

## تأثیر تراکم بوته بر روند رشد و عملکرد سه هیبرید آفتابگردان

(*Helianthus annuus L.*) در کشت دوم

روژان قلندری<sup>۱</sup>، فرخ رحیمزاده خوئی<sup>۲</sup>، محمود تورچی<sup>۲\*</sup>، بهنام بهتری<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: 87/12/20 تاریخ پذیرش: 88/9/1

1- دانشجویان سابق کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- اساتید گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: [E-mail: toorchi@tabrizu.ac.ir](mailto:toorchi@tabrizu.ac.ir)

### چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر روند رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان، آزمایشی در سال 1383 در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل سه رقم هیبرید آفتابگردان (آزرگل، آلیستار و ایروفلور) و چهار تراکم بوته در واحد سطح (6، 8، 10 و 12 بوته در مترمربع) بودند. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح میزان تولید ماده خشک در واحد سطح (*DM*)، سرعت رشد محصول (*CGR*) و سرعت رشد نسبی (*RGR*) افزایش یافت. میزان شاخص سطح برگ (*LAI*) با افزایش تراکم بوته در مراحل اولیه رشد به کندی افزایش یافت ولی با شروع مرحله رشد سریع گیاه، به سرعت اضافه گردید. میزان تولید ماده خشک و *CGR* در دو هیبرید آزرگل و ایروفلور بیشتر از آلیستار بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه به طور معنی‌دار تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفتند. با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد دانه و روغن در واحد سطح افزایش یافت. هرچند در تراکم‌های پایین میزان عملکرد دانه در طبق بیشتر از تراکم‌های بالا بود ولی این افزایش به اندازه‌ای نبود که کاهش عملکرد ناشی از کاهش تعداد بوته در واحد سطح را جبران نماید.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تراکم، تجزیه رشد و عملکرد

## Effect of Plant Density on Growth and Yield of Three Sunflower Hybrids (*Helianthus annuus L.*) as a Second Crop

R Ghalandari<sup>1</sup>, F Rhimzadeh Khoei<sup>2</sup>, M Toorchi<sup>2\*</sup> and B Behtari<sup>1</sup>

Received: 10 March 2009 Accepted: 22 November 2009

<sup>1</sup>Former MSc Students, Dept of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

<sup>2</sup>Profs, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

\*Corresponding author: E-mail: [toorchi@tabrizu.ac.ir](mailto:toorchi@tabrizu.ac.ir)

### Abstract

In order to study the effects of plant density on growth, yield and oil percentage of three sunflower hybrids (Azargol, Alistar, Eroflor) an experiment was conducted at Agriculture Research Station of Myandoab in 2004. These hybrids were sown at four densities of 6, 8, 10 and 12 plants  $m^{-2}$  as factorial based on randomized complete block design with three replications. The results showed that dry matter accumulation (DM), crop growth rate (CGR) and relative growth rate (RGR) were increased with increasing plant density. By increment plant density, leaf area index (LAI) was slowly increased in early stages of growth but with beginning of plant rapid growth, increased dramatically. DM and CGR in Azargol and Eroflor were greater than Alistar. Analysis of variance showed that all traits were significantly affected by plant density. Yield per unit area, oil percentage and oil yield per unit area were increased, with increasing plant density. Although seed yield per plant at low densities was greater than that of high densities, but this increment was not enough for compensating the reduction of yield due to low density.

**Keywords:** Density, Growth Analysis, Sunflower, Yield

### مقدمه

دانه با افزایش تراکم گیاهی به شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، مجموع ماده خشک بیشتر در واحد سطح و نیز تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به اجزای زایشی گیاه که به صورت افزایش شاخص برداشت در واحد سطح جلوه‌گر شده است، مربوط می‌باشد. آفتابگردان قادر است تراکم‌های مختلف گیاهی را با تنظیم برخی از اجزای عملکرد خود از قبیل قطر طبق و نیز وزن و تعداد دانه در طبق جبران نماید (کارتر ۱۹۷۸ و زافرونی و شنیتز ۱۹۹۱).

عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و میزان روغن دانه است، بدین جهت عملکرد روغن بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه قرار دارد و نقش درصد روغن در آن کمتر است (آندریا و همکاران ۱۹۹۵). گوبلس و دیدیو (۱۹۹۰) نشان دادند که با افزایش تراکم گیاهی درصد

آفتابگردان با نام علمی *Helianthus annuus L.* یکی از مهمترین دانه‌های روغنی دنیا بوده و در بین دانه‌های روغنی از نظر میزان محصول تولیدی، بعد از سویا و کلزا سومین گیاه زراعی یکساله روغنی جهان محسوب می‌شود (فرانسیسکو ۱۹۹۶). تجزیه و تحلیل کمی رشد، روشی برای شناخت حرکت مواد فتوسنتزی در گیاه از طریق اندازه‌گیری تولید ماده خشک در واحد سطح در طول فصل رشد است و امکان توضیح و تفسیر عکس‌العمل گیاه را نسبت به شرایط محیطی فراهم می‌کند (برون ۱۹۸۴).

عملکرد آفتابگردان بشدت تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار می‌گیرد. بنابراین یکی از مسایل عمده در رابطه با کشت، انتخاب مناسبترین تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد (اسچی و همکاران ۱۹۹۶). افزایش عملکرد

وزن خشک موجود در گیاه در واحد زمان می باشد (سرمدنیا و کوچکی 1370). سرعت رشد نسبی به عنوان برآورد اساسی تولید ماده خشک به کار میرود و می توان آن را برای مقایسه کارایی گونه ها یا اثرات دما در شرایط معین به کار برد (سرمدنیا و کوچکی 1370، کریمی 1372).

سارمال و همکاران (1992) مشاهده کردند که با افزایش تراکم گیاهی میانگین  $RGR^3$  در گیاه باقلا کاهش یافت و بیشترین مقادیر  $RGR$  در تراکم گیاهی پایین تر و در مرحله 35 تا 70 روز بعد از کاشت حاصل گردید.

با توجه به بررسی های انجام شده، مهمترین اهداف این پژوهش؛ تعیین اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات کمی و عملکرد روغن هیبریدهای آفتابگردان، شناسایی رقم یا ارقامی که بطور نسبی محصول بیشتری تولید کنند، و بررسی امکان کاشت این سه هیبرید آفتابگردان به عنوان کشت دوم بود.

#### مواد و روش ها

آزمایش در نیمه اول تیر ماه سال 1383 در مزرعه ایستگاه تحقیقات شهرستان میاندوآب اجرا گردید. این محل با 1314 متر ارتفاع از سطح دریای آزاد در طول جغرافیایی  $90^{\circ}$  و عرض جغرافیایی  $58^{\circ}$  -  $36^{\circ}$  شمالی قرار گرفته است. میانگین دمای سالیانه  $11/6^{\circ}C$ ، میانگین حداکثر دمای سالیانه  $18/9^{\circ}C$  و میانگین حداقل دمای سالیانه  $4/3^{\circ}C$  است. میانگین بارندگی این ناحیه 338/1 میلی متر در سال بود. با تکیه بر اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب این ناحیه دارای آب و هوای خشک کوهستانی و سرد است.  $pH$  خاک منطقه در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار داشته و خطر شوری قابل ملاحظه ای در سطح الارض خاکها وجود ندارد. تغییرات دما و بارندگی این منطقه در طول اجرای آزمایش مزرعه ای در سال 1383 در شکل 1 نشان داده شده است.

روغن دانه افزایش و میانگین وزن دانه کاسته می شود. خاروارا و بیندرا (1992) با بررسی تراکم گیاهی 83، 111 و 167 هزار گیاه در هکتار گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی از 83 تا 111 هزار گیاه در هکتار، عملکرد روغن افزایش یافت، اما افزایش بیشتر تراکم گیاهی، عملکرد روغن را بدلیل افت عملکرد دانه کاهش داد.

شاخص سطح برگ ( $LAI$ )<sup>1</sup> بیان کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط محصول است (سرمدنیا و کوچکی 1370). در مقایسه با کشت به موقع آفتابگردان، در کشت دوم شاخص سطح برگ کاهش قابل ملاحظه ای نشان می دهد که بدلیل القای فتوپریودیسمی است که گیاه از طول دوره رویشی کوتاهتری برخوردار بوده و تعداد برگ تولید شده کم است که سبب کاهش  $LAI$  می شود (آلیاری و همکاران 1379). نتایج تحقیقات مختلف نشان داد که با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، سطح برگ در گیاه کاهش (بنگ و همکاران 1997، دوسانیک و کرونیباراک 1995) و شاخص سطح برگ افزایش یافت (دوسانیک و کرونیباراک 1995).

شاخصی که بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک و اقتصادی داشت سرعت رشد محصول ( $CGR$ )<sup>2</sup> بود (سرمدنیا و کوچکی 1370). بنگ و همکاران (1997) طی تحقیقی نشان دادند که با افزایش سن گیاه، وزن خشک اندام های مختلف گیاهی در آفتابگردان نیز همانند سایر گیاهان زراعی روندی افزایشی داشت، ولی پس از ورود به مرحله رشد زایشی، هر دو شاخص کاهش یافتند. همچنین ویلاوبوس و همکاران (1996) در یک بررسی بیان داشتند که در تراکم بالاتر، عملکرد ماده خشک بیشتری در واحد سطح بدست آمد.

سرعت رشد نسبی در یک لحظه از زمان، بیان کننده، میزان افزایش در وزن خشک گیاه به ازای واحد

<sup>1</sup> Leaf Area Index

<sup>2</sup> Crop Growth Rate

<sup>3</sup> Relative Growth Rate

گرفت. بدین ترتیب که از هر کرت با حذف ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف بعنوان اثر حاشیه، تعداد 10 بوته به طور تصادفی برداشت شد و برای این که میزان رطوبت آنها به حدود 15 درصد برسد به مدت 72 ساعت در محوطه داخل ایستگاه تحقیقات بر روی زمین گسترده شدند.

برای تعیین وزن خشک گیاه و شاخص سطح برگ نمونه برداری به فواصل زمانی هر 7 روز یکبار در ده نوبت صورت گرفت. در هنگام نمونه برداری سه بوته از هر کرت از ناحیه یقه قطع، سپس بسته بندی شدند. پس از هر بار نمونه برداری برگ‌ها و سایر قسمت‌های بوته‌ها به طور جداگانه بمدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتیگراد در آون خشک شد.

برای ارزیابی شاخص‌های رشد از مقادیر وزن خشک اندام‌های هوایی به دست آمده در واحد سطح برای هر تیمار در هر بار نمونه برداری استفاده گردید و در محاسبه  $CGR$  و  $RGR$  با بهره‌گیری از درجه-روزهای رشد به جای تقویم زمانی معادلات 1 و 2 به کار گرفته شدند (برون 1984).

$$CGR = \frac{\Delta DM}{\Delta H} \quad \text{معادله ۱}$$

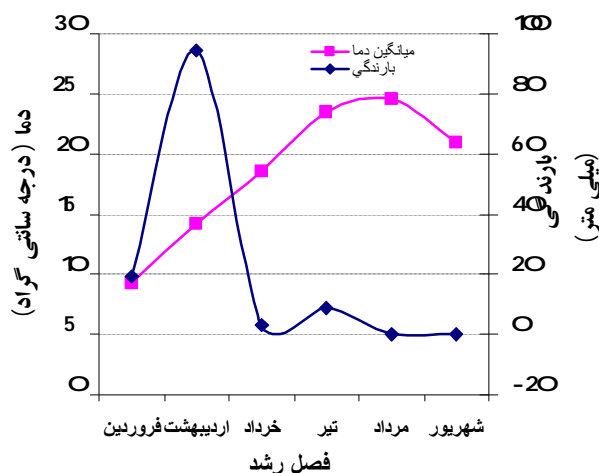
$$RGR = (1/DM) CGR \quad \text{معادله ۲}$$

در این معادلات  $DM$  وزن خشک اندام‌های

هوایی بر حسب گرم در متر مربع و  $H$  شاخص دمایی ( $H = \Sigma GDD$ ) است که بر حسب واحدهای درجه-روز رشد اندازه‌گیری شد.  $GDD$  برای هر روز از کاشت تا تاریخ هر نوبت نمونه برداری با بکارگیری معادله 3 محاسبه گردید (برون 1984).

$$GDD = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b \quad \text{معادله 3}$$

در این معادله  $GDD$  درجه-روز رشد برای یک روز،  $T_{max}$  حداکثر دمای روزانه،  $T_{min}$  حداقل دمای روزانه و  $T_b$  نیز دمای پایه است که برای آفتابگردان 7 درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد (ایزکواردو و همکاران 2002، میلر و همکاران 1984). برای تعیین یک معادله ریاضی که بتواند تغییرات وزن ماده خشک را نسبت به شاخص دمایی



شکل 1- تغییرات دما و بارندگی در طول دوره آزمایش در سال 1383 شهرستان میندوآب.

زمین محل اجرای آزمایش در همان فصل زیر کشت گندم بود. در خرداد سال 1383 بعد از برداشت گندم بقایای گیاهی با انجام شخم در خاک دفن شد. عملیات تهیه زمین و تغذیه معدنی بعد از برداشت گندم صورت گرفت. کاشت بذور در چهاردهم تیر ماه 1383 در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل هیبریدهای زودرس آذرگل، آلیستار و ایروفلسور و فاکتور دوم تراکم‌های 6، 8، 10 و 12 بوته در متر مربع بترتیب با فواصل 28، 21، 17 و 14 سانتی متری بوته‌ها بر روی ردیف بود.

هر کرت آزمایشی شامل 6 خط کاشت به فواصل 60 سانتی متر و طول 15 متر جمعاً 54 متر مربع در نظر گرفته شد. کشت بصورت دستی و با قرار دادن 3 تا 4 عدد بذر در هر کپه و به فواصل معین انجام گردید و بعد از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها در مرحله 6 برگی که بوته‌ها 10-15 سانتی متر ارتفاع داشته عمل تنک انجام و تعداد بوته‌ها بر اساس تراکم‌های مورد نظر تنظیم شد. در طول دوره رشد، علف‌های هرز موجود در کرت‌ها چندین بار با دست وجین شدند. آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای و هر 10 روز یکبار انجام شد. هنگامی که پشت طبق‌ها به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای متمایل شد، عملیات برداشت در هر تراکم کاشت انجام

خشک در تمام تیمارها به صورت منحنی سیگموئیدی است، به طوری که در ابتدای رشد، سرعت تجمع مواد خشک گیاهی کم بود، اما به تدریج با افزایش سن گیاه و افزایش میزان درجه روزهای رشد تجمعی، سرعت تجمع مواد خشک در اندام‌های هوایی گیاه افزایش یافته و منحنی برازش شده در این موارد شیب بیشتری نسبت به مراحل قبلی رشد داشت. منحنی‌های پیش بینی تغییرات وزن خشک ارقام آفتابگردان در تراکم‌های مختلف بر مبنای درجه روزهای رشد (شکل 2) نشان می‌دهند که روند تجمع ماده خشک در طول فصل رشد یکسان نبوده و دارای مراحل مشخصی است. دوره‌ای که طی آن ساقه هنوز زیاد طویل نشده و برگ‌ها کوچک می‌باشند لذا قسمت‌های زیادی از زمین بدون پوشش برگ باقی می‌مانند. این مرحله مصادف با 634 درجه روز رشد است. در مرحله ای که با درجه روز رشد 874 مصادف است تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی روند افزایشی به خود می‌گیرد. افزایش سرعت تجمع ماده خشک در اندام‌های هوایی به دلیل افزایش تعداد و سطح برگ‌ها و در نتیجه میزان فتوسنتز جامعه گیاهی و نیز افزایش میزان مواد ذخیره‌ای در ساقه‌های گیاه بوده است. طی مرحله بعدی افزایش وزن خشک روند ثابتی به خود می‌گیرد. این مرحله با درجه روزهای رشد 1106 همزمان است. مرحله دیگر، مرحله کند شدن افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی می باشد (درجه روزهای رشد 1260). در این مرحله پس از این که میزان تجمع مواد خشک در اندام‌های هوایی گیاه به حداکثر خود رسید به دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها و انتقال مواد از این اندام به دانه‌های در حال رشد که با ریزش برگ‌ها همراه است سرعت تجمع وزن خشک کل اندام‌های هوایی گیاه کاهش یافته است. این مرحله با پیری و ریزش برگ‌های بوته همزمان می باشد. ماده خشک تولید شده در واحد سطح در مراحل مختلف برای هر سه هیبرید، با کاهش تراکم کاهش یافته است.

بیان نماید، با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SPSS معادلات چند جمله‌ای متفاوتی مورد آزمایش قرار گرفتند تا معادله‌ای که بهترین برازش را با داده‌های مشاهده شده داشته باشد، بدست آید. از میان معادلات چند جمله‌ای متفاوتی که مورد آزمایش قرار گرفتند معادله درجه 4 بهترین ضریب تبیین ( $R^2$ ) را برای پیش‌بینی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به شاخص دمایی نشان داد.

معادله 4

$$DM = \exp(a + bH + cH^2 + dH^3)$$

بدین ترتیب برای بدست آوردن CGR و RGR از معادلات زیر استفاده گردید:

معادله 5

$$CGR = (b + 2cH + 3dH^2) \exp(a + bH + cH^2 + dH^3)$$

$$RGR = (b + 2cH + 3dH^2)$$

معادله 6

در این معادلات  $H$  شاخص دمایی بر حسب درجه- روز رشد و  $a$ ،  $b$  و  $c$  ضرایب ثابت معادله می‌باشند.

برای بدست آوردن شاخص سطح برگ LAI از معادله زیر استفاده گردید (برون 1984):

$$LAI = a \exp(bH)$$

معادله 7

در پایان، نتایج حاصل با استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای SPSS و MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell ترسیم گردید.

## نتایج و بحث

ضرایب معادلات برازش شده برای وزن خشک کل اندام‌های هوایی گیاه نسبت به درجه- روز رشد تجمعی در مورد تمامی تیمارها در جدول 1 ارائه شده است. منحنی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت تا برداشت برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که روند افزایش وزن

## نسبت به درجه روزهای رشد در تراکم‌های مختلف کاشت

تیمار	عرض از مبدأ (a)	ضریب رگرسیون درجه 1 (b)	ضریب رگرسیون درجه 2 (c)	ضریب رگرسیون درجه 3 (d)	ضریب تبیین (درصد)
D1V1	-6/264 ± 0/457	56/049 ± 0/2495	95/783 ± 0/2885	-177/23 ± 0/965	93
D1V2	0/1651 ± 0/017	-47/558 ± 1/136	514/49 ± 2/075	-536/77 ± 249/64	89
D1V3	-5/8005 ± 0/105	-45/136 ± 0/597	166/95 ± 4/985	-245/43 ± 1/38	93
D2V1	-8/152 ± 0/081	91/718 ± 0/579	-21/567 ± 0/4785	-64/667 ± 0/1885	94
D2V2	0/1651 ± 0/0169	-47/559 ± 0/8095	514/49 ± 1/98	-563/77 ± 1/025	89
D2V3	-56/913 ± 0/9815	35/646 ± 0/678	258/99 ± 4/06	-343/57 ± 0/795	93
D3V1	-7/9056 ± 0/3672	68/977 ± 3/1815	127/4 ± 1/07	-234/47 ± 2/2305	91
D3V2	0/2655 ± 0/01725	-53/438 ± 3/006	575/74 ± 2/66	-612/9 ± 1/165	90
D3V3	-7/5835 ± 0/51675	62/439 ± 0/1295	179/3 ± 0/605	-283/1 ± 0/9	92
D4V1	-8/914 ± 0/173	84/95 ± 0/18	83/216 ± 0/542	-191/87 ± 0/635	94
D4V2	3/3531 ± 0/14845	-37/11 ± 0/67	436/43 ± 0/045	-514/07 ± 0/475	93
D4V3	-7/7677 ± 0/49885	61/364 ± 0/247	225/13 ± 1/735	-313/1 ± 0/85	95

D1=6 بوته در مترمربع، D2=8 بوته در مترمربع، D3=10 بوته در مترمربع، D4=12 بوته در مترمربع، V1=آذرگل، V2=آلیستار، V3=ایروفلور

## جدول 2- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی برای ارقام آفتابگردان در تراکم‌های مختلف

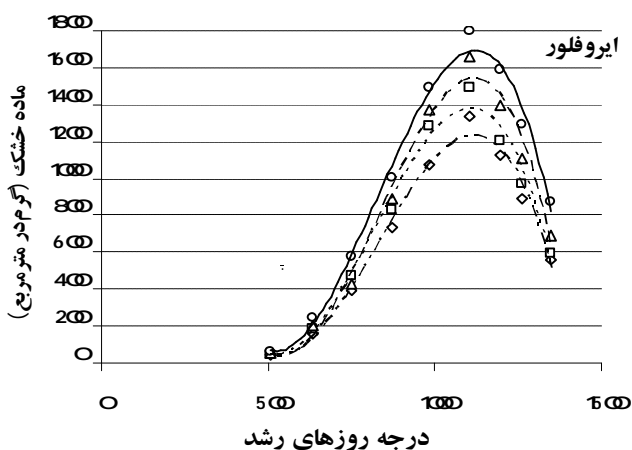
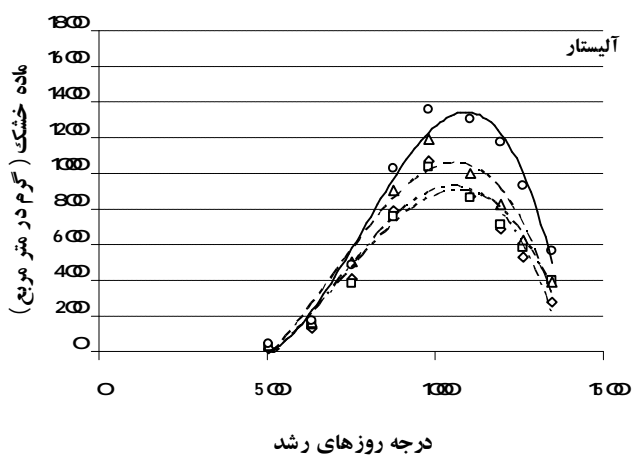
میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد روغن در واحد سطح	درصد روغن	عملکرد دانه در واحد سطح	ماده خشک در واحد سطح		
70/24ns	0/06ns	348/77ns	291/58ns	2	تکرار
6467/76 **	16/74 **	234368/77**	40650/3 **	2	رقم
8389/97 **	19/63 **	125186/77**	31457/43**	3	تراکم
111/35ns	2/707 *	3100/77ns	807/ 519 ns	6	رقم×تراکم
928/55	0/8	6708/26	4470/79	22	اشتباه
20/14	2/08	19/08	14/45	-	CV%

ns، \* و \*\* : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

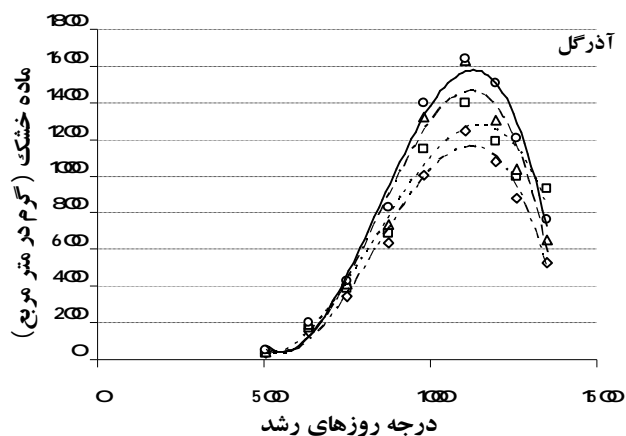
است. شیفر و همکاران (1977) نیز با بررسی پتانسیل تولید ماده خشک آفتابگردان در سیستم دو کشتی بعد از غلات دانه ریز عنوان کردند که با افزایش تراکم گیاهی در آفتابگردان، ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید شد.

با توجه به منحنی‌های برازش شده برای شاخص سطح برگ نسبت به درجه-روزهای رشد جمعی مشخص

ماده خشک تولیدی برای هیبریدهای آذر گل و ایروفلور در حدود 1110 درجه روز رشد و برای هیبرید آلیستار در حدود 990 به حداکثر رسیده و پس از آن به علت ریزش برگها کاهش یافته است. با وجود این ریزش برگها در هیبرید ایروفلور کمتر از سایر ارقام بود (شکل 2). چنین روند تغییرات وزن خشک گیاه در طول فصل رشد توسط هادی (1379) برای آفتابگردان گزارش شده



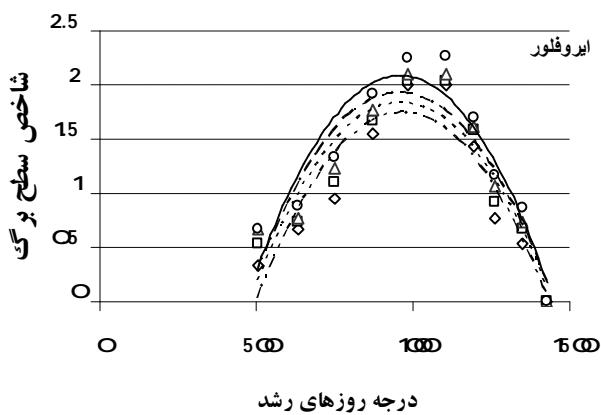
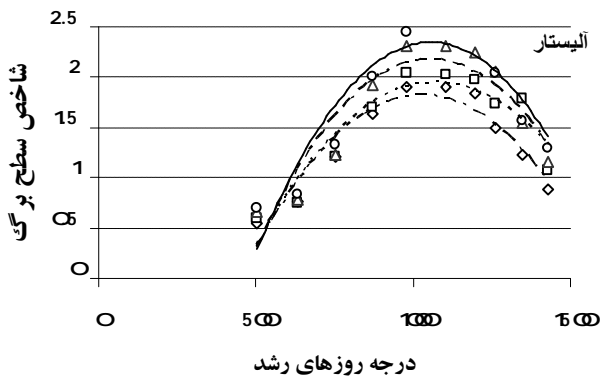
می‌شود که سرعت کاهش شاخص سطح برگ در مراحل انتهایی رشد در سه رقم در تراکم‌های بالاتر نسبت به تراکم‌های پایین‌تر بیشتر بود. به بیان دیگر منحنی شاخص سطح برگ در تراکم‌های بالاتر شیب بیشتری داشت (شکل 3). کاهش شاخص سطح برگ در مراحل نهایی رشد به دلیل سایه‌اندازی برگها و نیز تخلیه مواد از آنها و انتقال این مواد به دانه‌های در حال رشد که با ریزش برگها همراه بوده است، می‌باشد. ویلاوبوس و همکاران (1994) نیز چنین روندی را برای تغییرات شاخص برگ در آفتابگردان گزارش نمودند. کاهش سریع در شاخص سطح برگ پس از مرحله گلدهی، ناشی از کوتاه بودن دوره فعال فتوسنتزی در برگها پس از گلدهی است. دوسانیک و کرنوباراک (1995) ارتباط بین جذب نور و تعداد روزهای پس از کاشت را در آفتابگردان بررسی کرده و گزارش نمودند که با گذشت زمان جذب نور افزایش یافته و در حداکثر جذب (اواسط دوره رشد گیاه) سریعاً شروع به کاهش نمود که این را ناشی از کاهش *LAI* دانستند. در این بررسی حداکثر شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف گیاهی در درجه روزهای رشد جمعی حدود 990 تا 1110



◇ ۶ بوته در متر مربع — غیرخطی ۶ بوته در متر مربع  
 □ ۸ بوته در متر مربع ..... غیرخطی ۸ بوته در متر مربع  
 △ ۱۰ بوته در متر مربع - - - غیرخطی ۱۰ بوته در متر مربع  
 ○ ۱۲ بوته در متر مربع — غیرخطی ۱۲ بوته در متر مربع

شکل 2- تغییرات ماده خشک (گرم در متر مربع) نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت هیبرید های آفتابگردان در تراکم های مختلف

بدست آمد. بالاترین شاخص سطح برگ در سه هیبرید آذرگل، آلیستار و ائروفلور در بالاترین تراکم گیاهی بدست آمد و مقدار آن برای تراکم گیاهی 12 بوته در متر مربع برای سه هیبرید به ترتیب 2/37، 2/59 و 2/26 بوده است (شکل 3). نتایج زفارونی و شنیتز (1991) نیز نشان داد که تراکم گیاهی بر میزان شاخص سطح برگ آفتابگردان تأثیر گذاشته است و با افزایش تراکم گیاهی، مجموع سطح زمین برای هر گیاه کاهش و شاخص سطح برگ افزایش یافته است.



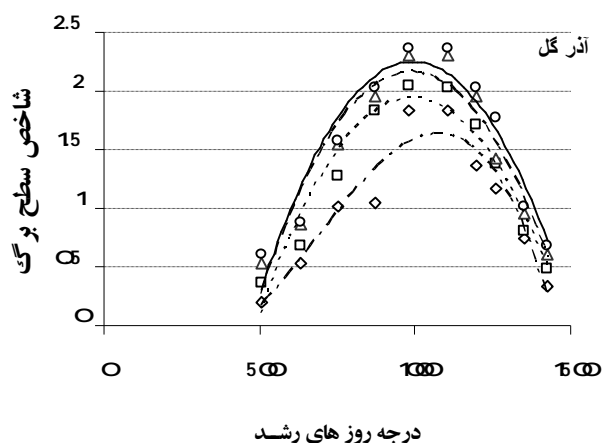
◊ ۶ بوته در متر مربع — غیرخطی ۶ بوته در متر مربع  
 □ ۸ بوته در متر مربع ..... غیرخطی ۸ بوته در متر مربع  
 △ ۱۰ بوته در متر مربع - - - غیرخطی ۱۰ بوته در متر مربع  
 ○ ۱۲ بوته در متر مربع — غیرخطی ۱۲ بوته در متر مربع

شکل ۳- تغییرات شاخص سطح برگ (*LAI*) نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت هیبریدها در تراکم های مختلف

آزمایش بر سه رقم آفتابگردان به این نتیجه دست یافتند که در تراکم های بالاتر گیاهی سرعت رشد محصول افزایش یافت. آنها افزایش سرعت رشد محصول در تراکم های بالاتر گیاهی را به دلیل افزایش تعداد گیاه در واحد سطح و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ دانستند.

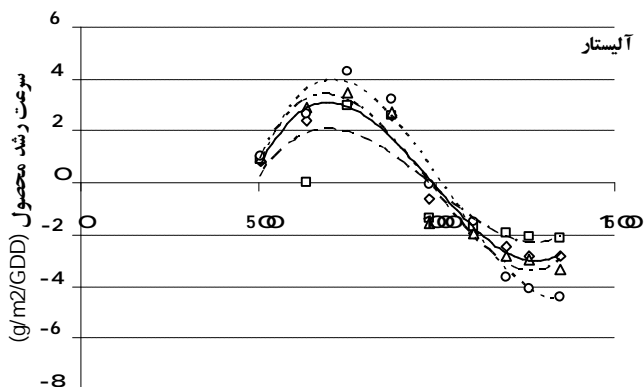
شکل ۵ تغییرات رشد نسبی بر مبنای درجه روزهای رشد را در تراکم های مختلف نشان می دهد. در کلیه تراکم ها با افزایش سن گیاه سرعت رشد نسبی تا حدود ۶۳۰ درجه روز رشد افزایش اندکی داشته و سپس تا حدود ۸۷۰ درجه - روز رشد چندان تغییر نیافت. اما

تغییرات سرعت رشد محصول بر مبنای درجه روزهای رشد بعد از کاشت در شکل ۴ نشان داده شده است. در این بررسی سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی و در نتیجه پایین بودن درصد جذب نور خورشید روند کندی داشت. بعد از این مرحله با افزایش سطح برگ و در نتیجه بهره گیری بهتر از نور خورشید، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافته و در حدود ۹۹۰ تا ۱۱۱۰ درجه روز رشد بعد از کاشت به حداکثر رسیده است به پیروی از آن *CGR* نیز روند افزایشی داشت ولی مقدار آن در این مرحله کاهش یافت. روند افزایش *CGR* در هیبریدها احتمالاً به دلیل افزایش سطح برگ و تجمع ماده خشک در واحد سطح می باشد، که این روند تا مرحله گرده افشانی روند افزایشی نشان داده است و سپس به حالت ثابت تا ۷۵۰ درجه - روز رشد ادامه داشته است. احتمالاً پس از این مرحله طبق به عنوان مصرف کننده اصلی باعث شده که بیشتر مواد غذایی به طبقها انتقال یابد، در نتیجه برگ های پایین ریزش می کنند و فتوسنتز خالص کاهش می یابد و این امر احتمالاً سبب منفی شدن *CGR* شده است. بیشترین مقدار *CGR* در ارقام آذرگل، آلیستار و ایروفلور به بالاترین تراکم (۱۲ بوته در متر مربع) تعلق داشته که در حدود ۷۵۰ درجه روز رشد به دست آمد. در مجموع مقدار *CGR* در هیبرید ایروفلور بیشتر از آذرگل و در آذرگل بیشتر از آلیستار بود. رفیعی الحسینی و صالحی (۱۳۸۱) و هادی (۱۳۷۹) نیز با

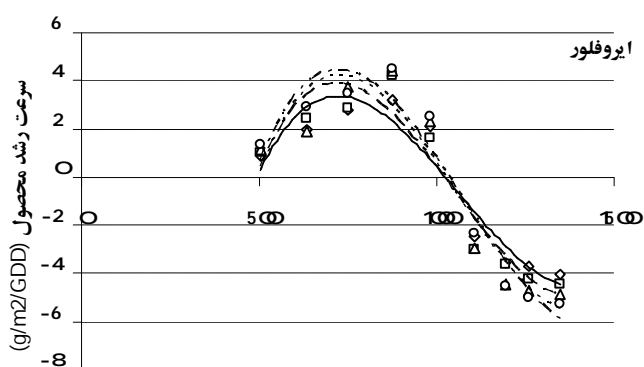




بعد از این مرحله سرعت رشد نسبی به سرعت، روند نزولی داشته است. علت افزایش نسبی  $RGR$  در اوایل دوره رشد در اثر تغییرات آلومتریک در نسبت برگ به ساقه می باشد، چرا که نسبت برگ به ساقه در اوایل رشد افزایش یافته و منجر به افزایش نسبت سطح برگ  $(LAR)$  می گردد و چون میزان سرعت جذب خالص  $(NAR)$  در اوایل رشد ثابت است بنابراین  $RGR$  که حاصل ضرب  $LAR \times NAR$  می باشد افزایش می یابد و اندکی بعد از رسیدن به یک حداکثر به دلیل افزایش سن برگ های پایین تر، در سایه قرار گرفتن آنها و همچنین افزایش نسبت سلول های تقسیم نشونده به سلول های در حال تقسیم و افزایش بافت های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی ندارند کاهش می یابد (سرمدنیا و کوچکی 1370). در این آزمایش میزان  $RGR$  در تراکم های بالاتر کمی بیشتر از تراکم های پایین بود. البته با افزایش درجه روزهای رشد، اختلاف بین تراکم ها از نظر سرعت رشد نسبی کاهش یافته و در حدود 1000 درجه روز رشد برای کلیه ارقام و تراکم ها به صفر رسیده و پس از آن با ریزش برگ ها منفی شده است. نتایج تحقیقات هادی (1379)، چارپنتر و بورد (1997) پاکوسی و



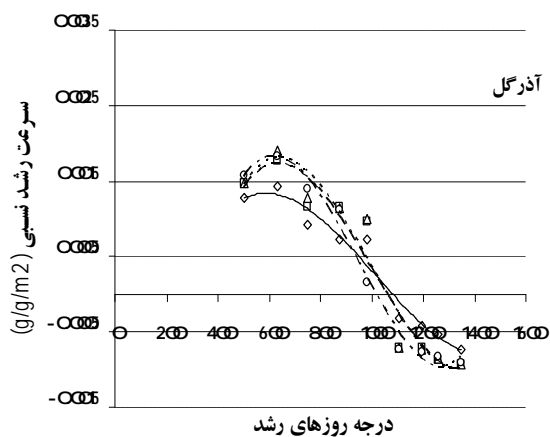
درجه روزهای رشد



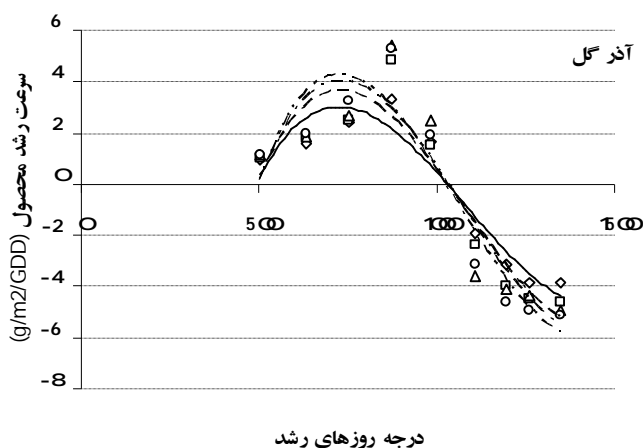
درجه روزهای رشد

◇ ۶ بوته در متر مربع — غیرخطی ۶ بوته در متر مربع  
 □ ۸ بوته در متر مربع ..... غیرخطی ۸ بوته در متر مربع  
 △ ۱۰ بوته در متر مربع - - - غیرخطی ۱۰ بوته در متر مربع  
 ○ ۱۲ بوته در متر مربع — غیرخطی ۱۲ بوته در متر مربع

شکل 4- تغییرات سرعت رشد محصول ( $gr/m^2/GDD$ ) نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت هیبریدها



درجه روزهای رشد

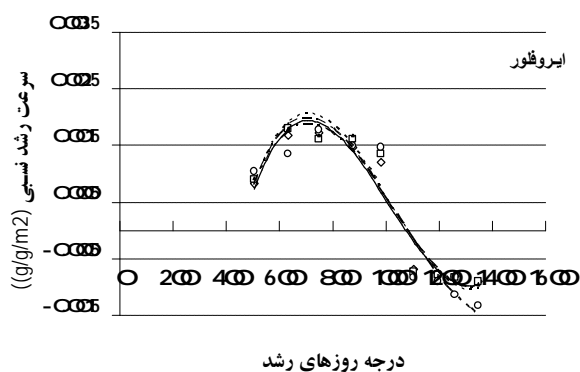
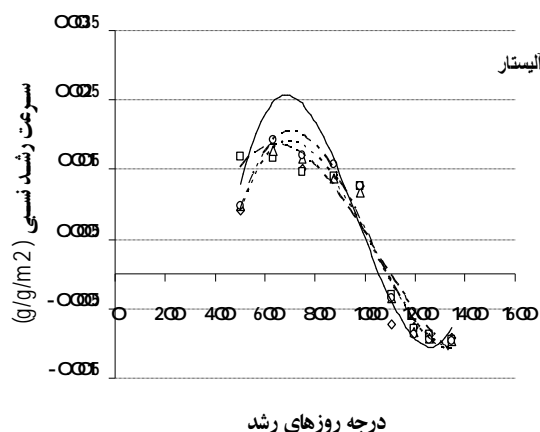


درجه روزهای رشد

عملکرد روغن، در سطح احتمال ۱% اختلاف معنی‌داری داشتند.

اثر متقابل رقم  $\times$  تراکم از نظر صفت درصد روغن در سطح احتمال ۵% معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح (۴۱۸/۳۳ گرم در مترمربع) در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد (۲۸۵/۶۶ گرم در مترمربع) از تراکم ۶ بوته در متر مربع حاصل شد (جدول ۳). نتایج آزمایشات مختلف انجام شده توسط رفیعی الحسینی و صالحی (۱۳۸۱)، آسی و همکاران (۱۹۷۷) و هادی (۱۳۷۹) نیز مؤید این حقیقت است که برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح استفاده از تراکم‌های بالای مطلوب ضروری بنظر می‌رسد.

افزایش عملکرد دانه با افزایش تراکم گیاهی به شاخص سطح برگ بیشتر، سرعت رشد محصول بالاتر، مجموع ماده خشک بیشتر در واحد سطح و تخصیص مواد فتوسنتزی به اجزای زایشی گیاه مربوط بوده است. بنابراین با این که آفتابگردان بنا به گزارشات اوسوریو و همکاران (۱۹۹۵) و پتک (۱۹۷۴) قادر است اثر تراکم‌های گیاهی را با تنظیم برخی از اجزای عملکرد خود از قبیل قطر طبق، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق جبران نماید، زمانی که این گیاه در شرایط مطلوب محیطی از نظر رطوبت و مواد غذایی کشت شود، حداکثر عملکرد خود را در تراکم‌های بالای گیاهی تولید خواهد کرد. زافرونی و شنیتز (۱۹۹۱) نیز در بررسی خود بر روی



شکل ۵- تغییرات سرعت رشد نسبی ( $gr/gr/m^2$ ) نسبت به درجه روزهای رشد از زمان کاشت هیبرید در تراکم‌های مختلف مارتیگانو (۱۹۷۵) نیز روند کاهش سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه را تایید می‌کند.

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) نشان می‌دهد که تراکم‌های مختلف و هیبریدها از لحاظ صفات مقدار ماده خشک در واحد سطح، عملکرد دانه در واحد سطح، درصد روغن و

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه برای چهار تراکم در واحد سطح

تراکم بوته				صفات
۶ بوته در مترمربع	۸ بوته در مترمربع	۱۰ بوته در مترمربع	۱۲ بوته در مترمربع	
285/66c	319/88bc	377/77ab	418/33a	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)

41/02c	42/84b	44a	44/27a	درصد روغن
116/72c	136/73bc	166/22ab	185/45a	عملکرد روغن (گرم در متر مربع)
455/2c	505/9bc	580/6b	726/1a	ماده خشک (گرم در متر مربع)

میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت بین میانگین‌های تراکم که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ردیف می‌باشند، از نظر آماری معنی‌دار نیست.

جدول 4- میانگین صفات مورد مطالعه برای سه هیبرید آفتابگردان

هیبرید		صفات	
الیستار	ایروفلور	آذرگل	
283/91b	392/08a	375/25a	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
43/64a	41/67b	43/79a	درصد روغن
124/47b	164/88a	164/69a	عملکرد روغن (گرم در متر مربع)
408/5b	672/7a	619/7a	ماده خشک (گرم در متر مربع)

میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شده‌اند و تفاوت بین میانگین‌های تراکم که حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ردیف می‌باشند، از نظر آماری معنی‌دار نیست.

تراکم 12 بوته در متر مربع و کمترین عملکرد روغن؛ (116/72 گرم در متر مربع) در تراکم 6 بوته در متر مربع تولید گردید (جدول 3). افزایش عملکرد روغن در تراکم‌های بالاتر گیاهی به دلیل بالا بودن درصد روغن و نیز عملکرد دانه در این تراکم‌ها بوده است. زوبرسک و زیمرمن (1984) گزارش نمودند که با افزایش تراکم از 36 هزار به 72 هزار بوته در هکتار قطر طبق‌ها کاهش ولی عملکرد دانه از 2258 به 3190 کیلو گرم در هکتار و عملکرد روغن از 1046 به 1500 کیلو گرم در هکتار افزایش یافت.

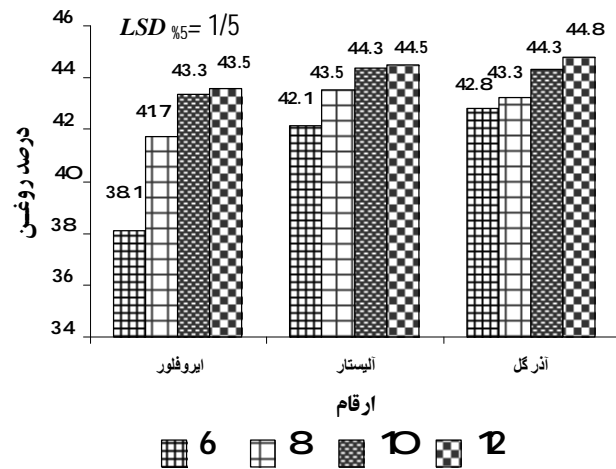
چند تراکم مختلف در آفتابگردان گزارش کردند که با افزایش تراکم، عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد. میانگین عملکرد دانه هیبریدهای آذرگل و ایروفلور نسبت به آلیستار بیشتر بود (جدول 4). برتری عملکرد هیبریدهای آذرگل و ایروفلور در تراکم بالا نسبت به هیبرید آلیستار را می‌توان به بالا بودن *CGR*، دریافت نور بیشتر در نتیجه فتوسنتز که منجر به تولید طبق‌های بزرگتر، تعداد دانه بیشتر، وزن هزار دانه بیشتر و در نهایت عملکرد دانه بالاتر در واحد سطح گردیده است نسبت داد. دلیل حصول حداقل عملکرد دانه در پایین‌ترین تراکم آن است که در این شرایط امکان بهره‌برداری مطلوب از منابع موجود فراهم نمی‌گردد (خاروارا و بیندرا 1992).

باتوجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل وارسته در تراکم مشخص گردید که بیشترین میزان روغن (77/44 درصد) مربوط به هیبرید آذرگل در تراکم 12 بوته در مترمربع بود (شکل 6).

با افزایش تراکم گیاهی عملکرد روغن افزایش یافت. بیشترین عملکرد روغن؛ 185/45 گرم در متر مربع در

سطح، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح ( $DM$ ) و سرعت رشد محصول ( $CGR$ ) و شاخص سطح برگ ( $LAI$ ) افزایش یافت ولی سرعت رشد نسبی ( $RGR$ ) بعلت افزایش رقابت بین گیاهان و سایه‌اندازی در تراکم‌های بالا کاهش پیدا کرد. بیشترین میزان ماده خشک در واحد سطح،  $CGR$  و  $LAI$  مربوط به هیبریدهای آذرگل و ایروفلور بود.

بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح در تمامی ارقام در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع بدست آمد. هیبریدهای ایروفلور و آذرگل از نظر عملکرد دانه در واحد سطح در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع نسبت به هیبرید آلیستار برتری نشان دادند. بنابراین تراکم مطلوب اقتصادی برای این ارقام ممکن است بیش از حداکثر تراکم مورد آزمایش (۱۲ بوته در مترمربع) باشد.



شکل ۶- مقایسه میانگین درصد روغن در تراکم‌های مختلف ارقام آفتابگردان

با توجه به نتایج حاصل در ارقام مورد آزمایش شامل آذرگل، آلیستار، ایروفلور با افزایش تراکم بوته در واحد

#### منابع مورد استفاده

- آلیاری ه. شکاری ف و شکاری ف، ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز.
- رفیعی‌الحسینی م و صالحی ف، ۱۳۸۱. تأثیر تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی سه رقم آفتابگردان در شهر کرد. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، شیراز، صفحه ۴۲.
- سرمد نیا غ ح و کوچکی ع، ۱۳۷۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- کریمی م، ۱۳۷۲. آنالیز شاخص‌های رشد بر اساس واحد گرمایی. چکیده مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، صفحه ۲۳۵.
- هادی ه، ۱۳۷۹. بررسی روند رشد و عملکرد چند رقم آفتابگردان در تراکم‌های مختلف کاشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

*Alessi I, Power JF and Zimmerman DC, 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population row spacing. Agron J 69: 463-469.*

*Andria D, Chiaranda RFQ, Magliulo V and Mori M, 1995. Yield and soil uptake of sunflower sown in spring and summer. Agron J 87:1122-1128*

*Bange M, Hammer PGL and Rickert kG, 1997. Effect of radiation environment on radiation use efficiency and growth of sunflower. Crop Sci 37:1208 – 1214.*

- Brown RH, 1984. Growth of the green plants. Pp. 153–174. In: Tesar MB (ed.). Physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.**
- Carter JF, 1978. Sunflower science and technology. ASA. CSSA. SSSA. Inc. Publishers, Madison, WI.**
- Charpenter AC and Board JE, 1997. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant population. Crop Sci 37: 1520-1526.**
- Dusanic N and Crnobarac J, 1995. Effect of plant density on seed yield and increase leaf area of sunflower. In “Proc. 36<sup>th</sup> conference about production and processing of oil crop.” (Ed. B. Beric). Pp. 63-69. Yugoslavia.**
- Esechie HA, Elias S, Rodriguez V and Al-Asmi HS, 1996. Response of sunflower to planting pattern and population density in desert climate. J Agri Sci 126: 145-149.**
- Francisco LE, 1996. Salinity effects on four sunflower hybrids. Agron J 88: 215-219.**
- Gubbels GH and Dedio W, 1990. Response of early- maturing sunflower hybrids to row spacing and plant density. Can J Plant Sci 70:1169-1171.**
- Izquierdo N, Aguirrezabal L, Andrade F and Pereyra V, 2002. Night temperature effect on fatty acid composition in sunflower oil depending on hybrid and the phenological stage. Field Crop Res 77: 115-126.**
- Kharwara PC and Bindra AD, 1992. Effect of nitrogen and plant population on growth, uptake of nutrients and oil yield of spring sunflower (*Helianthus annuus*). Indian J Agron 37: 389-390.**
- Miller BC, Oplinger ES, Rand R, Peters J and Weis G, 1984. Effect of planting date and plant population on sunflower performance. Agron J 76: 511-515.**
- Osorio J, Fernandez-Martinez J, Mancha M and Garces R, 1995. Mutant sunflower with high concentration of saturated fatty acids in the oil. Crop Sci 35: 739-742.**
- Paccuci G and Martignano F, 1975. Effect of sowing density on yield and some bioagranomic characteristics of tall and dwarf sunflower cultivars. (In Indian) Riv Agron 9: 180-186.**
- Pathak RS, 1974. Yield components in sunflower. Can J Plant Sci 58: 597-600.**
- Sarmal PC, Katyal SK and Verma OPS, 1992. Growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) varieties in relation to fertility level and plant population. Indian J Agron 37: 285-289.**
- Sheaffer CC, McNemar JH and Clark NA, 1977. Potential of sunflower for silage in double-cropping systems following small grains. Agron J 69: 543-546.**
- Villalobos FJ, Sadras VO, Soriano A and Fereres SE, 1994. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. Field Crop Abstr 47(10), ref. 6673.**

*Villalobos FJ, Hall AJ, Ritchie JT and Orgaz F, 1996. Oil crop-sun: A development, growth, and yield model of the sunflower Crop. Agron J 88:403-415.*

*Zaffaroni E and Schneiter AA, 1991. Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. Agron J 83: 113-118.*

*Zubrisk JC and Zimmerman DC, 1984. Effects of nitrogen, phosphorus and plant density on sunflower. Agron J 66: 798-801.*