

## اثر تاریخ کاشت و گوگرد بر عملکرد، درصد روغن و نیتروژن دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در کشت پاییزه

نازنین صف‌آرا<sup>۱\*</sup> - محمدرضا مرادی تلاوت<sup>۲</sup> - سیدعطاءاله سیادت<sup>۳</sup> - احمد کوچک‌زاده<sup>۲</sup> - سیدهاشم موسوی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

### چکیده

به منظور مطالعه واکنش عملکرد و کیفیت گلرنگ به مصرف گوگرد در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل تاریخ کاشت در چهار سطح (۹ آذر، ۳۰ آذر، ۲ بهمن و ۱۲ بهمن) به عنوان عامل اصلی و کود گوگرد به عنوان عامل فرعی در چهار سطح (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع گوگرد آلی گرانوله بودند. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت با کاهش تعداد دانه در کلپرک و تعداد کلپرک در بوته سبب کاهش عملکرد دانه شد. در تاریخ کاشت دیر هنگام ۱۲ بهمن نیتروژن دانه به میزان ۱۷ درصد افزایش، ولی درصد روغن کاهش نشان داد. بالاترین درصد روغن به میزان ۲۵ درصد از تاریخ ۳۰ آذر و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد. بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۳۵۹۰ کیلوگرم در هکتار از تاریخ کاشت ۳۰ آذر حاصل شد. در کشت تأخیری ۱۲ بهمن عملکرد دانه به میزان ۴۳/۵۰ درصد کاهش یافت. اما مصرف گوگرد به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت ۱۲ بهمن عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۳۵ درصد افزایش داد. هم‌چنین به علت بالابودن عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۳۰ آذر، بیش‌ترین عملکرد روغن هم از این تاریخ کاشت به دست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** تنش گرما، روغن، کلپرک در بوته، نیتروژن

### مقدمه

بیوتین، گلوتامین و کوآنزیم A دخالت داشته و باعث افزایش مقاومت گیاهان به امراض، خشکی و سرما می‌شود و از تجمع نیترات در بافت‌های گیاه جلوگیری می‌نماید (Rangel, 2006).

تاریخ‌های کاشت مختلف سبب مواجه شدن دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط محیطی متفاوت گردیده و از این طریق بر نمو، تولید شاخ‌وبرگ و عملکرد گیاهان اثر می‌گذارد. به طوری که با تأخیر در کشت‌های پاییزه گلرنگ، دمای هوا و طول روز افزایش یافته و نمو گیاه تسریع می‌یابد، بنابراین فرصت برای رشد رویشی و پُرشدن دانه‌ها کافی نبوده و با هم‌زمانی دوره گرده‌افشانی گیاه با دماهای بالا، اجزای عملکرد گیاه نیز کاهش می‌یابد که در نتیجه منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Dadashi and Khajehpour, 2005). گزارش کردند که تأخیر در کاشت کلزا (*Brassica napus* L.) از طریق کوتاه شدن طول دوره‌ی رسیدگی باعث کاهش محصول می‌گردد، به طوری که در محصولاتی مانند کلزا تأخیر ۴۰ روزه در کاشت باعث کوتاه شدن ۵۰ درصدی دوره‌ی گل‌دهی و رسیدن محصول شد (Robertson et al, 2004). Ozer, 2003 معتقد است که اختلاف عملکرد دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت بیشتر به علت تغییر در تعداد غلاف در هر بوته کلزای خوراکی است. Ahmad et al, 2007 نشان دادند که کاهش عملکرد در کلزا در تاریخ‌های کاشت تأخیری ناشی از کاهش تعداد غلاف در واحد سطح و کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه است.

دانه‌های روغنی پس از غلات به عنوان دومین منبع مهم تأمین کالری و انرژی مورد نیاز در تغذیه انسان و دام هستند (Delka et al., 2005). گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در بین گیاهان روغنی، از نظر کیفیت روغن دانه و خواص دارویی، دارای اهمیت زیادی است (Nasari, 1997). کیفیت برتر روغن و تحمل بیشتر گلرنگ به شرایط نامساعد محیطی نظیر خشکی و شوری، سبب انجام تحقیقات وسیعی در مورد آن شده است (Bassil and Kaffka, 2002). در اکثر محصولات کشاورزی، نسبت نیتروژن به گوگرد (N/S) باید در محدوده ۱۵-۱۰ باشد ولی در دانه‌های روغنی این نسبت برای دستیابی به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت، باید کمتر از ۱۰ باشد (Tandon, 1995). گوگرد برای ساخت پروتئین و آنزیم از طریق شرکت در ساختمان اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین کاربرد دارد. علاوه بر این، گوگرد در تشکیل کلروفیل، ویتامین‌های تیامین و

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان  
۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، استاد و کارشناس دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان  
\* - نویسنده مسئول: (Email: na.safara69@gmail.com)

اجزاء عملکرد و کیفیت گلرنگ رقم محلی اصفهان، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز (عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه) اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۰ متر و دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. متوسط دمای سالانه در این منطقه ۲۳/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۱۶۹ میلی‌متر است.

عوامل آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت ۹ آذر، ۳۰ آذر، ۲ بهمن و ۱۲ بهمن در کرت‌های اصلی و گوگرد از منبع گوگرد آلی گرانوله شامل سطوح صفر، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی به صورت تصادفی اعمال شدند. کود گوگرد آلی گرانوله، شامل ۴۵ درصد گوگرد، ۴۵ درصد مواد آلی و ۱۰ درصد بنتونیت است. تهیه بستر بذر شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی و عملیات تسطیح بود. سپس کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۴×۳ متر و مساحت ۱۲ مترمربع به وسیله مرزبند احداث گردید. بر اساس آزمایش خاک مزرعه، میزان کود مصرفی به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود (جدول ۱).

Ravi *et al.*, 2008 نشان دادند که کاربرد گوگرد، باعث افزایش تولید ماده خشک و بهبود اجزای عملکرد (تعداد کلپرک در بوته، تعداد دانه در کلپرک و وزن ۱۰۰۰ دانه) نسبت به شاهد شد. Noorullah *et al.*, 2002 اظهار داشتند که کاربرد گوگرد در کشت کلزا، می‌تواند از طریق افزایش تعداد غلاف در واحد سطح باعث افزایش عملکرد گردد. با توجه به اهمیت گلرنگ به عنوان گیاه روغنی و همچنین آهکی بودن و بالابودن اسیدیته در قسمت وسیعی از خاک‌های کشورمان و در نتیجه کاهش قابلیت استفاده از عناصر، ضرورت استفاده از گوگرد با هدف افزایش تولید روغن در گیاه و بهبود وضعیت خاک به چشم می‌خورد. در استان خوزستان وجود دمای بالا در مرحله زایشی منجر به کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود. با توجه به این موضوع، استفاده از راه کارهای مدیریتی و کاربرد گوگرد شرایط را تا حدودی به نفع عملکرد گیاه متعادل می‌سازد. بنابراین مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر مصرف کود گوگرد در تاریخ‌های مختلف کاشت و نقش احتمالی آن در کاهش اثرات منفی تنش گرمای آخر فصل بر گیاه گلرنگ طراحی و اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر تاریخ کاشت و مصرف گوگرد بر عملکرد و

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil in experimental site

عمق نمونه برداری (cm) (Sampling depth)	مواد آلی Organic ) (matter	اسیدیته pH (1:5)	پتاسیم K(mg.kg <sup>-1</sup> )	فسفر p (mg.kg <sup>-1</sup> )	نیتروژن (%) nitrogen	بافت خاک (Soil Texture)
0-30	0.52	0.05	214	7/2	0.04	رسی سیلتی
30-60	2.8	0.04	167	6/4	7.7	Clay-Silt

به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بود. پس از برداشت، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری گردید. به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه در زمان رسیدگی پس از حذف حاشیه، یک مترمربع در نظر گرفته شد. پس از برداشت، بوته‌های مربوط به هر کرت جداگانه به آزمایشگاه منتقل و در آون الکتریکی در دمای ۷۵°C<sup>0</sup> به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و ماده خشک محاسبه گردید. بعد از جدانمودن بذرها و توزین دانه‌های هر کرت، عملکرد دانه با در نظر گرفتن ۱۰ درصد رطوبت در هر مترمربع به دست آمد. درصد نیتروژن به وسیله دستگاه کج‌دال تعیین شد (Bremner, 1996). برای تعیین درصد روغن از روش ارایه‌شده توسط مؤسسه پژوهشی روغن پالم (Anonymous, 1995) استفاده گردید و در نهایت عملکرد روغن، از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به دست آمد. تجزیه داده‌ها

تمامی کود سوپرفسفات‌تریپل و یک سوم اوره قبل از کاشت و دوسوم باقیمانده اوره در زمان شش-هشت برگی و قبل از گل‌دهی گلرنگ به صورت سرک به هر یک از کرت‌های آزمایشی داده شد. کود گوگرد یک هفته قبل از هر تاریخ کاشت درون کرت‌های آزمایشی پخش و با خاک مخلوط شد. عملیات کاشت بر روی خطوط با فواصل ۳۰ سانتی‌متر از هم‌دیگر و فاصله بوته‌ها بر روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر (۳۳ بوته در مترمربع) به صورت دستی انجام شد. بلافاصله پس از هر تاریخ کاشت آبیاری انجام و آبیاری‌های بعدی با توجه به شرایط محیطی و نیاز خاک انجام پذیرفت. تنک کردن بوته‌ها جهت حصول تراکم موردنظر در مرحله پنج-شش برگی انجام گردید. زمان برداشت برای تاریخ‌های کاشت اول تا چهارم در محدوده زمانی اوایل تا اواسط خرداد ماه هم‌زمان با زرد شدن شاخ و برگ‌ها و رسیدن دانه‌ها

با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج‌درصد بررسی شدند.

## نتایج و بحث

### عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد کلپرک در بوته تحت تأثیر معنی‌داری ( $p \leq 0.01$ ) تاریخ کاشت و گوگرد قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که تاریخ کاشت ۳۰ آذر با ۱۸/۰۷ کلپرک در بوته، بیش‌ترین تعداد کلپرک را به خود اختصاص داد. اما کشت دیرهنگام (۱۲ بهمن) به دلیل افزایش دما در پایان فصل رشد، سبب کاهش ۲۱/۶۳ درصدی تعداد کلپرک در بوته شد. بیش‌ترین میزان تعداد کلپرک در بوته با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد، اما مصرف بیشتر گوگرد، سبب کاهش تولید کلپرک در بوته شد (جدول ۵). با تأخیر در کاشت به علت مواجه شدن گیاه با دمای بالا در زمان گل‌دهی، رسیدگی محصول سریع‌تر شده و با کوتاه شدن طول دوره‌ی رشد، پتانسیل تولیدی گیاه کمتر می‌شود در نتیجه تعداد کلپرک در بوته با کاهش مواجه شده ولی مصرف گوگرد تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش تعداد کلپرک در بوته نسبت به شاهد در کشت‌های تأخیری شد. تأخیر در کاشت گل‌رنگ سبب کاهش تعداد شاخه فرعی و در نهایت کاهش تعداد کلپرک می‌شود (Fazelikakheli et al., 2008). Noorullah et al., 2002 نشان دادند که مصرف گوگرد می‌تواند باعث افزایش تعداد غلاف کلزا در واحد سطح و از این طریق باعث افزایش عملکرد دانه گردد.

اثر تاریخ کاشت و عنصر گوگرد بر تعداد دانه در کلپرک معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاریخ کاشت ۳۰ آذر با تعداد ۳۱/۰۲ و ۹ آذر با ۳۰/۷۶ بیش‌ترین تعداد دانه در کلپرک را به خود اختصاص دادند. ولی تاریخ کاشت دیرهنگام (۱۲ بهمن) با تعداد ۲۳/۰۹ دانه، از کمترین تعداد دانه در کلپرک برخوردار بود (جدول ۵). تأخیر در کاشت گل‌رنگ سبب کوتاه شدن مرحله‌ی رویشی گیاه شده و در نتیجه گیاه در زمان مناسب به شاخص سطح برگ مطلوب نمی‌رسد. بنابراین تعداد زیادی از دانه‌ها ممکن است به مرحله‌ی باروری نرسند به همین دلیل درصد پوکی دانه در کشت تأخیری افزایش می‌یابد، این نتایج با یافته‌های قبلی (1 و 14) مطابقت دارد. همچنین مصرف گوگرد تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در کلپرک داشت. به طوری که بیش‌ترین تعداد دانه در کلپرک از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد که با تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که با مصرف گوگرد، بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در کلپرک با روند کاهشی مواجه شد. بین تیمار ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و شاهد (عدم مصرف گوگرد) تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده

نشد (جدول ۵). به طور کلی تعداد دانه در کلپرک ظرفیت مخزن‌های گیاه را مشخص می‌کند. هر چه تعداد دانه‌ها بیشتر باشد، گیاه تعداد مخزن‌های بیشتری برای مواد پرورده حاصل از فتوسنتز، تولید کرده است، هر عاملی که این جزء را افزایش دهد باعث افزایش عملکرد نیز خواهد بود. Safari et al., 2012 در آزمایشی نشان دادند که مصرف گوگرد بر تعداد دانه در کلپرک اثر معنی‌دار و مثبتی دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و گوگرد بر عملکرد دانه معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها مشخص کرد که بیش‌ترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت ۳۰ آذر به میزان ۳۵۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن از تاریخ کاشت آخر حاصل شد. نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت عملکرد دانه به میزان ۴۳ درصد کاهش یافت. هم‌چنین بیش‌ترین میزان عملکرد دانه با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به میزان ۲۸۸۵/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود) و مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد تفاوت آماری معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. نتایج بیان‌کننده‌ی افزایش ۱۸ درصد عملکرد دانه با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نسبت به شاهد بود (جدول ۵). تأخیر در کاشت عملکرد دانه را در تاریخ کاشت ۱۲ بهمن نسبت به ۳۰ آذر به میزان ۴۳/۵۰ درصد کاهش داد که با استفاده از مصرف گوگرد به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در تاریخ کاشت دیرهنگام (۱۲ بهمن) نسبت به شاهد ۳۵ درصد افزایش یافت (جدول ۶). تاریخ کاشت دیرهنگام سبب کاهش تعداد کلپرک شده و هم‌چنین در انتقال مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها اختلال ایجاد می‌کند. که به موجب آن تعداد دانه در کلپرک و راندمان تولیدی گیاه کاهش می‌یابد (Cazzato et al., 1997). کاربرد گوگرد به دلیل تأثیر بر تشکیل آنزیم‌ها و سایر ترکیبات دخیل در متابولیسم مواد فتوسنتزی می‌تواند میزان عملکرد دانه را افزایش دهد، نتایج این آزمایش با بررسی‌های Noorullah et al., 2002 مطابقت داشت.

تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی‌دار ( $p \leq 0.01$ ) داشت (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۲۳۱۱۸ کیلوگرم در هکتار از تاریخ کاشت ۹ آذر و کمترین مقدار آن از تاریخ کاشت ۱۲ بهمن حاصل شد (جدول ۵). تأخیر در کاشت و کوتاه شدن طول دوره‌ی رشد باعث کاهش میزان بهره‌وری گیاه از منابع محیطی و کاهش رشد اندام‌های رویشی شده و در نتیجه ماده خشک تجمعی گیاه کاهش خواهد یافت. بررسی‌ها بر روی گیاه گندم نیز نشان داد که تأخیر در کاشت به علت کاهش عملکرد دانه و میزان کاه و کلش تولیدی عملکرد بیولوژیک هم کاهش می‌یابد (Modhej and Fathi, 2009).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، مقدار روغن و درصد نیتروژن گلرنگ

Table 2- Results of analysis of variance of yield, yield components, oil content and nitrogen content of safflower

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)							
		کلاپرک در بوته Head per plant	دانه در کلاپرک grain per head	وزن دانه Thousand seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	نیتروژن دانه Seed nitrogen	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن Oil yield
(R) بلوک	2	4.63 <sup>ns</sup>	36.18 <sup>ns</sup>	3.86 <sup>ns</sup>	377957.8 <sup>ns</sup>	4147618 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	2.432079*	36921 <sup>ns</sup>
(D) تاریخ کاشت	3	132.8**	509/	33.7 <sup>ns</sup>	18572674*	391778559**	2.1**	24.0**	1112898**
(Ea) خطای اصلی	6	12.5	21.5	51.6	2428494	73540525	0.2	1.0	123374
(S) گوگرد	3	167.76**	298**	0.8 <sup>ns</sup>	*3205774	60089120 <sup>ns</sup>	0.5 <sup>ns</sup>	29.5**	243025**
D*S	9	55.93 <sup>ns</sup>	176 <sup>ns</sup>	5.6 <sup>ns</sup>	1954534 <sup>ns</sup>	12878551 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>ns</sup>	36.5**	76326 <sup>ns</sup>
(Eb) خطای فرعی	24	67.5	275	52.8	2474427	1810014846	1.1	18.2	154995
ضریب تغییرات (%)		10.32	12.13	5.2	12.23	14.59	7.76	3.9	13.85

ns, non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

\* و \*\* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

## خصوصیات دانه

۲۳/۲ درصد حاصل شد که با سطوح مختلف گوگرد به میزان ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف آماری معنی داری نداشت. در تاریخ کاشت ۳۰ آذر در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار روغن به میزان ۲۵/۱۹ درصد به دست آمد. در تاریخهای کاشت سوم و چهارم بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار ۴۰۰ کیلوگرم با میانگین ۲۳/۲۲ و ۲۱/۹۴ درصد بود. کمترین میزان روغن در همه تاریخهای کاشت مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴).

درصد روغن دانه تحت تأثیر معنی دار ( $p \leq 0.01$ ) برهم کنش تاریخ کاشت و عنصر گوگرد قرار گرفت (جدول ۲). برشدهی اثر متقابل نشان می‌دهد که مقادیر گوگرد در تاریخ کاشت اول و سوم در سطح احتمال پنج درصد و در تاریخ کاشت دوم و چهارم در سطح یک درصد معنی دار بودند (جدول ۳). بیشترین میزان درصد روغن در تاریخ کاشت ۹ آذر با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد با میانگین

جدول ۳- برشدهی اثر متقابل تاریخ کاشت و گوگرد بر درصد روغن دانه

Table 3- Slicing interaction planting date and sulfur on seed oil

تاریخ کاشت planting date	درجه آزادی df	مجموع مربعات SS
۹ آذر (21 December)	3	7 *
۳۰ آذر (30 November)	3	32.6 **
۲ بهمن (22 January)	3	10.5 *
۱۲ بهمن (1 February)	3	16**

ns, \*, \*\* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد  
ns, \*, \*\* : non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح گوگرد در هر تاریخ کاشت بر درصد روغن دانه

Table 4- Mean comparison of sulfur levels in each planting date in term of grain oil content

گوگرد (Sulfur) (kg ha <sup>-1</sup> )	تاریخ کاشت (planting date)			
	۹ آذر (21 December)	۳۰ آذر (30 November)	۲ بهمن (22 January)	۱۲ بهمن (1 February)
شاهد (Control)	21.26 <sup>b</sup>	20.84 <sup>c</sup>	10.96 <sup>b</sup>	19.14 <sup>b</sup>
200	23.2 <sup>a</sup>	25.19 <sup>a</sup>	21.15 <sup>b</sup>	20.5 <sup>ab</sup>
400	22.84 <sup>a</sup>	21.57 <sup>bc</sup>	23.22 <sup>a</sup>	21.94 <sup>a</sup>
600	22.92 <sup>a</sup>	22.6 <sup>b</sup>	21.11 <sup>b</sup>	21.9 <sup>a</sup>

میانگینهای دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم ندارند  
Means within each column followed by the same letters are not significantly different

اثر تاریخ کاشت و گوگرد بر عملکرد روغن معنی دار ( $p \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین عملکرد روغن از تاریخ کاشت ۳۰ آذر با میانگین ۸۱۰/۴۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد، که دلیل آن بیشتر بودن عملکرد دانه در این تاریخ کاشت است. کمترین عملکرد روغن از تاریخ کاشت ۲ و ۱۲ بهمن به دست آمد (جدول ۵). تأخیر در کاشت سبب کوتاه شدن فصل رشد و فاصله گرفتن گیاه از شرایط مناسب رشد می‌شود. این عوامل باعث می‌شود که گیاه پتانسیل لازم جهت فرآیندهای متابولیک را نداشته باشد، در نتیجه سنتز متابولیت‌های اولیه و ثانویه در گیاه دچار اختلال شده و بر میزان روغن دانه اثر منفی می‌گذارد. Cosge and Kaya, 2005 در بررسی‌های خود چنین نتایجی را تأیید کردند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش هر کیلوگرم در هکتار گوگرد تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۱/۰۹ کیلوگرم در هکتار بر میزان عملکرد روغن افزوده می‌شود

با تأخیر در کاشت میزان روغن دانه کاهش یافت، اما مصرف گوگرد به طور جبرانی، سبب افزایش درصد روغن نسبت به شاهد در کشت‌های تأخیری گردید. تأخیر در کاشت و هم‌زمان شدن دوره پُرشدن دانه با دمای بالا باعث کاهش روغن دانه گلرنگ می‌شود (Fazelikakheli *et al.*, 2008).

Omidi and Sharifi Moghaddas, 2008 در بررسی‌های خود بر روی گیاه گلرنگ اظهار داشتند که تاریخ کاشت بر روی میزان روغن و کیفیت روغن (عدد یدی) تأثیر گذاشته و با تأخیر در زمان کاشت، کاهش می‌یابد. گوگرد جزء ساختمان آنزیم‌ها است که در واکنش‌های تشکیل اسید چرب و پیوند این اسیدها برای تولید چربی و روغن دخالت دارد. از این رو کاربرد گوگرد باعث فراهمی آن در محیط سلول شده و در نتیجه با افزایش درصد اسیدهای چرب بر میزان روغن دانه افزوده می‌شود (Ahmad *et al.*, 2007).

می‌گردد (Modhej and Fathi, 2002). Nourmohamadi *et al.*, 2010 بیان نمودند هر عامل ژنتیکی و محیطی که رسیدن دانه را تسریع کند باعث افزایش نیتروژن و پروتئین دانه خواهد شد. Farooq *et al.*, 2011 معتقدند کاهش دوره پُرسدن دانه، باعث افزایش نسبت نیتروژن به کربن می‌شود. در تیمار گوگرد، بیش‌ترین و کمترین میانگین درصد نیتروژن از سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲/۹۴ درصد و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده این موضوع است که افزایش بیش از حد مقدار گوگرد مصرفی باعث کاهش مقدار نیتروژن می‌شود، زیرا بیشتر گوگرد اضافه شده، در مسیر سنتز روغن به کار گرفته شده و استفاده بیش از حد گوگرد تأثیر منفی بر روند افزایش نیتروژن دانه دارد. Wani *et al.*, 2001 افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه و درصد نیتروژن آفتابگردان با کاربرد گوگرد مشاهده نمودند.

و بعد از این مقدار، عملکرد روغن روند کاهشی را نشان داد، که علت آن می‌تواند کاهش عملکرد دانه باشد (جدول ۵). بسیاری از محققان نیز اظهار داشتند که تأمین گوگرد، سنتز روغن را افزایش می‌دهد (Abadian *et al.*, 2009; Asghar *et al.*, 2004). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیش‌ترین و کمترین عملکرد روغن به ترتیب از تاریخ کاشت دوم و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد با میانگین ۹۴۳/۱۸ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت آخر و تیمار عدم مصرف کود با میانگین ۳۳۶/۶۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۶).  
اثر تاریخ کاشت و گوگرد بر درصد نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین درصد نیتروژن دانه از تاریخ کاشت ۱۲ بهمن و کمترین در تاریخ کاشت ۹ آذر به دست آمد (جدول ۵). نیتروژن اولین عنصری است که در دانه ذخیره می‌شود. تأخیر در کاشت باعث کوتاه‌شدن دوره‌ی پُرسدن دانه و افزایش مقدار ذخیره نیتروژن در گیاه

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، مقدار روغن و نیتروژن گلرنگ

Table 5- Mean comparison effect of planting date and sulfur the yield, yield components, oil content and nitrogen content of safflower

تاریخ کاشت planting date	تعداد کلپرک در بوته Head per plant	تعداد دانه در کلپرک grain per head	وزن ۱۰۰۰ دانه (g) Thousand seed weight	عملکرد دانه (kg.ha <sup>-1</sup> ) Grain yield	عملکرد بیولوژیک (kg.ha <sup>-1</sup> ) Biological yield	عملکرد روغن (kg.ha <sup>-1</sup> ) Oil yield	نیتروژن دانه (%) Seed nitrogen
۹ آذر (21 December)	17.7 <sup>a</sup>	30.8 <sup>a</sup>	29.7 <sup>a</sup>	2751 <sup>b</sup>	23118 <sup>a</sup>	622 <sup>b</sup>	2.56 <sup>c</sup>
۳۰ آذر (30 November)	18.1 <sup>a</sup>	31.0 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	3590 <sup>a</sup>	19679 <sup>ab</sup>	810 <sup>a</sup>	2.65 <sup>c</sup>
۲۲ بهمن (22 January)	15.1 <sup>b</sup>	26.8 <sup>b</sup>	28.8 <sup>a</sup>	2132 <sup>bc</sup>	16346 <sup>bc</sup>	465 <sup>c</sup>	2.82 <sup>b</sup>
۱۲ بهمن (1 February)	14.2 <sup>b</sup>	23.1 <sup>c</sup>	28.3 <sup>a</sup>	2027 <sup>c</sup>	16114 <sup>c</sup>	423 <sup>c</sup>	3.1 <sup>a</sup>
LSD (%)	1/44	1/89	2/93	635/53	3497	143	0.2
<b>گوگرد Sulfur (kg ha<sup>-1</sup>)</b>							
شاهد (Control)	15.3 <sup>b</sup>	25.6 <sup>b</sup>	28.4 <sup>a</sup>	2376 <sup>b</sup>	18677 <sup>a</sup>	439 <sup>b</sup>	2.64 <sup>b</sup>
200	19.4 <sup>a</sup>	30.6 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>	2885 <sup>a</sup>	20591 <sup>a</sup>	656 <sup>a</sup>	2.94 <sup>ab</sup>
400	15.8 <sup>b</sup>	30.2 <sup>a</sup>	28.7 <sup>a</sup>	2881 <sup>a</sup>	18917 <sup>a</sup>	643 <sup>a</sup>	2.79 <sup>b</sup>
600	14.5 <sup>b</sup>	25.2 <sup>b</sup>	28.4 <sup>a</sup>	2357 <sup>b</sup>	18074 <sup>a</sup>	572 <sup>b</sup>	2.75 <sup>ab</sup>
LSD (%)	2.9	2.85	1.24	270.6	2314	67.7	0.18

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد تفاوت معنی‌داری ندارند  
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی  
 Table 6- Mean comparison yield and yield components affected by treatments  
 میانگین‌ها (Means)

تیمارهای آزمایشی Treatments	تعداد کلپرک در بوته Head per plant	تعداد دانه در کلپرک grain per head	وزن هزار دانه (g) Thousand seed weight	عملکرد دانه (Kg ha <sup>-1</sup> ) Grain Yield	عملکرد بیولوژیک (Kg ha <sup>-1</sup> ) Biological Yield	عملکرد روغن (Kg ha <sup>-1</sup> ) Oil Yield
۹ آذر - شاهد	16 <sup>de</sup>	28 <sup>bc</sup>	29 <sup>ab</sup>	2539 <sup>def</sup>	21876 <sup>abc</sup>	538 <sup>efg</sup>
۹ آذر - ۲۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	19 <sup>b</sup>	33 <sup>a</sup>	29 <sup>ab</sup>	2785 <sup>cde</sup>	25108 <sup>a</sup>	640 <sup>cde</sup>
۹ آذر - ۴۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	16 <sup>cde</sup>	34 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	3298 <sup>bc</sup>	24885 <sup>ab</sup>	735 <sup>bc</sup>
۹ آذر - ۶۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	14 <sup>def</sup>	24 <sup>defg</sup>	29 <sup>ab</sup>	2383 <sup>efg</sup>	17801 <sup>def</sup>	556 <sup>def</sup>
۳۰ آذر - شاهد	17 <sup>bc</sup>	31 <sup>abc</sup>	28 <sup>ab</sup>	3483 <sup>ab</sup>	18253 <sup>cdef</sup>	726 <sup>bc</sup>
۳۰ آذر - ۲۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	23/	35 <sup>a</sup>	28 <sup>ab</sup>	4012 <sup>a</sup>	20191 <sup>cde</sup>	943 <sup>a</sup>
۳۰ آذر - ۴۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	19 <sup>b</sup>	31 <sup>abc</sup>	28 <sup>ab</sup>	3741 <sup>ab</sup>	24472 <sup>abc</sup>	865 <sup>ab</sup>
۳۰ آذر - ۶۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	15 <sup>cdef</sup>	27 <sup>cde</sup>	27 <sup>ab</sup>	3123 <sup>bcd</sup>	18970 <sup>cde</sup>	706 <sup>cde</sup>
۲ بهمن - شاهد	14 <sup>efg</sup>	22 <sup>efg</sup>	28 <sup>ab</sup>	1771 <sup>g</sup>	13089 <sup>defg</sup>	371 <sup>h</sup>
۲ بهمن - ۲۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	17 <sup>bode</sup>	28 <sup>bc</sup>	28 <sup>ab</sup>	2340 <sup>efg</sup>	18093 <sup>cdef</sup>	495 <sup>efgh</sup>
۲ بهمن - ۴۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	14 <sup>efg</sup>	28 <sup>bcd</sup>	28 <sup>ab</sup>	2305 <sup>efg</sup>	18803 <sup>cde</sup>	536 <sup>efg</sup>
۲ بهمن - ۶۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	14 <sup>efg</sup>	27 <sup>cde</sup>	29 <sup>ab</sup>	2150 <sup>efg</sup>	15401 <sup>efg</sup>	457 <sup>efgh</sup>
۱۲ بهمن - شاهد	12 <sup>g</sup>	20 <sup>g</sup>	27 <sup>ab</sup>	1731 <sup>g</sup>	13089 <sup>g</sup>	336 <sup>h</sup>
۱۲ بهمن - ۲۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	17 <sup>bcd</sup>	24 <sup>defg</sup>	27 <sup>ab</sup>	2674 <sup>cde</sup>	15630 <sup>efg</sup>	548 <sup>def</sup>
۱۲ بهمن - ۴۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	13 <sup>fg</sup>	26 <sup>def</sup>	27 <sup>ab</sup>	1909 <sup>fg</sup>	13791 <sup>fg</sup>	419 <sup>efgh</sup>
۱۲ بهمن - ۶۰۰ (Kg.ha <sup>-1</sup> )	13 <sup>g</sup>	21 <sup>fg</sup>	27 <sup>b</sup>	1752 <sup>g</sup>	16068 <sup>defg</sup>	387 <sup>gh</sup>

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند  
 Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

## نتیجه گیری

دانه با دماهای بالا گردیده که حاصل آن کاهش تعداد دانه در کلاپرک، کلاپرک در بوته و در نهایت عملکرد دانه است. با توجه به نتایج حاصل از اجرای این پژوهش، مناسبترین تاریخ کاشت برای کاشت گلرنگ در منطقه ملاثانی اواخر آذرماه است. با توجه به بررسی نتایج، مناسبترین مقدار کود گوگرد مصرفی برای گلرنگ ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع گوگرد آلی گرانوله توصیه می‌شود.

تاریخ کاشت موجب تغییر صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ گردید. در مناطقی مانند خوزستان تاریخ کاشت باید به گونه‌ای انتخاب شود که، اثر عوامل محیطی نامساعد در طول دوره رشد و مراحل زایشی به حداقل رسیده و دوره‌های حساس رشدی گیاه با شرایط مساعد محیطی منطبق شود. تاریخ کاشت‌های دیر هنگام علاوه بر کاهش طول دوره رشد، موجب مصادف شدن دوره گل‌دهی و پُرشدن

## References

- 1- Anonymous. 1995. PORIM Test Methods. Palm oil Research Institute of Malaysia. p: 72-75.
- 2- Abadian, H., Lotfi, N., Kamkar, B., and Bagheri, M. 2009. Effect of delayed planting date and density on the quantity and quality of canola in Gorgan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15(5): 20-29. (In Persian with English Abstract)
- 3- Ahmad, G., Jan, A., Arif, M., Jan, M. T. and Khattak R. A. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. Journal of Zhejiang University Science 8: 731-737.
- 4- Asghar Milk, M., Aziz, I., Khan, H. Z. and Ashfaq Wahid, M. 2004. Growth, seed yield and oil content response of canola (*Brassica napus* L.) to varying levels of sulfur. International Journal of Agricultural and Biological 6: 1153-1166.
- 5- Bahmanyar, M. A. and Kazemi, H. 2010. Influence of and sulfur on yield and seed quality of three canola cultivars. Journal of Plant Nutrition 33: 953-965.
- 6- Bassil, B. S. and Kaffka, S. R. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soil and irrigation. Crop response to salinity. Journal Agricultural Water Manage 54: 81-92.
- 7- Bremner, J. M. 1996. Nitrogen total. Method of Soil Analysis, part 3: Chemical Methods; Spark, D. L. Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin. pp: 1085-1121.
- 8- Cazzato, E., Ventricelli, O. and Coletto, A. 1997. Effect of date of seeding and supplemental irrigation on hybrid and open-pollinated safflower production in southern Italy. p. 119-124. 4<sup>th</sup> International Safflower Conference, June 2-7. Italy.
- 9- Cosge, B. and Kaya, D. 2005. Performance of some safflower varieties sown in Late-autumn and Late-spring. Biology Research 12: 13-18.
- 10- Dadashi, N. A. and Khajehpour, M. R. 2005. Effect of planting date and cultivar on growth, yield components and yield of safflower in Esfahan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 8(3): 95-111. (In Persian with English Abstract).
- 11- Delka, E., Oplinger, S., Eynor, T. M. T., Utnam, D. H. P., Oll, J. D. D., Kling, K. A., Durgan, B. R. and Notzel, D. M. 2005. Safflower. University of Wisconsin-Extension Pub. Cooperative Plant and Animal Products and the Minnesota Extension Service.
- 12- Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A. and Siddique, K. H. M. 2011. Heat Stress in wheat during Reproductive and grain-Filling Phases. Critical Reviews in Plant Sciences 30: 491-507.
- 13- Fazelikakheli, S. F., Sadrabadi, R., Zareh, A. and Ahmadi, M. 2008. Effect of planting date and plant density on yield and yield components in safflower in Spring Planting in Torbat. Iran Journal of Agricultural Research 5 (2): 327-332. (In Persian with English Abstract).
- 14- Lubes, R. E., Yermanos, D. M., Laag, A. E. and Burge, W. D. 1965. Effect of planting date on seed yield, oil content, and water requirement of safflower. Agronomy Journal 57: 124-162.
- 15- Mirzakhani, M., Ardakani, M. R., Shiranirad, A. H. and Abbasifar, A. R. 2003. Effects of planting date on yield and yield components of spring safflower cultivars in Central Province. Iran Journal of Crop Sciences, 4 (2): 138-150. (In Persian with English Abstract).
- 16- Modhej, A. and Fathi, G. L. 2009. Wheat Physiology. Publications Islamic Azad University Shoushtar. (In Persian). Pp: 230-250.
- 17- Naseri, F. 1997. Oilseeds. Publications Astan Qouds Razavi. Mashhad. Pp: 25-48.
- 18- Noorullah, K., Amanullah, J., hasanullah, I., Ahmad, K. and Naeem, K. 2002. Response of canola to nitrogen and sulfur nitrogen. Asian Journal Plant Science 1(5): 516-518.
- 19- Nourmohamadi, G., Siadat, A. and Kashani, A. 2010. Agronomy cereal crops. Publications Shahid Chamran University Ahwaz. (In Persian). Pp: 21-100.
- 20- Omid, A. H. and Sharifi Moghaddas, M. R. 2008. Evaluation of Iranian safflower cultivars reaction to different



- sowing dates and plant densities. World Applied Sciences Journal 8: 953-958.
- 21- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. European Journal of Agronomy 19: 453-463.
  - 22- Ravi, S., Channal, H. T., Hebsur, N. S., Patil, B. N. and Dharmatti, P. R. 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal Agriculture Science 21: 383-385.
  - 23- Rengel, Z. 2006. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage. Field Crops Research 97: 221-226.
  - 24- Robertson, M. J., Holland, F. and Bambach, R. 2004. Response of canola and India mustard to sowing date in the grain belt of north – eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 43-52.
  - 25- Safari, M., Maddadizade, M. and Shariatnia, F. 2012. Effects of nutrition nitrogen, boron and sulfur on quantitative and qualitative characteristics of grain safflower. Iranian Journal of Field Crop Science 42 (1): 133-141. (In Persian with English Abstract).
  - 26- Tandon, H. L. 1995. Sulfur fertilizer for Indian Agriculture. A Quid Book. TSI and Prism sulfur copration, New Dehli India.
  - 27- Wani, M. A., Gha, F. A. A., Milik, M. A. and Rather, Z. A. 2001. Response of sunflower to sulfur application under Kashmir condition. Biology Research 3: 19-22.



## Effect of Sowing Date and Sulfur on Yield, Oil Content and Grain Nitrogen of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Autumn Cultivation

N. Safara<sup>1\*</sup> - M. R. Moradi Telavat<sup>2</sup> - S. A. Siadat<sup>3</sup> - A. Koochakzadeh<sup>2</sup> - S. H. Mousavi<sup>4</sup>

Received: 04-01-2015

Accepted: 8-03-2015

### Introduction

Nowadays oilseed crops are considered as the second most important sources of energy in the diet. In this regard, cultivation of oilseed crops such as safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is important due to quality of oil seed and medicinal properties. Different planting dates leads to adaptation of vegetative and reproductive growth of plant to temperature, day-length and various solar radiations and as a result affects plant's development phase and yield. With delayed planting date, temperature and day length increases and development phase will accelerate. In this condition the crop yield will reduce due to crop growth and developmental period will shorten.

Sulfur is an essential element for plant nutrition and its role is greater than Phosphorus. Using sulfur increases the heads per plant and grain yield. In order to investigate the effect of sulfur fertilizer under heat stress condition at the terminal growth stages and its role in reducing the negative effects of high temperature stress on safflower, this research was performed.

### Materials and Methods

In order to study effect of planting date and sulfur manure on yield components, nitrogen and oil percent in safflower, a field experiment was carried out in a randomized complete blocks design with three replications in as split plot arrangement at Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan during 2013-2014. The experimental treatments consisted of four planting dates of 30 November, 21 December, 22 January and 1st February were randomly placed in main plots and four levels of sulfur of 0, 200, 400 and 600 kg ha<sup>-1</sup> performed randomly in subplots, Sulfur fertilizer was incorporated to soil one week before each planting date. Harvest was performed from the mid-May to early-June, during physiological maturity. To measure the yield on maturity time after the removal of margins, Safflower plants were harvested from one m<sup>2</sup> unit area. Nitrogen percent was determined by Kjeltac Analyzer Unit device. Grain oil was measured by PORIM procedure and finally the oil yield was calculated by multiplying oil content and the grain yield. Data from the experiment was analyzed using SAS software and mean comparison was carried out using LSD test at the 5% of probability.

### Results and Discussion

Planting dates significantly affected grain number per head, biological yield, oil yield, grain yield, heads per plant and grain nitrogen. Sulfur fertilizer had a significant effect on grain number per head, oil yield, grain yield, heads per plant and grain nitrogen. There was a significant interaction between planting date and sulfur on grain yield, number of heads in plant and grain oil percentage. The late planting date resulted in plants exposed to high temperature and resulted in decreased safflower yield and yield components. Based on the results, the highest grain yield 4012.66 kg.ha<sup>-1</sup> obtained in planting date 21 December. Late planting dates reduced grain yield to 50.28 percent. It was concluded that 200 kg.ha<sup>-1</sup> sulfur increased grain yield through increasing the grain number per head and the number of heads in plant.

Delayed planting decreased growth period length and resulted in reduced yield and its components. But the application of sulfur fertilizer by increasing yield components can compensate the loss of yield. Sulfur is sub-structure of fatty acid metabolism enzymes in fatty acid and bond formation reactions for the production of oil and involved in fat acids. Planting date and sulfur application in appropriate form increased grain and oil yield. Shortening the growing season due to a delay in planting and plant distance from the right conditions for growth reduced the grain yield. These factors limited the plant grow in optimal conditions, disrupted synthesis of

1- Former MSc Student, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan

2, 3 & 4- Assistant Professor, Professor and Lecturer, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan

(\* - Corresponding Author Email: na.safara69@gmail.com)

primary and secondary metabolites in plants and had a negative effect on seed oil percent.

### Conclusions

Delay in planting date reduced, flowering, grain filling period, potential production and economic performance. Delay in planting date reduced yield, dry matter production and harvest index. Sulfur increased photosynthesis and affected the formation of protein and fatty acids, which increased oil and nitrogen percent and grain yield. The study showed that late planting date reduced seed yield and oil performance, but using the 200 kg.ha<sup>-1</sup> of sulfur from organic granular sources increased yield and yield components.

**Keywords:** Head per plant, Heat stress, Nitrogen, Oil