

بررسی تاثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و ویژگی‌های کمی و کیفی آفتابگردان در منطقه دشت ناز ساری

سید مهدی عبادی^۱، سید محمد جواد میرهادی^۲، مرتضی مبلغی^۳ و حسین باقری^۴

(۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت واحد علوم و تحقیقات تهران

(۲) استاد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

(۳) مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس (دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران)

(۴) عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس (دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز)

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۰۷

چکیده

به منظور تعیین بهترین تراکم بوته آفتابگردان رقم ماستر، این پژوهش با فواصل بین ردیف ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر به عنوان فاکتور اصلی و ۴ تراکم ۶، ۷، ۸ و ۹ بوته در مترمربع به عنوان فاکتور فرعی به صورت آزمایش کرت خردشده که بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات زراعی دشت ناز مورد کشت قرار گرفته است انجام شد. نتایج نشان داد، اثر آرایش کاشت (فاصله خطوط کاشت) بر صفاتی مانند ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود. اما بر صفات اندازه سطح برگ، وزن هزار دانه و درصد روغن تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین اثر تراکم بوته بر صفات مورد بررسی، به جز درصد روغن، در سطح ۱ درصد و ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. به طوری که با افزایش تراکم از ۶ بوته به ۹ بوته در مترمربع اندازه سطح برگ و وزن هزار دانه کاهش یافت، ولی ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و عملکرد روغن افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه و روغن از آرایش کاشت ۵۰ سانتی‌متر با تراکم ۹ بوته در مترمربع با عملکردی معادل ۳۹۴۷ کیلوگرم (عملکرد دانه) و ۲۱۰۳ کیلوگرم (عملکرد روغن) بدست آمد. در ضمن لازم به یادآوری است که فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت متغیر بوده است.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، آرایش کاشت، تراکم بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه.

مقدمه

آفتابگردان از مهمترین دانه‌های روغنی در ایران و یکی از چهار گیاه روغنی عمده‌ی جهان (سویا، کلزا، آفتابگردان و بادام زمینی) است، که به‌منظور تامین روغن خوراکی کشت می‌شود (رهبر، ۱۳۸۶). تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته برای ارقام جدید از اقدامات ضروری جهت دستیابی به عملکرد مطلوب می‌باشد. تراکم‌های بسیار زیاد بوته موجب افزایش سایه‌اندازی در درون پوشش گیاهی شده و از طریق ایجاد محدودیت در میزان نوری که به بوته‌ها می‌رسد عملکرد و اجزای عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (رفیعی، ۱۳۸۳). در فاصله‌های ردیف کاشت ۴۵، ۶۰، ۷۵ و تراکم‌های ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار تفاوت معنی‌دار وجود داشت و بیشترین ارتفاع بوته مربوط به فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر بود. در این پژوهش بیشترین عملکرد در تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد (عارفی و همکاران، ۱۳۸۶). با افزایش تراکم، بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن در سه هیبرید مختلف آفتابگردان بدست آمد. این پژوهشگران همچنین بیان کردند به‌نظر می‌رسد افزایش درصد روغن در تراکم‌های بالا مربوط به درصد پوسته کمتر و وزن هزار دانه کمتر است (رهبر، ۱۳۸۶). با کاهش تراکم آفتابگردان میانگین عملکرد دانه کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه از ترکیب بیشترین فاصله بوته در روی خطوط و بیشترین فاصله بین خطوط کشت بدست آمد (مظاهری‌لقب و همکاران، ۱۳۸۴). طی تحقیقی انجام گرفته بر روی گیاه ذرت با تراکم‌های ۵/۵، ۶/۵، ۷/۵، ۸/۵ بوته در مترمربع و فاصله ردیف‌های ۵۵، ۶۵ و ۷۵ سانتی‌متر گزارش نمودند که بیشترین عملکرد مربوط به تراکم ۸/۵ بوته در مترمربع و فاصله ردیف ۵۵ سانتی‌متر بود (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۷۹). گزارش شده است که بیشترین عملکرد دانه در ذرت، مربوط به تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار می‌باشد و بیشترین وزن هزار دانه از کمترین تراکم موجود بدست آمد (زند، ۱۳۷۹). تراکم مطلوب ۸۰ هزار بوته آفتابگردان موجب گردید تا ضریب استهلاک نوری در زمان گرده-افشانی به ۶۸ درصد برسد. در ضمن بالاترین عملکرد را در بین تراکم‌های ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ هزار بوته مشاهده کردند (تقوی و همکاران، ۱۳۸۶). فاصله بوته در گلرنگ بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه، الگوی کاشت و ردیف کاشت دارد. به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه و عملکرد روغن در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر نسبت به ۱۰ سانتی‌متر عرض ۵۰ سانتی‌متر نسبت به ۶۰ سانتی‌متر حاصل گردیده است (پاساری و همکاران، ۱۳۸۴). با افزایش تراکم گیاه کلزا (۳۳، ۶۷، ۱۳۳ بوته در مترمربع) حداکثر سطح برگ و وزن خشک کل در فاصله زمانی زودتری حاصل شد (اوزونی و اصفهانی، ۱۳۸۵). با کاهش فاصله خطوط کاشت تا یک حد مطلوب عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Ashley et al., 2002). در تراکم‌های بالا به‌علت تجزیه کمتر اکسین، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد ولی ساقه‌ها نازکتر خواهند شد که در این حالت احتمال ورس را نیز افزایش می‌دهد (Andrade et al., 1993). آزمایش‌های دو ساله‌ای که Ikeda (۱۹۹۲) در ژاپن انجام داد بیانگر این بود که توزیع یکنواخت بوته‌ها به صورت الگوی مربعی باعث افزایش عملکرد گردید، همچنین در مقایسه الگوی کاشت زیگزاگ و مربعی، الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگ

عملکرد بیشتری را در سویا سبب گردید. طی بررسی انجام شده روی فاصله ردیف و تراکم بوته در واکنش هیبریدهای زودرس آفتابگردان، نشان دادند که عملکرد دانه با کاهش فاصله بوته‌های روی ردیف کاشت و افزایش تراکم بوته از ۵۵۰۰۰ به ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار روند صعودی داشت و این روند تا تراکم ۱۴۸۰۰۰ بوته نسبتاً ثابت ماند. همچنین با افزایش تراکم بوته، ارتفاع بوته و مقدار روغن دانه افزایش یافت ضمن این‌که تغییرات وزن دانه سیر نزولی داشت (Gubbels and Dedio, 1990). افزایش تراکم بوته از ۳۵۰۰۰ به ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار میانگین وزن دانه کاهش یافت اما درصد روغن دانه روند صعودی داشت (Zaffaroni and Schneider, 1991). در تحقیقاتی گزارش شده است که عملکرد آفتابگردان تحت شرایط ردیف‌ها و تراکم کاشت قرار می‌گیرد و عملکرد، وزن ماده خشک را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. با افزایش تراکم از ۳۶۰۰۰ به ۷۲۰۰۰ بوته در هکتار، عملکرد روغن از ۱۰۴۷ به ۱۵۰۰ کیلوگرم افزایش یافت، اما در درصد روغن تفاوت معنی‌دار نبود (Zubriski and Zimmerman, 1974). با توجه به این‌که کشت آفتابگردان رقم ماستر (Master) در منطقه دشت‌ناز ساری مورد بررسی و مطالعه قرار نگرفته اما براساس نتایج حاصل، شرایط مساعدی برای کشت آن وجود دارد. لذا این تحقیق جهت به حداکثر رساندن محصول آفتابگردان رقم ماستر از طریق تعیین بهترین آرایش کاشت و تراکم بوته انجام شد

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران (ایستگاه دشت ناز) با طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی فرودگاه دشت‌ناز ساری این منطقه دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد و مرطوب است و میزان بارندگی سالانه در این منطقه ۵۶۰/۰۵ میلی‌متر می‌باشد. منطقه دشت‌ناز از لحاظ اقلیمی جز مناطق مرطوب به شمار می‌رود. به‌منظور بررسی تعیین بهترین تراکم بوته یک رقم در دست معرفی آفتابگردان به نام ماستر با در نظر گرفتن فواصل مختلف بوته، با هدف استفاده بهینه هر چه بیشتر از زمین زراعی و افزایش عملکرد دانه آفتابگردان در واحد سطح، این پژوهش با فواصل بین ردیف ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر به‌عنوان فاکتور اصلی و ۴ تراکم ۶، ۷، ۸ و ۹ بوته در مترمربع به‌عنوان فاکتور فرعی به صورت آزمایش کرت خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار مورد کشت قرار گرفت. عملیات آماده‌سازی بستر بذر بر اساس نتایج تجزیه خاک به ترتیب شامل شخم پاییزه در سال قبل، شخم بهاره (که با مصرف ۲۵ کیلوگرم کود اوره، ۵۰ کیلوگرم پتاس و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هکتار که توسط دیسک با خاک مخلوط گردید) و کودپاشی کود اوره (۲۵ کیلوگرم) پس از رویش بذر از سطح خاک به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت. (جدول ۱)

در سطح قابل برداشت (۱۲۰۰ مترمربع)، پس از مشخص شدن حدود کرت‌های اصلی و تکرارها، فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. برای کاشت شیارهای به عمق ۴ سانتی‌متر به‌وسیله فوکا حفر گردید و ۴ بذر به فاصله مشخص برحسب تراکم‌های تعیین شده قرار گرفت و روی آنها با خاک پوشانده شد و سپس آبیاری انجام شد. پخش کود سرک نیتروژن قبل از گل‌دهی انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به‌وسیله وجین دستی در دو مرحله یکی قبل از گل‌دهی و دیگری بعد از گل‌دهی صورت گرفت. از آنجایی که گیاه آفتابگردان به سرعت رشد می‌کند و یک پوشش کامل ایجاد می‌نماید، علف‌های هرز زیادی در داخل کرت‌ها بعد از گل‌دهی به‌ویژه در تراکم‌های ۹ بوته در مترمربع مشاهده نشد و لذا از علف‌کش استفاده نگردید. عملیات تنک کردن در مرحله ۶ برگی انجام شد. در طول دوره‌ی رشد بیماری خاصی در گیاه مشاهده نگردید و تنها مشکل، حمله پرنده‌گان به ویژه گنجشک در مرحله رسیدن دانه بود. برای جلوگیری از خسارت این پرنده‌گان طبقه‌ها با کاغذ روزنامه پوشانیده شد. هنگامی که پشت طبقه‌ها متمایل به رنگ قهوه‌ای گردید عملیات برداشت انجام شد. اندازه‌گیری سطح برگ به وسیله دستگاه LEAF AREA METER انجام شد. برای تعیین وزن هزار دانه، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی دانه از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شد، که پس از تعیین وزن آنها با احتساب رطوبت ۸ درصد، میانگین آن محاسبه گردید و با ضرب آن در عدد ۱۰ وزن هزار دانه بدست آمد. عملکرد دانه، با جدا کردن دانه‌های موجود در مساحت برداشت شده (۳ مترمربع از وسط هر کرت) و وزن کردن آنها بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد. درصد روغن با استفاده از دستگاه (Nuclear Magnetic Resonance) اندازه‌گیری شد. این دستگاه مواد را بر اساس وزن خشک مطلق اندازه می‌گیرد و درصد روغن‌های داده شده بر اساس وزن خشک کامل دانه است. عملکرد روغن در هکتار از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه گردید. تجزیه واریانس با نرم افزار MSTATC صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها نیز به‌وسیله نرم افزار EXCEL انجام شد.

جدول ۱: مشخصات خاک محل آزمایش

PH	هدایت الکتریکی dc/m	کربن آلی درصد	نیتروژن درصد	گوگرد mg/kg	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	شن درصد	سیلت درصد	رس درصد	بافت خاک لومی
۷/۳۶	۰/۵۶	۱/۸	۰/۲	۶/۷	۸	۲۰۲	۴۴	۳۳	۲۳	

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم و همچنین اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم بر ارتفاع ساقه، اندازه سطح برگ، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح آماری ۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار بود اما

درصد روغن تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت. با افزایش تراکم، اندازه سطح برگ و وزن هزار دانه روند نزولی داشت، ولی در ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و روغن با افزایش تراکم سیر صعودی مشاهده گردید (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی آفتابگردان تحت تاثیر تراکم و آرایش کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	اندازه سطح برگ (سانتیمترمربع)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرددانه (کیلوگرم درهکتار)	درصدروغن	عملکردروغن (کیلوگرم درهکتار)
تکرار	۳	۱۵/۲۹۹ ^{ns}	۱۴۰/۹۶۵ ^{ns}	۸۲/۲۴۳*	۱۲۴۶۸۹۱/۳۵۴*	۰/۸۱۶ ^{ns}	۳۵۸۳۳۰/۸۵۴*
آرایش کاشت	۲	۴۳/۵۶۰ ^{ns}	۱۰۰۹/۶۴۶**	۱۳/۲۷۱ ^{ns}	۲۷۵۱۷۹۸/۸۱۳**	۰/۳۱۸ ^{ns}	۷۸۶۳۷۹/۳۹۶**
اشتباه a	۶	۸/۸۳۵	۵۶/۳۴*	۱۳/۴۱*	۱۷۶۷۱۶/۸۹۶	۰/۵۲۹	۴۴۸۲۲/۸۱۳
تراکم آرایش	۳	۲۲/۲۰۶*	۴۰۹/۱۳۲**	۴۰/۹۱۰*	۳۱۳۸۱۷/۷۹۹*	۱/۵۹۲ ^{ns}	۱۰۲۹۰۷/۱۳۲*
کاشت×تراکم	۶	۲۴/۳۰۷**	۳۲۴/۶۷۴**	۳۹/۰۷۶**	۲۵۸۱۸۳/۶۷۴*	۰/۸۶۰ ^{ns}	۶۵۹۸۳/۳۴۰*
اشتباه b	۲۷	۷/۲۷۹	۲۲/۶۰۴	۱۰/۸۹۱	۸۳۹۱۱/۲۷۱	۰/۶۱۸	۲۳۵۶۴/۳۶۳
ضریب غییرات/٪		۱۳/۲۹	۲/۵۸	۴/۸۵	۱۷/۹۴	۱/۴۷	۸/۷۸

ns، **، * به ترتیب، بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی داری در سطح ۰/۵ و ۰/۱ می باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی آفتابگردان تحت تاثیر تراکم و آرایش کاشت

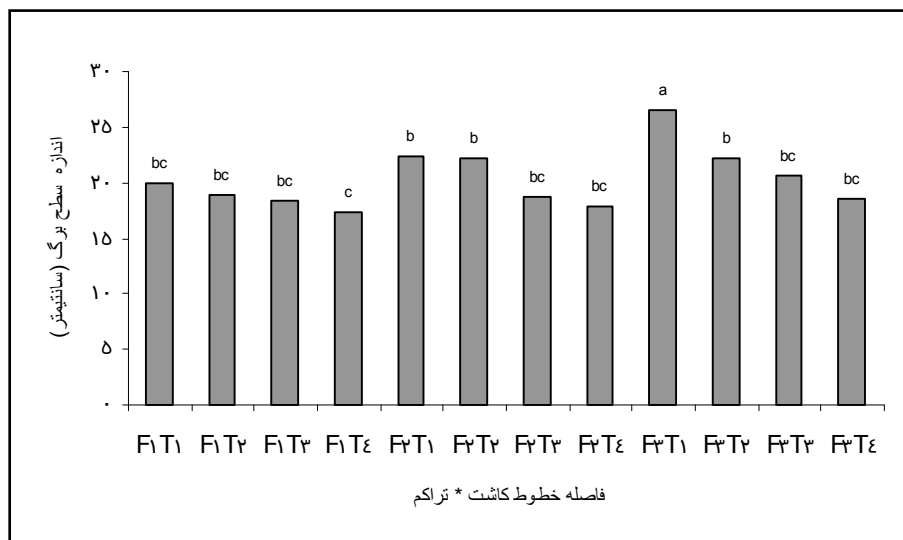
تیمار	اندازه سطح برگ (سانتیمترمربع)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم درهکتار)
۵۰	۱۸/۶۵ ^b	۱۸۴ ^a	۶۷/۱۳ ^a	۳۶۸۱ ^a	۵۳/۵۵ ^a	۱۹۴۷ ^a
آرایش کاشت (سانتیمتر)						
۶۰	۲۰/۳۱ ^{ab}	۱۸۱/۸ ^a	۶۷/۸۸ ^a	۳۳۴۷ ^a	۵۳/۴۹ ^a	۱۷۸۷ ^a
۷۰	۲۱/۹۵ ^a	۱۷۴/۵ ^b	۶۸/۹۴ ^a	۲۸۲۲ ^b	۵۳/۳۸ ^a	۱۵۰۹ ^b
تراکم						
۶	۲۱/۹۹ ^a	۱۷۷/۵ ^b	۷۰/۵۸ ^a	۳۰۹۸ ^b	۵۳/۰۳ ^b	۱۶۴۱ ^b
۷	۲۰/۶۵ ^{ab}	۱۸۱/۴ ^b	۶۸ ^{ab}	۳۲۱۷ ^{ab}	۵۳/۴۳ ^{ab}	۱۷۲۰ ^{ab}
(بوته در مترمربع)						
۸	۱۹/۷۸ ^{ab}	۱۸۷ ^a	۶۶/۶۷ ^b	۳۲۸۰ ^{ab}	۵۳/۵۱ ^{ab}	۱۷۶۸ ^{ab}
۹	۱۸/۷۵ ^b	۱۹۰/۷ ^a	۶۶/۴۲ ^b	۳۴۸۴ ^a	۵۳/۹۲ ^a	۱۸۶۲ ^a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون برای عامل، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۰/۵ با استفاده از آزمون دانکن با هم ندارند.

اندازه سطح برگ

بیشترین اندازه سطح برگ در تراکم ۶ بوته در مترمربع با میانگین ۲۱/۹۹ سانتی‌متر و کمترین آن در تراکم ۹ بوته در مترمربع با میانگین ۱۸/۷۵ سانتی‌متر مشاهده شد. بین تراکم‌های ۷ و ۸ بوته در مترمربع تفاوت معنی دار نبود (جدول ۳). در

واقع آنچه که باعث کاهش اندازه سطح برگ می شود کاهش فضای محیط به دلیل افزایش تراکم و کاهش جذب مواد غذایی به دلیل افزایش رقابت بین بوته ها می باشد. هرچه تراکم بوته افزایش یابد به علت کاهش فاصله، برگ ها روی هم سایه اندازی کرده و رشد کمتری دارند در واقع می توان گفت که در تراکم های بالا، گیاه در محدودیت های فضایی و غذایی قرار می گیرد (Zubriski and Zimmerman, 1974). مقایسه میانگین های اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم نشان داد که بیشترین اندازه سطح برگ از فاصله خطوط کاشت ۷۰ سانتی متر با تراکم ۶ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۴). با به کار بردن مدیریت های صحیح زراعی مناسب از قبیل تراکم مناسب و فاصله خطوط کاشت در جهت به حداقل رساندن رقابت گیاهان می توان حداکثر پوشش سطح سبز رنگ را حفظ نمود (شکل ۱).



شکل ۱: تغییرات اندازه سطح برگ در فاصله خطوط کاشت با تراکم

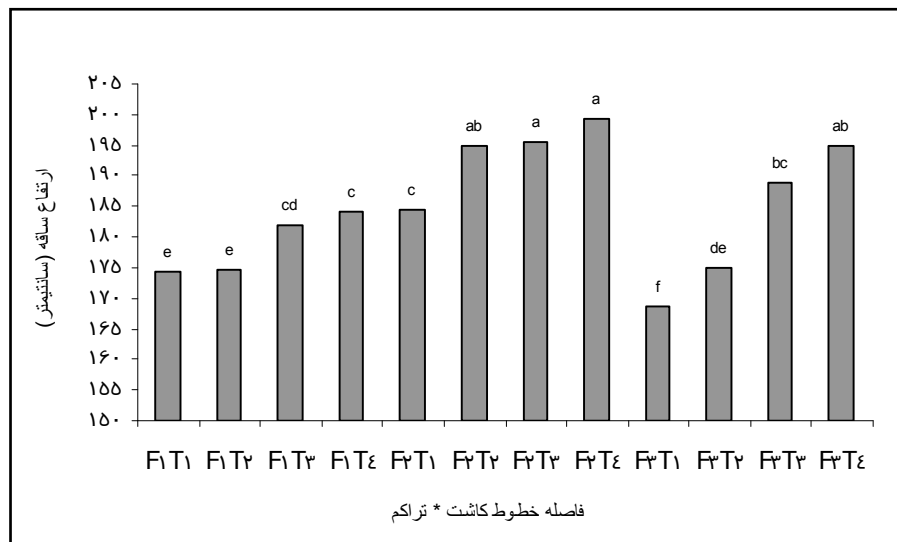
جدول ۴: مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی آفتابگردان تحت تاثیر برهمکنش آرایش کاشت و تراکم بوته

فاصله خطوط کاشت	تراکم بوته	اندازه سطح برگ (سانتیمترمربع)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر)	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم درهکتار)
۵۰ سانتیمتر	۶ بوته	۱۹/۹۵ ^{bc}	۱۷۴/۳ ^e	۷۱/۵ ^{abc}	۳۳۴۱ ^{bcd}	۵۳/۲۵ ^{ab}	۱۸۱۳ ^{bcd}
۵۰ سانتیمتر	۷ بوته	۱۸/۸۵ ^{bc}	۱۷۴/۵ ^e	۶۶ ^d	۳۵۴۵ ^{abc}	۵۳/۳۱ ^{ab}	۱۸۶۹ ^{abc}
۵۰ سانتیمتر	۸ بوته	۱۸/۴ ^{bc}	۱۸۱/۸ ^{cd}	۶۵/۷۵ ^d	۳۷۳۱ ^{ab}	۵۳/۳۳ ^{ab}	۲۰۰۳ ^{ab}
۵۰ سانتیمتر	۹ بوته	۱۷/۴ ^c	۱۸۴ ^c	۶۵/۲۵ ^d	۳۹۴۷ ^a	۵۴/۳۶ ^a	۲۱۰۳ ^a
۶۰ سانتیمتر	۶ بوته	۲۲/۴۲ ^b	۱۸۴/۳ ^c	۷۲/۷۵ ^{ab}	۳۱۸۲ ^{cde}	۵۲/۸ ^b	۱۶۸۲ ^{cde}
۶۰ سانتیمتر	۷ بوته	۲۲/۱۳ ^b	۱۹۴/۸ ^{ab}	۶۶/۲۵ ^{cd}	۳۲۳۹ ^{cde}	۵۲/۸ ^b	۱۷۵۰ ^{cde}
۶۰ سانتیمتر	۸ بوته	۱۸/۷۷ ^{bc}	۱۹۵/۶ ^a	۶۶/۲۵ ^{cd}	۳۳۷۹ ^{bcd}	۵۳/۷۲ ^{ab}	۱۸۰۱ ^{bcd}
۶۰ سانتیمتر	۹ بوته	۱۷/۹ ^{bc}	۱۹۹/۳ ^a	۶۵/۵ ^d	۳۵۷۰ ^{abc}	۵۴/۰۸ ^{ab}	۱۹۱۶ ^{abc}
۷۰ سانتیمتر	۶ بوته	۲۶/۴۵ ^a	۱۶۸/۵ ^f	۷۳/۵ ^a	۲۶۵۲ ^f	۵۲/۸۳ ^b	۱۴۸۰ ^f
۷۰ سانتیمتر	۷ بوته	۲۲/۱۷ ^b	۱۷۵ ^{de}	۶۸/۵ ^{abcd}	۲۸۷۱ ^e	۵۳ ^b	۱۵۵۱ ^e
۷۰ سانتیمتر	۸ بوته	۲۰/۶۷ ^{bc}	۱۸۸/۸ ^{bc}	۶۷/۷۵ ^{bcd}	۲۹۳۷ ^{de}	۵۳/۶۶ ^{ab}	۱۵۶۸ ^{de}
۷۰ سانتیمتر	۹ بوته	۱۸/۵ ^{bc}	۱۹۵ ^{ab}	۶۶/۷۵ ^{cd}	۳۱۲۹ ^{cde}	۵۳/۹۴ ^{ab}	۱۶۶۵ ^{cde}

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون برای هر عامل، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن با هم ندارند.

ارتفاع ساقه

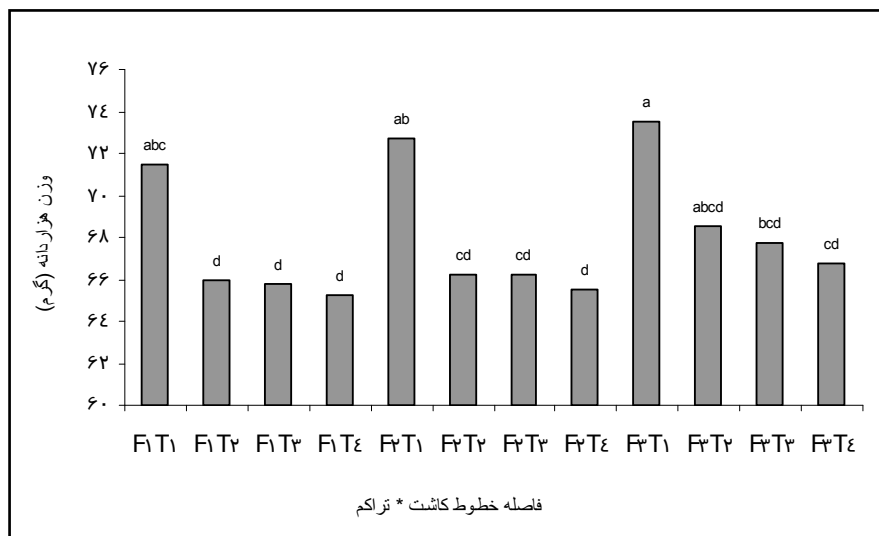
بیشترین ارتفاع ساقه در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار با میانگین ۱۹۰/۷ سانتی‌متر و کمترین آن در تراکم ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار با میانگین ۱۷۷/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. بین تراکم‌های ۸۰۰۰۰ و ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم نشان داد بیشترین ارتفاع ساقه با میانگین ۱۹۹/۳ سانتی‌متر از فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی‌متر با تراکم ۹ بوته در مترمربع بود (جدول ۴)، در واقع آنچه که باعث افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های زیاد می‌شود افزایش رقابت برای جذب مواد غذایی و حداکثر استفاده از نور در مقایسه با تراکم‌های پایین است. در تراکم‌های بالا به علت تجزیه کمتر اکسین ارتفاع بوته افزایش می‌یابد ولی ساقه‌ها نازک‌تر خواهند شد (Andrade *et al.*, 1993). در آزمایشی طی بررسی واکنش هیبریدهای زودرس آفتابگردان به فاصله ردیف و تراکم بوته نشان داده شد که با افزایش تراکم بوته از ۵۵۰۰۰ به ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار، ارتفاع بوته افزایش یافت (Gubbels and Dedio, 1990) (شکل ۲).



شکل ۲: تغییرات ارتفاع ساقه در فاصله خطوط کاشت با تراکم

وزن هزار دانه

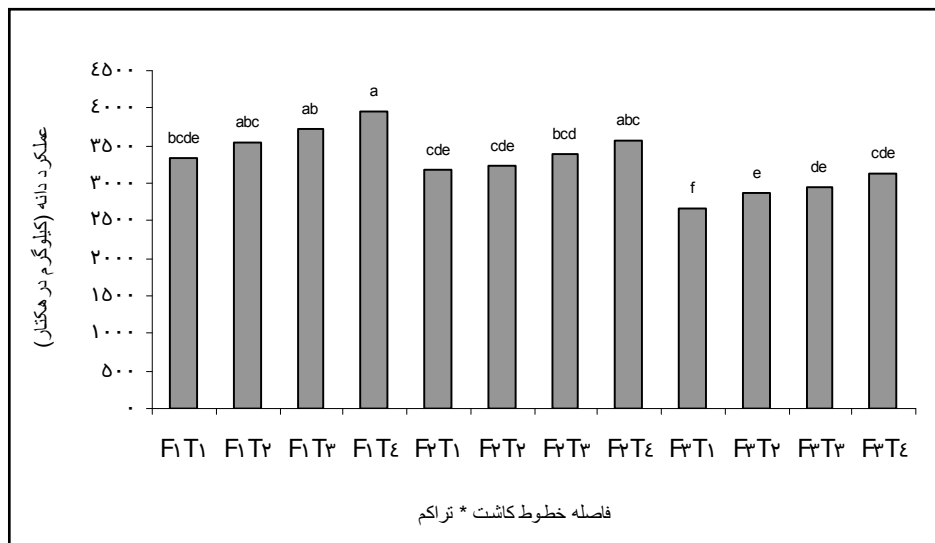
نتایج حاصل نشان داد که تراکم ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار با میانگین ۷۰/۵۸ گرم به‌عنوان بیشترین و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار با میانگین ۶۶/۴۲ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشت. البته بین دو تراکم ۷۰۰۰۰ و ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). با افزایش فاصله بوته‌ها، نفوذ نور به درون جامعه گیاهی به سهولت انجام می‌گیرد و فتوسنتز گیاه در مقایسه با تراکم‌های زیاد، بیشتر خواهد بود. که همین مسئله در ارسال مواد فتوسنتزی کافی به دانه از اهمیت بیشتری برخوردار است. با افزایش تراکم بوته از ۳۵۰۰۰ به ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار وزن هزار دانه کاهش یافت (Zaffaroni and Schneiter, 1991). برخی دیگر از محققان نیز به نتایج مشابهی اشاره کرده‌اند (Robinson *et al.*, 1980). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم نشان داد بیشترین وزن هزار دانه از فاصله کاشت ۷۰ سانتی‌متر با تراکم ۶ بوته در مترمربع با میانگین ۷۳/۵ گرم مشاهده شد و کمترین آن از فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر با تراکم ۹ بوته در مترمربع با میانگین ۶۵/۲۵ گرم حاصل گردید (جدول ۴). که علت آن کمتر بودن رقابت در تراکم‌های پایین نسبت به جذب آب، مواد غذایی و نور در مقایسه با تراکم‌های بالا می‌باشد. با بررسی روند رشد و عملکرد ارقام گل‌دیس، گل‌شید و آذرگل در تراکم‌های ۵، ۶، ۸ و ۱۱ بوته در مترمربع اعلام کرده وزن هزار دانه در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع نسبت به تراکم‌های ۵، ۶ و ۸ بوته در مترمربع کاهش داشته است (هادی، ۱۳۸۸). با افزایش تراکم وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Zaffaroni and Schneiter, 1991) (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات وزن هزار دانه در فاصله خطوط کاشت با تراکم

عملکرد دانه

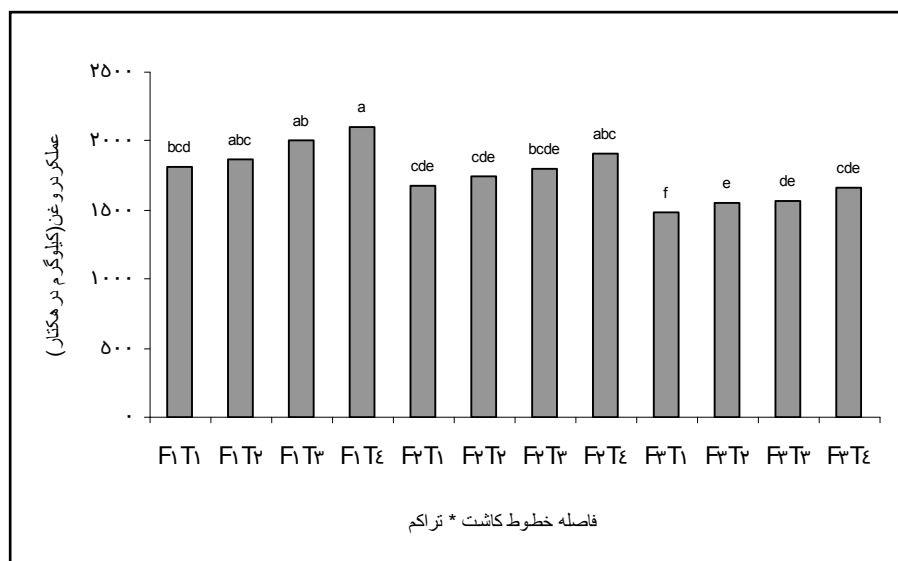
در بررسی انجام گرفته بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۴۸۴ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار و کمترین آن با میانگین ۳۰۹۸ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده شد. بین تراکم‌های ۷، ۸ و ۹ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۳). در گیاه آفتابگردان برخلاف گیاهان زراعی که توانایی تولید پنجه را دارا می‌باشند و تراکم بوته اثر چندانی بر روی عملکرد آنها ندارد، به علت تک شاخه بودن و عدم پنجه‌دهی کاهش تراکم منجر به کاهش عملکرد می‌شود و با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش می‌یابد. طی آزمایشی گزارش شده است که تراکم مطلوب ۸۰۰۰۰ بوته آفتابگردان موجب گردید تا ضریب استهلاک نوری در زمان گرده‌افشانی به ۶۸ درصد برسد و بالاترین عملکرد در بین تراکم ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ هزار بوته در هکتار می‌باشد (تقوی و همکاران، ۱۳۸۲). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر با تراکم ۹ بوته در مترمربع با عملکردی معادل ۳۹۴۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (مظاهری و همکاران، ۱۳۸۴) (جدول ۳). با افزایش تراکم، عملکرد دانه افزایش می‌یابد و به عبارتی در تراکم‌های پایین، تولید ماده خشک و جذب تابش خورشیدی کمتر است، که علت این کاهش به نظر می‌رسد به دلیل کمتر بودن سطح برگ در تراکم‌های پایین می‌باشد که با نتایج Zaffaroni و Schneiter (۱۹۹۱) همخوانی دارد (Ferreira and Abreu, 2001) (شکل ۴).



شکل ۴: تغییرات عملکرد دانه در فاصله خطوط کاشت با تراکم

عملکرد روغن

بیشترین عملکرد روغن با میانگین ۱۸۶۲ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار و کمترین آن با میانگین ۱۶۴۱ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده شد. البته بین تراکم‌های ۷، ۸ و ۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی-داری دیده نشد (جدول ۲). عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن آن است. بنابراین با افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد، به همین جهت سطوح تراکم بوته با عملکرد بالا از عملکرد روغن بیشتری برخوردار بودند. با افزایش تراکم، عملکرد روغن افزایش می‌یابد که با نتایج Zimmermann و Zubriski (۱۹۷۴) مطابقت دارد (رهبر، ۱۳۸۶). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش فاصله خطوط کاشت با تراکم نشان داد که بیشترین عملکرد روغن از فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر با تراکم ۹ بوته در مترمربع با عملکردی معادل ۲۱۰۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴ و شکل ۵).



شکل ۵: تغییرات عملکرد روغن در فاصله خطوط کاشت با تراکم

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تراکم بوته تاثیر معنی داری بر ارتفاع ساقه، اندازه سطح برگ، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن داشت، ولی درصد روغن تحت تاثیر تراکم بوته قرار نگرفت. و افزایش تراکم بوته (فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتیمتر و تراکم ۹ بوته در مترمربع)، با وجود افزایش ارتفاع ساقه، کاهش اندازه سطح برگ و کاهش وزن هزار دانه سبب افزایش مهم ترین صفات موثر در تولید اقتصادی (عملکرد دانه و عملکرد روغن) گردید. به نظر می رسد که علت این تغییرات به دلیل تعداد بوته بیشتر در واحد سطح و استفاده بهینه از منابع در دسترس است. همچنین افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث کاهش میزان نفوذ نور تا حدی در کانوپی شده که در نهایت باعث کاهش علف هرز و کاهش فرسایش خاک می گردد که این را می توان به عنوان یکی از راه های مبارزه با علف هرز در مزارع مورد توجه قرار داد. با توجه به نتایج حاصله کشت آفتابگردان رقم ماستر در جهت افزایش کسب مزایای اقتصادی و سایر مزایای اکولوژیکی (مبارزه با علف های هرز، کاهش فرسایش خاک) به زارعین معرفی می گردد.

منابع

- اسماعیلی، م.، ع.، قنبری، ع.، ر. و بانکه ساز، ا.، ۱۳۷۹. اثر تراکم و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم SC۴۰۷ در شرایط آب و هوایی مازندران (ساری). چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات بابلسر. ایران. ص ۳۳۶.
- اوزونی، ع. و اصفهانی، م.، ۱۳۸۵. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد و کارایی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ دار. مجله علوم زراعی ایران، سال ۹، شماره ۴، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۴۰۰-۳۸۲.
- پاساری، ب.، محمدی، ق. و درویش، ۱۳۸۴. بررسی تاثیر الگو و آرایش کاشت، عرض ردیف و فاصله بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد، روغن و برخی خصوصیات مورفولوژیک کلرنگ در نظام کشت دوگانه در منطقه سنندج. مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی، سال ۱۳، شماره ۴، واحد علوم و تحقیقات تهران، ۹۷۲-۹۵۹.
- تقوی، د.، محمدی، ق. و ولدیان، ۱۳۸۶. بررسی رابطه ضریب استهلاک نوری و تراکم بوته بر عملکرد دانه در ارقام آفتابگردان آجیلی. مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی، سال ۱۳، شماره ۲، واحد علوم و تحقیقات تهران، ۴۱۴-۴۰۵.
- رفیعی، م.، ۱۳۸۳. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۰. خلاصه مقالات بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، ۲۳۲-۲۱۷.

- رهبر، س.، ۱۳۸۶. بررسی اثر تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ۱۰۸ صفحه.
- زند، ب.، ۱۳۷۹. بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۶۴۷. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، بابلسر، ایران. ص ۴۹۱.
- عارفی، س.، افشار، و. و رضایی، ع.، ۱۳۸۶. تاثیر تراکم و فواصل بین ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید ۴۰۴ در کشت دوم در منطقه میان‌دوآب، خلاصه مقالات علوم کشاورزی، سال اول، شماره ۳، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز.
- مظاهری لقب، ح.، مرادی، و سپهری، ح.، ۱۳۸۴. ارزیابی تاثیر تاریخ و الگوی کاشت بر عملکرد رقم آروماویریسکی آفتابگردان در منطقه مریوان. خلاصه مقالات کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۱۵۱.
- هادی، ه.، ۱۳۸۸. بررسی روند رشد و عملکرد چند رقم آفتابگردان در تراکم‌های مختلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۱۴ صفحه.
- Andrade, A., Wolf, D.W. and Fereres, E., 1993. Leaf expansion, photosynthesis, and water Relations of sunflower plants grown on compacted soil. *Plant and soil*. 149: 175 – 184.
- Ashley, R.O., Eriksmoen, E.D., Whitney M.B. and Rettinger, B., 2002. sunflower date of planting study in western North Dakota ,Annual Report Dickinson Research Extension center.
- Ferreira, A.M. and Abreu, F.G., 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two Densities .2001 portugal , Elsevier Science, 369-383.
- Gubbels, G.H. and Dedio, W., 1990. Response of early -maturing sunflower hybrids to row spacing and plant density. *Can. J.plant Sci.* 70: 1169-1171.
- Ikeda, T., 1992. Soybean planting patterns in relation to yield and yield components. *Agron. J.* 84:923-929
- Robinson, R.G., Ford, J.H., Lueschen, W.E., Rabas, D.L., Smith, L.J., Warnes, D.D. and Wiersma, J.V., 1980. Response of Sunflower to Plant Population. *Agron.J.*73:869-871.
- Zaffaroni, E. and Schneiter, A.A., 1991. Sunflower Production as influenced by Plant type, Plant Population and Row Management. *Agron. J.* 83:113-118.
- Zubriski, J.C. and Zimmerman, D.C., 1974. Effects of nitrogen phosphorous and Plant density on sunflower. *Agron .J.* 66:798-801.