

## تأثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاه بر ضریب استهلاک نور (k)، میزان دریافت نور (LI) و عملکرد دانه در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

• سید محسن نبوی کلات  
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد (نویسنده مسئول)

• مهدی کریمی  
دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

• قربان نورمحمدی  
استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

• رضا صدرآبادی حقیقی  
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

• مهدی عزیزی  
استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان

تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اسفندماه ۱۳۸۶  
تلفن تماس: ۰۵۸۲۶۳۲۲۱۹۱  
Email: sm-nabavikalat@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و به منظور بررسی تأثیر ضریب استهلاک نور، میزان دریافت نور و عملکرد دانه در کاشت پائیزه گلرنگ در منطقه جوبین سبزوار انجام شد. طرح آزمایشی به کار رفته، کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود که سه تاریخ کاشت ۲۵ شهریور، ۱۵ مهر و ۵ آبان به عنوان عامل اصلی و شش تراکم گیاه به ترتیب ۶، ۸، ۱۰، ۱۳، ۲۰، ۴۰ گیاه در متر مربع به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. این تراکم‌ها بر اساس تغییر فاصله روی ردیف از ۵ تا ۳۰ سانتی متر بدست آمد. نتایج حاصله نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی داری بر شاخص سطح برگ (LAI (K و LI نداشته است ولی بر تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در گیاه و عملکرد دانه در هکتار مؤثر بوده است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در هکتار در تاریخ کاشت ۵ آبان حاصل شد. بالاتر بودن عملکرد دانه در این تاریخ کاشت، با وجود عدم تأثیر تاریخ کاشت بر میزان نور دریافتی می‌تواند حاکی از تأثیر عوامل دیگر باشد. تأثیر تراکم گیاه بر ارتفاع گیاه، فاصله اولین شاخه تا زمین، تعداد شاخه در گیاه، LAI، K، LI، تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در گیاه، و عملکرد دانه در واحد سطح معنی دار بود. بیشترین ارتفاع گیاه، فاصله اولین شاخه تا زمین، LAI، K و LI و عملکرد دانه در هکتار در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع بدست آمد. بیشترین تعداد شاخه در گیاه، تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه در گیاه با LAI، K و LI و عملکرد دانه در متر مربع حاصل شد. اما هر دو عامل بر وزن هزار دانه بی تأثیر بودند. تراکم گیاه با LAI، K، LI و عملکرد دانه در هکتار همبستگی مثبت و معنی دار و با تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه در گیاه همبستگی منفی و معنی داری را نشان داد. همبستگی LAI، K و LI با عملکرد دانه در هکتار نیز مثبت و معنی دار بود و این عوامل یک رابطه خطی با عملکرد دانه نشان دادند. در این بررسی LAI، K و LI همراه با افزایش تراکم گیاه افزایش یافت و حداکثر نور دریافتی در تراکم ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شد (LI=۹۲٪) اما دریافت نور مطلوب (LI=۹۵٪) حاصل نشد.

کلمات کلیدی: گلرنگ، ضریب استهلاک نور (k)، شاخص سطح برگ (LAI)، طبق

Horticulture Researches in Pajouhesh & Sazandegi No 82 pp: 70-79

**Effect of planting date and plant densities on light extinction coefficient, light interception and grain yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)**

By: S.M. Nabavi Kalat, Assistant Professor, Islamic Azad University of Mashhad, (Corresponding Author, Tel: +985826322191)

M. Karimi, Associate Professor, Islamic Azad university of Saveh, G. Nfoormohamadi, Professor, Islamic Azad University Research and Science Unit of Tehran, R. Sadrabadi and M. Azizi Assistant Professor, Khorasan Agricultural Research Center.

In order to determine the effect of planting date and plant densities on light extinction coefficient, light interception and grain yield, this research was conducted in Jovain-Sabsevar in Season (2004-2005). The experimental design was a split – plot based on randomized complete block with three replications. The main plots were planting dates (Sep16, Oct7 and Oct27). Sub plots were plant densities (6,8,10,13,20 and 40 plant.m<sup>-2</sup>). The results presented that planting date had no significant effect on LAI, K, LI. But effect of planting date on number of capitul per plant, number of grain per capitul, grain yield per plant and grain yield (ton/ha) were significant. The largest number of capitul per plant, number of grains per capitul, grains yield per plant, grain yield (ton/ha) were obtained in 3th planting (Oct27). The effect of plant population on plant height, the height of first branch from the ground, LAI, K, LI, number of capitul per plant, number of grains per capitul, grain yield per plant and grain yield (ton/ha) were significant. The results showed that the largest plant height, the height of first branch from ground, LAI, K, LI and grain yield (ton/ha) were obtained in 20 and 40 plant per m<sup>2</sup>. Hence, the largest number of branch, number of capitul per plant, number of grain per capitul and grain yield per plant obtained in 6 and 8 plant per m<sup>2</sup>. But, both factors had no effect on 1000 grains weight. Plant densities had positive and significant correlation with grain yield (ton/ha), LAI, K and LI. Although plant population had negative and significant correlation with number of capitul per plant, number grain per capitul and grain yield per plant. So, LAI, LI correlation's with grains yield (ton/ha) was positive and significant. These factors showed linear relationship with grain yield (ton/ha). In this investigation, LAI and LI raised with plant population increment simultaneously. Maximum light interception obtained in 40 plant per m<sup>2</sup> (LI=92%). however, optimum light interception (LI=95%) had not obtained.

**Key words: Safflower, Light extinction Coefficient, LAI, Capitul**

#### مقدمه

در اکثر سیستم‌های زراعی است (۲۶). دریافت تابش می‌تواند تحت راه کارهای مدیریتی از قبیل تاریخ کاشت و تراکم گیاه تغییر کند (۳۱،۱۹). زیرا ساختار کانوبی یعنی شاخص سطح برگ، زاویه برگ‌ها، ارتفاع گیاه و تعداد و چگونگی آرایش شاخه‌های جانبی تحت تأثیر تراکم گیاهی و شرایط محیطی متفاوت تغییر می‌کنند (۱۶). بنابراین تاریخ کاشت و تراکم گیاهی می‌تواند میزان تابش دریافتی را به علت تغییر ضریب استهلاک نور (k) و کسر تشعشع فعال فتوسنتزی (TPAR/IPAR) تغییر دهد (۱۹،۱۸). در نظر نگرفتن تغییرات مقادیر k و کسر تشعشع فعال فتوسنتزی زمانی که این مقادیر برای تخمین فتوسنتز کانوبی، بیوماس گیاهی و میزان عملکرد دانه مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌تواند سبب برآورد نادرست گردد (۲۷،۲۶،۲۵،۲۴).

به دلیل اهمیت تاریخ کاشت و تراکم گیاهی در دریافت نور مطلوب و در نتیجه افزایش عملکرد محصولات زراعی آزمایش‌های متعددی صورت گرفته است. Flenet و همکاران (۱۹) با مطالعه بر روی فواصل ردیف در چهار گیاه زراعی آفتاب گردان، سویا، سورگوم و ذرت دریافتند که در مورد هر چهار محصول ارزش k به طور معنی‌داری با افزایش فاصله ردیف

گلرنگ یکی از گیاهان روغنی با ارزش است که دانه‌های آن دارای ۳۵-۴۰ درصد روغن می‌باشد. روغن گلرنگ با داشتن حدود ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع مانند لینولئیک و اولئیک از کیفیت مطلوبی برای استفاده خوراکی برخوردار است. هم چنین به دلیل مقاوم بودن اولئیک اسید در مقابل حرارت این قبیل روغن‌ها برای سرخ کردن غذاهایی از قبیل چیپس و انواع اسنک استفاده می‌شود. گل‌چهای گلرنگ در صنایع غذایی و رنگ رزی، کنجاله گلرنگ در صنایع دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. (۱۳). هم چنین خصوصیات زراعی و به خصوص مقاومت به خشکی و شوری گیاه گلرنگ باعث شده است که بتوان آن را در دیم‌زارها و یا اراضی شور کشت نمود. زراعت این گیاه نسبتاً ساده بوده و معمولاً کاشت آن به وسیله ماشین‌آلات رایج کاشت غلات امکان‌پذیر است. گلرنگ انعطاف‌پذیری زیادی نیز نسبت به سیستم کاشت (دیم، آبی) و یا فصل رشد (بهاره و پاییزه) از خود نشان می‌دهد (۳).

نور یکی از عوامل محیطی غیرقابل ذخیره است که در صورت به حداقل رسیدن سایر محدودیت‌های محیطی مهم‌ترین عامل ایجاد رقابت

کاشت به روش مسطح صورت گرفت و آبیاری به روش بارانی انجام شد. جهت اطمینان از جوانه‌زنی مطلوب، آبیاری سه روز بعد مجدداً تکرار گردید. در طول دوره زمستان آبیاری متوقف بود ولی با شروع فصل گرما (اواسط بهار) تا مرحله برداشت (اواخر تیرماه) سه مرحله آبیاری صورت گرفت.

میزان تشعشع دریافتی و شاخص سطح برگ در مرحله تشکیل طبق (حداکثر تشکیل طبق و ارتفاع گیاه) با استفاده از دستگاه تشعشع سنج لوله‌ای (Sun scan) مدل (SS1 - UM - ۱,۰۵) در بالا و پایین کانوپی و در محل معینی از هر کرت (محل تقاطع اقطار هر کرت) و در حد فاصل ساعت ۱۲:۳۰ تا ۱۳:۳۰ (با توجه به ساعت تابستانی ایران) به صورت موازی ردیف‌ها قرائت گردید. جهت اندازه‌گیری میزان تشعشع در پایین کانوپی ۴ قرائت انجام شد و متوسط این ۴ قرائت مورد استفاده قرار گرفت. ضریب استهلاک نور (K) بر اساس قانون لامبرت - بیر و با استفاده از معادله لگاریتمی - ۱ که مورد استفاده Maddonni و همکاران (۲۶) قرار گرفته بود محاسبه گردید.

$$K = \frac{-\ln(TPAR/IPAR)}{LAI} \quad \text{معادله - ۱}$$

که در این معادله:

TPAR: میزان تشعشع فعال فتوسنتزی انتقال یافته

IPAR: میزان تشعشع فعال فتوسنتزی در بالای کانوپی

LAI: شاخص سطح برگ گیاه

هم چنین درصد جذب تشعشع (LI) بر اساس کار Purcell و همکاران (۲۰۰۲) از معادله - ۲ محاسبه شد.

معادله - ۲

$$LT = 1 - [(average\ PAR\ below\ canopy)/(PAR\ above\ canopy) - 1] / 100$$

جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد تعداد ۵ گیاه در هر کرت و از سه ردیف میانی به طور تصادفی انتخاب و اجزای عملکرد به شرح زیر اندازه‌گیری شد.

۱ - تعداد طبق بارور در هر گیاه: برای این منظور طبق‌هایی مورد شمارش قرار گرفتند که گل‌دهی در آن‌ها صورت گرفته و گل برگ‌های پژمرده شده بر روی طبق‌ها وجود داشت. طبق‌هایی که فاقد گل برگ بودند، عقیم محسوب شدند و مورد شمارش قرار نگرفتند.

۲ - تعداد دانه در طبق‌های بارور شمارش و از تقسیم تعداد کل دانه به تعداد طبق‌های بارور، تعداد دانه در طبق تعیین گردید.

۳ - وزن هزاردانه با گرفتن نمونه از هر کرت و شمارش با دستگاه و سپس توزین نمونه تعیین شد.

تعداد شاخه‌های فرعی نیز بر روی همین پنج گیاه شمارش و میانگین آن مورد استفاده قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری ارتفاع نهایی گیاه از قسمت قاعده ساقه تا بالاترین بخش کانوپی اندازه‌گیری انجام شد.

برای محاسبه عملکرد سه ردیف میانی هر کرت، و پس از حذف ۰/۵ متر حاشیه برداشت و پس از قرار گرفتن دانه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و بر اساس رطوبت ۱۰٪، عملکرد دانه محاسبه گردید.

محاسبات آماری، محاسبه معادله رگرسیون و ضرائب همبستگی و

از ۰/۳۵ به ۱ متر کاهش می‌یابد. Maddonni و همکاران (۲۰۰۰) نیز افزایش k را در تراکم‌های بالاتر ذرت گزارش کرده‌اند. Board و همکاران (۱۵) افزایش معنی‌دار عملکرد دانه سویا در ردیف‌های باریک و با دریافت (۷۹۵٪) نور، پیش از پر شدن غلاف‌ها را گزارش کرده‌اند. هم چنین Board و Harville (۱۴) معتقد هستند که افزایش دریافت نور (LI) یک عامل اصلی است که عملکرد دانه بیشتر را در ردیف‌های باریک سویا در مقایسه با ردیف‌های عریض امکان‌پذیر می‌سازد.

بررسی‌های Board و Harville (۱۴) نقش  $LAI^2$  را در رسیدن به LI بزرگتر در ردیف‌های باریک نشان می‌دهد. در پژوهش‌های دیگر نیز اثر تراکم گیاهی و تاریخ کاشت بر افزایش دریافت نور تأیید شده است (۴۱،۳۸،۱۸،۱۲). در بسیاری از مدل‌های زراعی دریافت تشعشع خورشیدی به وسیله کانوپی از معادله بیر - لامبرت محاسبه می‌گردد. معادله بیر - لامبرت  $IPAR = PAR(1 - \exp(-K \cdot LAI))$  که در آن PAR تشعشع فعال فتوسنتزی، k ضریب استهلاک نور، LAI شاخص سطح برگ است (۱۹).

با توجه به اهمیت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی با ارزش که تاکنون تحقیقات بسیار کمی در ایران به خصوص در کاشت پاییزه آن انجام شده است اجرای این پژوهش مفید به نظر می‌رسد. در این بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر ضریب استهلاک نور (k) و میزان نور دریافتی (LI) و ارتباط آن با عملکرد دانه و اجزای عملکرد گلرنگ در کاشت پاییزه آن در شرایط اقلیمی جویین سبزوار مدنظر قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۴ - ۱۳۸۳ در بخش تحقیقات شرکت برکت جویین وابسته به کشت و صنعت جویین انجام گردید. جویین در ۷۰ کیلومتری شمال سبزوار و در مسیر سبزوار به اسفراین واقع گردیده است. عرض جغرافیایی مزرعه محل آزمایش ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۷ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی بود. بافت خاک محل آزمایش لومی-شنی و میزان بارندگی در سال اجرای طرح و بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی شرکت ۲۰/۱ میلی‌متر بود.

آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی در سه سطح ۲۵ شهریور، ۱۵ مهر و ۵ آبان و تراکم گیاه در شش سطح ۲۰۴۰، ۱۳۰، ۸۱۰، ۶ گیاه در متر مربع به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. این تراکم‌ها با تغییر یکسان فواصل روی ردیف از ۵ تا ۳۰ سانتی‌متر بدست آمد. ابعاد هر کرت (۱۲/۵ × ۲/۵) متر مربع بود که در هر کرت ۵ ردیف با فاصله ردیف ۰/۵ متر قرار داشت. گلرنگ مورد استفاده لاین IL۱۱۱ بود که بر اساس توصیه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان و شرکت کشت و توسعه دانه‌های روغنی انتخاب گردید.

میزان کودهای مصرفی بر اساس آزمون خاک و با توصیه آزمایشگاه خاک بخش تحقیقات شرکت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۶۰ کیلوگرم  $P_2O_5$  انتخاب گردید که تمامی کود فسفره و ۵۰ درصد کود از ته به هنگام کاشت و باقیمانده کود نیتروژنه در بهار و با شروع به ساقه رفتن گیاهان به کار رفت.



جدول (۲) مقایسه میانگین صفات در تاریخ‌های کاشت (۰/۰۵ = a)

تاریخ کاشت	تعداد طبق در گیاه	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه گرم	عملکرد دانه در گیاه (گرم)	عملکرد دانه (ton/ha)
۲۵ شهریور	۱۶ b	۲۴ b	۳۹ a	۱۶/۴ b	۲/۱۰ b
۱۵ مهر	۱۷ b	۲۵ b	۳۸ a	۱۷/۱ b	۲/۱۷ b
۱۵ آبان	۲۰ a	۲۹ a	۴۰ a	۲۶/۱ a	۳/۱۴ a

دلیل افزایش تراکم گیاه در ذرت گزارش کرده‌اند. هم چنین Ferriera و Abreu (۱۸) چنین نتیجه‌ای را در آفتابگردان و Boord و همکاران (۱۵) در سویا مشاهده نمودند.

#### ضریب استهلاک و میزان دریافت نور ضریب استهلاک نور (k)

نتایج تجزیه واریانس ضریب استهلاک نور نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر ضریب استهلاک نور ندارد ولی تراکم گیاه تأثیر معنی‌داری را در سطح ۰/۰۵ بر ضریب استهلاک نور دارد (جدول ۱). بیشترین میزان k در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شده و با کاهش تراکم میزان k نیز کاهش یافت به طوری که میزان k در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع در مقایسه با تراکم‌های ۱۳، ۱۰، ۸، ۶ گیاه به ترتیب ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۰ درصد بیشتر بود (جدول ۳). همبستگی بین ضریب استهلاک نور (k) در حداکثر رشد کانوپی و تراکم گیاه در واحد سطح نیز مثبت و بسیار معنی‌دار (\*  $r = 0.94$ ) بود (شکل ۲).

وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار K و LAI با تراکم گیاه در واحد سطح حاکی از آن است که افزایش LAI ناشی از افزایش تراکم تا ۴۰ گیاه در متر مربع نقش موثری در افزایش میزان k داشته است زیرا میزان نور رسیده به پایین کانوپی را کاهش داده است چنین ارتباطی بین میزان k و LAI توسط Madduni و Otegui (۲۶)، Williams و همکاران (۴۱) و Duncan (۱۶) در گیاهان مختلف گزارش شده است.

فلنت و همکاران (۱۹۹۶) یک همبستگی منفی و معنی‌دار را بین ضریب استهلاک نور و افزایش فواصل ردیف‌ها (کاهش تراکم) در چهار گیاه

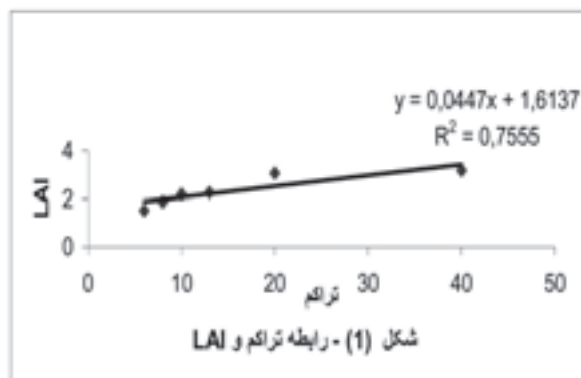
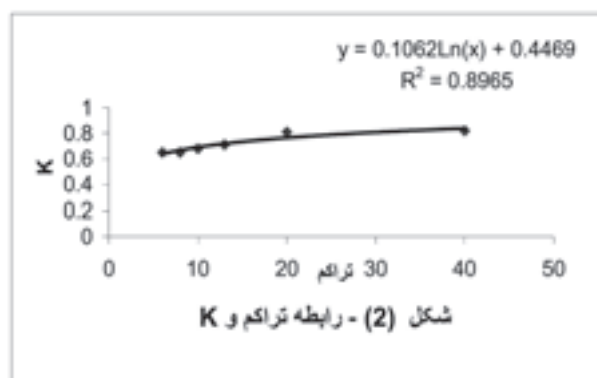
Abo -shetaic (۹) و Sounda (۳۷) نیز دیده شده است. در حالی که Quayyum (۳۳) مشاهده کرد که در فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر نسبت به فواصل بیشتر تعداد شاخه فرعی افزایش یافته است.

#### شاخص سطح برگ (LAI)

براساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر تاریخ کاشت بر LAI از نظر آماری معنی‌دار نبوده است ولی تأثیر تراکم گیاه در واحد سطح در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۱). در مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف بیشترین LAI در بالاترین تراکم گیاهی یعنی ۴۰ گیاه در متر مربع بدست آمد. ( $LAI=3.1$ ). به طوری که شاخص سطح برگ در این تراکم در مقایسه با تراکم‌های ۲۰، ۱۳، ۱۰، ۸، ۶ گیاه در متر مربع به ترتیب ۴، ۳۰، ۳۳، ۴۲، ۵۲ درصد بیشتر بود (جدول ۳). افزایش LAI در این تراکم در حالی بدست می‌آید که با افزایش تراکم از تعداد شاخه‌های جانبی گیاه کاسته شده است (جدول ۳) ولی در مقابل افزایش ارتفاع گیاه و افزایش تعداد گیاه در واحد سطح سبب گردیده است که شاخص سطح برگ افزایش یابد.

همبستگی شاخص سطح برگ در حداکثر رشد کانوپی (مرحله تشکیل طبق) با تراکم گیاهی مثبت و معنی‌دار (\*  $r = 0.86$ ) می‌باشد. به طوری که افزایش تراکم تا ۴۰ گیاه در متر مربع سبب گردید که LAI به صورت خطی افزایش یابد (شکل ۱).

افزایش LAI با افزایش تراکم گیاهی در اغلب گیاهان زراعی دیده شده است. به طور مثال Tetio kagho و همکاران (۳۸)، Willams و همکاران (۴۱)، Cuidocci و Bianchi (۲) افزایش شاخص سطح برگ را به



زراعی ذرت، سورگوم، سویا و آفتاب گردان گزارش کرده‌اند. در حالی که Kiniry و همکاران (۲۴) مشاهده کردند که میزان  $k$  در بادام زمینی روند ثابتی را از نظر افزایش یا کاهش با افزایش LAI نشان نداد.

### درصد دریافت نور (LI)

تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر درصد نور دریافتی نداشته است ولی تراکم گیاه تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۰/۰۱ بر نور دریافتی داشته است (جدول ۱). بررسی اثرات تراکم گیاه در واحد سطح نشان داد که با افزایش تراکم گیاه نور دریافتی توسط کانوپی افزایش می‌یابد و بیشترین میزان در تراکم‌های بالای ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شد (جدول ۳).

همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $r = 0.84$ ) درصد نور دریافتی توسط کانوپی (در حداکثر رشد) با تراکم گیاهی حاکی است که افزایش تراکم تا ۴۰ گیاه در متر مربع سبب افزایش خطی LAI و  $k$  و در نتیجه افزایش میزان دریافت نور توسط کانوپی گردیده است (شکل ۳). Abreu و Ferriera (۱۸) همبستگی دریافت نور با سطح برگ و ضریب استهلاک نور در آفتاب گردان و تحت تأثیر قرار گرفتن این عوامل با جمعیت گیاهی را گزارش کرده‌اند. Janssens و mal (۱۰) نیز مشاهده کردند که دریافت PAR در ریگراس چندساله با توسعه شاخص سطح برگ کانوپی تا مرحله شاخص سطح برگ بحرانی ( $LAI=3$ ) افزایش می‌یابد.

در این بررسی، باوجود افزایش LI همراه با افزایش تراکم تا ۴۰ گیاه در متر مربع دریافت نور مطلوب ( $LI=79.5$ ) که سبب منطبق شدن سطح جبران نوری ( $LCL$ ) بر سطح زمین می‌گردد حاصل نشد و حداکثر LI بدست آمده به میزان ۹۱ و ۹۲ درصد در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع بود.

### عملکرد دانه

#### عملکرد دانه در گیاه

تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و تراکم گیاه تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ بر عملکرد دانه نشان داد. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم گیاه نیز در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار بود (جدول ۱).

بیشترین عملکرد دانه در گیاه در تاریخ کاشت ۵ آبان بدست آمد و با دو تاریخ دیگر تفاوت معنی‌دار داشت. بالاتر بودن عملکرد دانه در این تاریخ کاشت ناشی از افزایش معنی‌دار مهم‌ترین اجزای عملکرد یعنی تعداد طبق و تعداد دانه در طبق نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر است (جدول ۲).

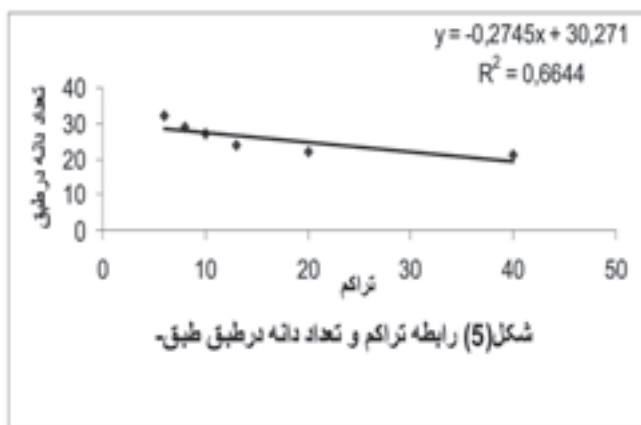
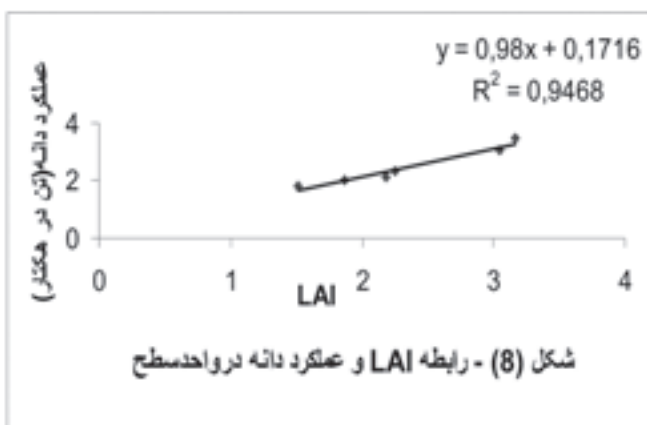
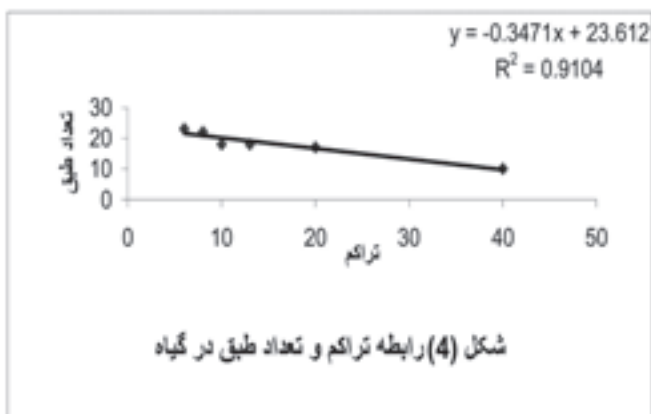
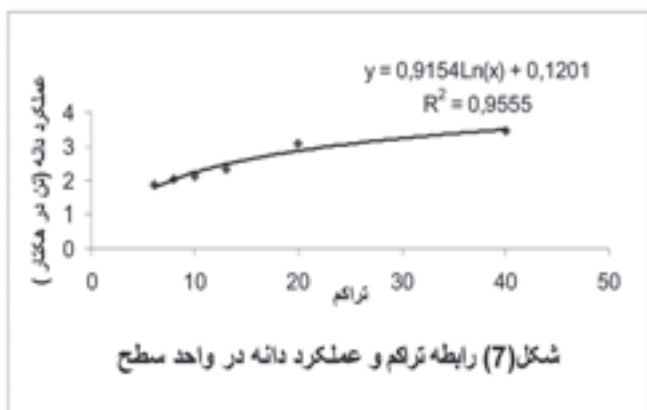
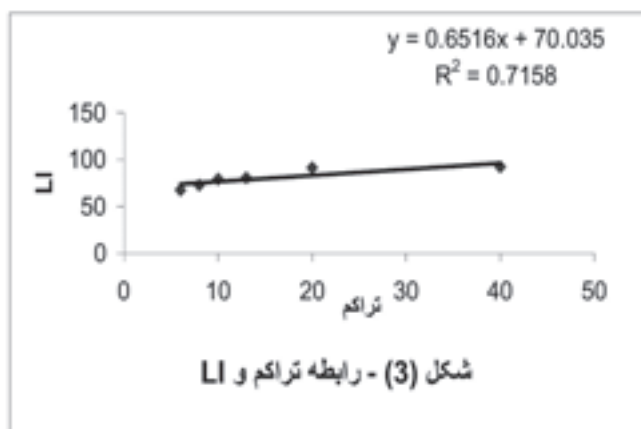
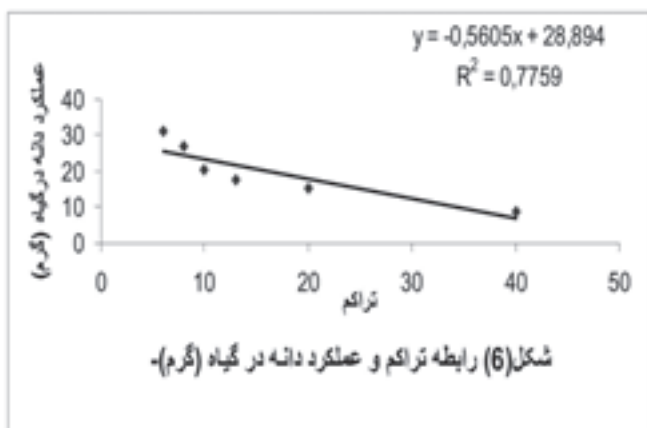
در مقایسه میانگین عملکرد دانه در گیاه در تراکم‌های مختلف مشاهده شد که بیشترین میزان در تراکم شش گیاه در متر مربع و به ترتیب ۴/۴، ۱۰/۸، ۱۳/۶، ۱۵/۸ و ۲۴/۴ گرم بیشتر از عملکرد گیاه در تراکم‌های ۸، ۱۰، ۱۳، ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شده است.

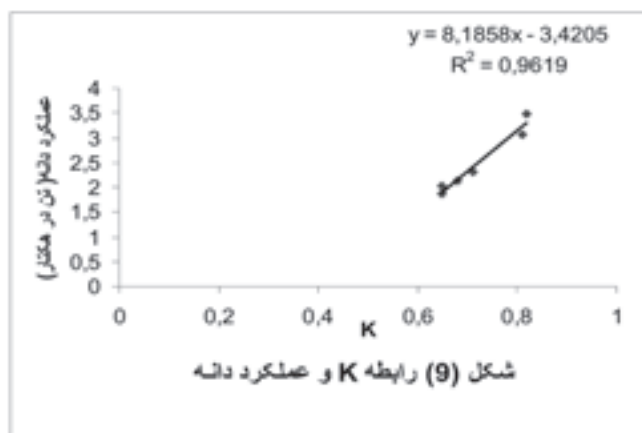
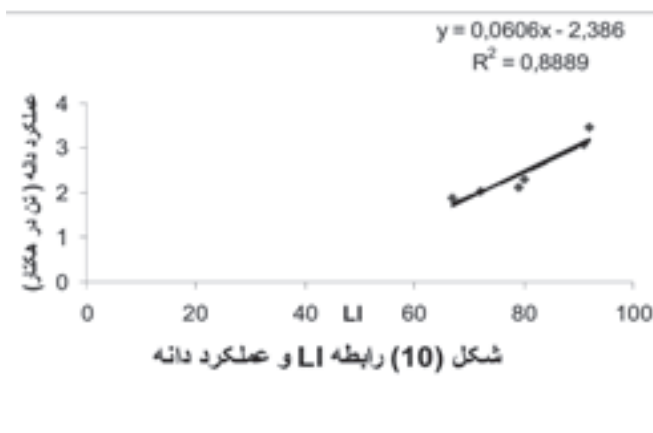
وجود همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار تعداد طبق در گیاه

جدول (۳) مقایسه میانگین صفات در تراکم‌های مختلف ( $\alpha = 0.05$ )

تراکم	تاریخ	تعداد	تعداد	LAI	K	LI (%)	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
۷	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰	۷/۱۰
۸	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰
۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰	۱۰/۱۰
۱۳	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰	۱۳/۱۰
۲۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰	۲۰/۱۰
۴۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰

اعداد هر ستون با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.





بررسی اثرات تراکم گیاه در واحد سطح نشان داد که با افزایش تراکم میزان محصول دانه افزایش یافته است و بیشترین میزان در تراکم ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شد و به ترتیب ۱۲، ۳۴، ۳۹، ۴۲، ۴۷ درصد محصول دانه بالاتری نسبت به تراکم‌های ۲۰، ۱۳، ۱۰، ۸، ۶ گیاه در متر مربع تولید کرد (جدول ۳). چنین نتایجی در آزمایش‌های پژوهش گران زیادی مشاهده و گزارش شده است رفعت و همکاران و عمرانی و بهویی، (۱۹۸۴).

بالاتر بودن عملکرد دانه در واحد سطح در تراکم‌های بالا و با وجود کاهش مهم‌ترین اجزای عملکرد در هر گیاه یعنی تعداد طبق و تعداد دانه در طبق و در نتیجه کاهش عملکرد دانه در گیاه می‌تواند ناشی از افزایش تعداد واحد زایشی در واحد سطح باشد که سبب گردیده کاهش عملکرد دانه در گیاه جبران گردد (جدول ۳). به همین دلیل همبستگی عملکرد دانه و تراکم گیاه مثبت و بسیار معنی‌دار ( $r = 0,97^{**}$ ) بود (شکل ۷). همچنین همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نور و درصد دریافت نور مثبت و بسیار معنی‌دار بود (به ترتیب  $r = 0,97^{**}$  و  $r = 0,97^{**}$  و  $r = 0,93^{**}$ ) زیرا افزایش تراکم سبب افزایش میزان LAI، K و LI توسط کانوپی گردیده است. (شکل‌های ۹ و ۱۰). دریافت بهتر نور توسط کانوپی در تراکم‌های بالای مورد استفاده در این بررسی (۲۰ و ۴۰ گیاه در مترمربع) می‌تواند باعث بهبود شرایط فتوسنتزی، تولید مواد پرورده بیشتر و بالا رفتن عملکرد دانه باشد. Fereres و Gemenez (۲۰) نیز ارتباط محکمی بین سطح برگ و عملکرد دانه در آفتابگردان را گزارش کردند، به طوری که با کاهش سطح برگ از عملکرد دانه ارقام آفتاب گردان کاسته شد. Purcell و همکاران (۳۱) مشاهده کردند که کل زیست توده سویا در پایان فصل تابعی از PAR جمعی از جوانه‌زنی تا مرحله رسیدگی بذر است و به طور خطی به دریافت PAR تا ۴۰۰۰ MJm<sup>-2</sup> پاسخ می‌دهد.

### نتیجه‌گیری کلی

بررسی تاریخ‌های کاشت نشان داد که این عامل تأثیر معنی‌داری بر میزان LAI، K، LAI نداشته است ولی با این وجود تاریخ کاشت ۵ آبان از نظر عملکرد دانه تولیدی در هکتار تفاوت معنی‌داری را با دو تاریخ دیگر نشان داد. بنابراین به نظر می‌رسد عوامل دیگری به جز دریافت نور مطلوب توسط کانوپی عکس‌العمل عملکرد را تحت تأثیر قرار داده باشد. یکی از

با تراکم گیاه در واحد سطح ( $r = 0,95^{**}$ ) و همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار تعداد دانه در طبق با تراکم ( $r = 0,81^{*}$ ) حاکی است که با افزایش تراکم گیاه طبق‌ها کوچک تر و تعداد دانه در طبق کاهش یافته است (شکل‌های ۴ و ۵). به همین دلیل عملکرد دانه در گیاه نیز با افزایش تراکم کاهش پیدا نموده است و همبستگی منفی و معنی‌داری ( $r = 0,87^{*}$ ) را نشان می‌دهد (شکل ۶).

وجود همبستگی منفی بین تراکم گیاه در واحد سطح با تعداد طبق و تعداد دانه در طبق و در نتیجه کاهش عملکرد دانه در گیاه در تراکم‌های بالا در مطالعات محققین زیادی مشاهده شده است (۹، ۲۱، ۲۳، ۲۸، ۳۴).

### عملکرد دانه (تن در هکتار)

تجزیه واریانس عملکرد دانه در واحد سطح نشان داد که تاریخ کاشت در سطح احتمال ۰/۰۵ تأثیر معنی‌داری را بر میزان عملکرد دانه داشته است. تأثیر تراکم گیاه نیز در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی عملکرد دانه در واحد سطح و در تاریخ‌های مختلف کاشت نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۵ آبان بدست آمد و با دو تاریخ کاشت دیگر تفاوت معنی‌داری دارد (جدول ۲). بالاتر بودن عملکرد دانه در این تاریخ کاشت به دلیل بالاتر بودن مهم‌ترین اجزای عملکرد یعنی تعداد طبق و تعداد دانه در طبق بوده است که این اجزا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته و در تاریخ کاشت ۵ آبان بالاترین میزان را داشتند. وزن هزاردانه به دلیل این که تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت تأثیری در تفاوت عملکرد بین تاریخ‌های کاشت نداشت (جدول ۲). تأثیر تاریخ کاشت بر محصول دانه در کاشت بهاره گلرنگ در آزمایش‌های سلطانی (۵)، ذاکری (۲)، باقری (۱) و Alessi و همکاران (۱۱) مشاهده گردیده است. در این بررسی‌ها تأخیر در کاشت بهاره منجر به کاهش عملکرد دانه در واحد سطح گردید که ناشی از برخورد مراحل حساس رشد گیاه با شرایط نامساعد محیط گزارش شده است. در این بررسی که در کاشت پاییزه انجام گرفت، به نظر می‌رسد که گیاهچه در تاریخ کاشت ۵ آبان با شروع یخ بندان در منطقه در مرحله مناسب‌تری از رشد (رزت کامل) قرار داشتند و بنابراین مقاومت بیشتری را نشان دادند. در حالی که گیاه چه‌های دو تاریخ کاشت دیگر تا حدودی از مرحله رزت عبور کرده بودند و تحت تأثیر خسارت ناشی از یخ بندان قرار گرفتند.

- در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ایران، فصل نامه، دوره ۱۰، شماره ۲.
- 6- Able, G. H. (1975). Growth and yield of safflower in three temperature regimes. *Agron. J.* 67: 639 – 642
- 7- Able, G. H. (1976). Relationship and uses of yield componenets in safflower breeding for high yield in safflower. *Agron. J.* 68: 442 – 447
- 8- Able, G. H. (1976). Effect of irrigation regimes, Planting dates, nitrogen levels and row spacing on safflower cultivars. *Agron. J.* 68: 448 – 451
- 9- Abo – Shetaia, A. M. A (1990). Response of yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius*) to increasing level of nitrogen and phosphorus under two levels of plant density. *Annals of Agricultural Science.* 35 (1).
- 10- Akmal, M. and M. J. J. Janssens. (2004). Productivity and light use efficiency of perennial rygrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Res.* 88: 143 – 155
- 11- Alessi, J., J. F. Power. and D. C., Zimmerman. (1994). Effect of seeding date and population and water use efficiency and safflowers yield. *Agron. J.* 73: 783 – 757
- 12- Bianchi, A. A. and M. Cuidocci, (1990). Light interception by a maiz crop as a function of plant density and row spacing. *Field Crop Abs.* 43(6)
- 13- Berglung, D., Revland. and J. Bergman. (1998). Safflower production. North Dakota State Univresity. NOSU Extension Service.
- 14- Board, J. E. and B. G. Harville. (1991). Explanations for greater light interception in narooow – Vs – wide row sobean. *Crop Sci.* 32(1): 198 – 202
- 15- Board, J. E., B. G. Harville. and A. M. Saxton. (1990). Narrow – Row seed yield enhancement in determinate soybean. *Agron. J.* 82(1): 64 – 68
- 16- Duncan, W. G. and J. D. Jesjet. (1968). Net Photosynthetic rate, relative leaf growth rate and leaf number 22 races of maize grown at eight temperature. *Crop Sci.* 8: 670 – 674
- 17- Duncan, W. G. (1971). Leaf angels, leaf area and canopy photosynthesis. *Crop Sci.* 11: 482 – 485
- 18- Ferreira, A. M. and F. G. Abreu. (2001). Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. *Mathematics and Computers in Simulation.* 56: 369 – 384
- 19- Flenet, F., J. R. Kiniry., J. E. Board., M. E. Westgate. and D. C. Reicosky. (1996). Row spacing effect on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean and sunflower. *Agron. J.* 88: 185 – 190
- 20- Gemenez, C. and E. Fereres. (1986). Genetic variability in

مهم‌ترین دلایل در این زمینه می‌تواند تأثیر سرما و یخبندان بر گیاه‌ها باشد. در طی این آزمایش یک دوره یخ‌بندان شدید از ۹ تا ۱۸ آذر رخ داد که دمای هوا بین ۵/۸- تا ۹/۲- درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. این دوره یخ‌بندان به گیاه‌های تاریخ کاشت ۵ آبان که حداکثر در مرحله ۴ تا ۶ برگی با رشد کاملاً رزت بودند آسیبی وارد نکرد ولی در گیاه‌های دو تاریخ کاشت دیگر که تا حدودی از مرحله رزت خارج شده بودند آثار خسارت ناشی از یخ‌بندان مشاهده گردید. بنابراین تأثیر سرما بر تشکیل طبق و تشکیل آغازه‌های گل در هر طبق می‌تواند از مهم‌ترین عوامل ایجاد تفاوت در اجزای عملکرد مثل تعداد طبق و تعداد دانه در طبق باشد. نتایج حاصل از بررسی تراکم گیاه در واحد سطح نشان داد که، LAI، K و LI و هم‌چنین عملکرد دانه در هکتار همبستگی مثبت و معنی‌داری با تراکم گیاه در واحد سطح دارد و بیش‌ترین میزان در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ گیاه در متر مربع حاصل شد. دریافت بهتر نور توسط کانوپی که در نتیجه افزایش LAI و K حاصل شد می‌تواند یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش عملکرد دانه در هکتار در این تراکم‌ها باشد.

### پیشنهادات

- ۱- نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که گیاه روغنی گلرنگ پتانسیل عملکرد نسبتاً بالایی دارد به شرطی که بتوان در نقاط مختلف استان تاریخ کاشت مناسبی برای آن یافت تا کمترین بر خورد با شرایط نامناسب اقلیمی را داشته باشد. بنابراین لزوم بررسی‌های بیشتر در این زمینه کاملاً احساس می‌گردد.
- ۲- در این بررسی یکی از هدف‌ها یافتن الگویی از تراکم گیاهی بود تا بتوان در حداکثر رشد کانوپی به دریافت نور مطلوب ( $LI=795$ ) دست یافت ولی همان‌طور که نتایج حاصله نشان می‌دهد با تغییر تعداد گیاه در واحد سطح که از طریق تغییر فواصل روی ردیف حاصل گردیده بود این امکان میسر نگردید. بنابراین به نظر می‌رسد به کارگیری آرایش‌های مختلف کاشت و تغییر فواصل بین ردیف و هم‌چنین تراکم‌های بالاتر از ۴۰ گیاه در متر مربع می‌تواند در پژوهش‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.
- ۳- دوره رشد گلرنگ در کشت پائیزه بسیار طولانی به نظر می‌رسد (حدود ۱۰ ماه) و این عامل می‌تواند در مناطقی که کشت دوگانه مرسوم است (مثل منطقه جوین سبزوار) ایجاد مشکل نماید. بنابراین انجام پژوهش‌هایی در مورد یافتن تاریخ کاشت مناسب بهاره و یا کشت دوم آن بعد از غلات ضروری به نظر می‌رسد.

### منابع مورد استفاده

- ۱- باقری، م. ۱۳۷۴. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. چکیده پایان‌نامه‌های ایران. فصل نامه، دوره ۵، شماره ۴
- ۲- ذاکری، ح. (۱۳۷۵). اثر تاریخ کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ در اصفهان. چکیده پایان‌نامه‌های ایران، فصل نامه، دوره ۵، شماره ۴
- ۳- راشد محصل، م. ح. و م. بهدانی. (۱۳۷۳). بررسی اثر رقم و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. مجله علوم و صنایع کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشکده کشاورزی مشهد. جلد ۸، شماره ۲، ص ۱۱۰-۱۲۴
- ۴- سالک زمانی، ع. و ب. عبدالرحمنی. (۱۳۸۱). اثر تراکم بذر بر عملکرد دانه و روغن سه رقم گلرنگ. چکیده تازه‌های تحقیق در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ایران، فصل نامه، دوره ۱۰، شماره ۱.
- ۵- سلطانی، الف. (۱۳۷۹). اثر تاریخ کاشت در ارقام بهاره گلرنگ. چکیده تازه‌های تحقیق

