings of the 3th Field Crops Congress. Tekirdag, Turkey Vol. 2, 29-32.

Kholghi, M., Bernousi, I., Darvishzadeh, R. & Pirzad, A. (2011). Correlation and path-coefficient analysis of seed yield and yield related trait in Iranian confectionery sunflower populations. *African Journal of Biotechnology*, *10*(61), 13058-13063.

Majid, H. R. & Schneiter, A. A. (1988). Semidwarf and conventional height sunflower performance at five plant populations. *Agronomy journal*, *80*(5), 821-824.

Malakouti, M. J., Majidi, A., Balali, M. R., Drodi, S. & Davoudi, H., Shahbazi K., (2003). Optimum fertilizer recommendation to crops and fruits in West Azarbaijan. Technical publication No.196. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran, p 39.

Metz, G. L., Green, D. E. & Shibles, R. M. (1984). Relationships between Soybean Yield in Narrow Rows and Leaflet, Canopy, and Developmental Characters. *Crop science*, *24*(3), 457-462.

Mojiri, A. & Arzani, A. (2003). Effect of nitrogen rate and plant density on yield and yield components of sunflower. *Journal of Water and Soil Science*, *7*(2), 115-125.

Olowe, V. I. O. (2005). Effect of plant population density on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the transition zone of south west Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension*, *8*, 37-44.

Poursakhi, N. & Khajehpour, M. R. (2012). Effect of Planting Pattern and Plant Density on Yield and Yield Components of Sunflower, Hisun-36 Hybrid. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(5), 1-12. (In Persian)

Robinson, R. G., Ford, J. H., Luenschen, W. E., Rabas, D. L., Smith, L. J., Warnes, D. D. & Wiersma, J. V. (1980). Response of Sunflower to Plant Population, *Agronomy Journal*, *72*(6), 869-871.

Suzer, S. (2010). Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. *Helia*, *33*(53), 207-214.

Schneiter, A. A. & Miller, J. F. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, *21*(6), 901-903.

Shankar, V. G., Ganesh, M., Ranganatha, A. R. G. & Bhave, M. H. V. (2006). A study on correlation and path analysis of seed yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agricultural Science Digest*, *26*(2), 87-90.

Valadabadi S.A., Moradi Aghdam A., Daneshian J., Zakerin H.R., Ghaffari M. & Roshdi M. (2008). The effect of plant density on phonology and yield traits of confectionary sunflower under water deficit conditions. *Plant and Ecosystem*, 4(13), 90-106. (In Persian)

Vannozzi, G. P. & Baldini M. (1988). The effect of plant density and "rectangularity" on achene yield in long and short stemmed sunflower cultivars. XII International Sunflower Conference, Yugoslavia. 1: 392-394.

Wade, L. J. & Foreman, J. W. (1988). Density multiply maturity interactions for grain yield in sunflower. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *28*(5), 623-627.

Xiao, S., Chen, S. Y., Zhao, L. Q. & Wang, G. (2006). Density effects on plant height growth and inequality in sunflower populations. *Journal of Integrative Plant Biology*, *48*(5), 513-519.

Yeremenko, O., Kalenska, S., Kiurchev, S., Rud, A., Chynchyk, O. & Semenov, O. (2017). Sunflower productivity under the effect of plant growth regulator in the conditions of insufficient moisture. *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine*, Traicon. 1(2), 196-217.

Zaffaroni, E. & Schneiter, A. A. (1991). Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. *Agronomy Journal*, *83*(1), 113-118.

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Relationship between agronomic characteristics and plant density in dual purpose oil-confectionery type sunflower

Mehdi Ghaffari*

Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: November 06, 2018 Accepted: December 29, 2018

Abstract

In order to study the effect of row spacing and plant density on agronomic traits of dual-purpose sunflower, cultivar Lakomka, a two-year study has been carried out in Khoy from 2014, which is a factorial experiment based on RCB design, with four replicates. The treatments of this experiment include row spacing at two levels (60 and 75 cm) along with five plant densities (30, 45, 60, 75, and 90 thousand plants.ha^{-1}). According to the results, there is no significant difference between 60 and 75 cm row spacing for any of the studied traits; however, plant density has a considerable effect on all these traits. As plants get denser, the phenological stages accelerate and head diameter decrease, even though plant height and oil content ascend. Also, seed weight is decreased from 115 g to 84 g, while oil content is increased from 36% to 39% as plant density rises from 30 to 90000 plants.ha^{-1}. The highest seed and oil yields (4132 and 1611 kg ha^{-1}) have been observed in plant density of 75000 plants.ha^{-1}. The regression analyses reveal that oil content, plant height, and seed number are the most effective traits to estimate oil yield. Results from this study indicate that plant densities of 75 and 45000 plants.ha^{-1} are optimum densities for production of cultivar Lakomka with the highest oil yield as well as confectionary usage in the city of Khoy, West Azarbaijan Province, Iran.

Keywords: Lakomka, oil yield, regression, row space, seed weight**.**

Corresponding author: ghaffari@areeo.ac.ir