نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۳۱۵-۳۰۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 2, Summer. 2014, p. 305-315

# تاثیر مقادیر و زمان کاربرد کود ریزمغذی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.* )

حشمت امیدی[1*]- طاهره میرزازاده [2]- محسن رودپیما[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۲/۹
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱/۲۵

## چکیده

گلرنگ یکی از دانه‌های روغنی سازگار به طیف وسیعی از شرایط خاکی ایران است که کمبود عناصر ریزمغذی سبب کاهش عملکرد کمی و کیفی آن می‌شود. به منظور بررسی تاثیر میزان و زمان مصرف کود ریزمغذی بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و ویژگی‌های کیفی روغن دانه گلرنگ ژنوتیپ Mex141 آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. عامل‌ها شامل محلولپاشی برگی کود ریزمغذی در چهار سطح (۱- بدون مصرف کود ریزمغذی ($F_1$)، ۲- مصرف ۲/۵ کیلوگرم ($F_2$)، ۳- مصرف ۳ کیلوگرم ($F_3$) و ۴- مصرف ۴/۵ کیلوگرم در هکتار ($F_4$)) و زمان کاربرد ($T_1$= ۳ ، $T_2$= ۴ و $T_3$= ۵ هفته) کود پس از شکل‌گیری طبق بودند. نتایج نشان داد که صفات شروع و خاتمه گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی، ارتفاع اولین شاخه زایشی (طبق)، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در طبق، قطر طبق، عملکرد دانه، محتوی روغن و پروفیل اسیدهای چرب غیراشباع روغن تحت تاثیر مقادیر کود ریزمغذی و زمان کاربرد آن و برهم‌کنش آنها قرار گرفت. با افزایش مصرف کود ریزمغذی، عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین میزان آن (۱۷۹۱/۱ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۳ کیلوگرم کود ریزمغذی در ۴ هفته پس از شکل گیری طبق حاصل شد. میزان کود بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع روغن دانه تاثیر داشت به طوری که بیشترین میزان اسید چرب (۱۵/۹۲درصد) تک باند دوگانه اولئیک (۱۸:۱) بدون یا با مصرف کمترین میزان کود ریزمغذی بدست آمد. همچنین بیشترین میزان (۷۵/۹۷ درصد) اسید چرب با دو باند دوگانه لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف ۴/۵ کیلوگرم درهکتار ریزمغذی و بیشترین میزان (۰/۲۹ درصد) اسید چرب با سه باند دوگانه اسید چرب لینولنیک (۱۸:۳) با مصرف متعادل (۳ کیلوگرم درهکتار) کود ریزمغذی حاصل شد. اثر برهم‌کنش کود ریزمغذی و زمان کاربرد کود بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع نظیر لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک (۱۸:۳) معنی دار ($p< ۰/۰۱$) بود. به طوری که بیشترین میزان لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف ریز مغذی ۴/۵ کیلوگرم درهکتار طی ۳ هفته پس از تشکیل طبق، و بیشترین میزان لینولنیک (۱۸:۳) با مصرف کود ریزمغذی به میزان ۲/۵ کیلوگرم و محلول پاشی طی ۴ هفته پس از شکل گیری طبق حاصل شد.

**واژه های کلیدی:** عملکرد دانه، محتوی روغن، اسیدهای چرب غیر اشباع، عناصر ریزمغذی

## مقدمه

دانه‌های روغنی[4] پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند و نقش مهمی در حفظ سلامت جامعه دارند (۳۱). امروزه بیش از ۸۰ درصد روغن مصرفی کشور بصورت دانه یا روغن خام[5] وارد، و اخیرا مصرف سرانه روغن حدود ۱۷ کیلوگرم گزارش شده است (۳۲). گیاه یکساله گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از دانه‌های روغنی چند منظوره و سازگار به شرایط اقلیمی ایران با عادت رشد نامحدود[6] می‌باشد. میوهٔ گلرنگ به صورت فندقه است و ذخیرهٔ روغن در لپه‌ها انجام میشود. دانه گلرنگ دارای ۴۵-۲۵ درصد روغن و ۲۴-۱۲درصد پروتئین می باشد (۴۱). روغن ژنوتیپهای با اسید لینولئیک زیاد مناسب آشپزی، تهیه مارگارین و مصارف صنعتی و روغن با اولئیک زیاد، مطلوب کیفیت خوراکی میباشد (۴۱). مقاومت به خشکی و شوری بالا، سازگاری وسیع به اختلاف دما و زودرسی گلرنگ از یک طرف، اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک[7] و اولئیک[8]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار و دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول : Email: omidi@shahed.ac.ir)

4- Oilseed crops
5- Crude oil
6- Undeteminated Growth
7- Linoleic fatty acid
8- Oleic fatty acid

روغن از طرف دیگر سبب کیفیت بالا و بروز ویژگی های باارزش طبی، صنعتی و غذایی آن شده است (۲۹). گلرنگ رتبه هشتم تولید دانه روغنی جهان را بعد از سویا (*Glycin max* Merr.)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، کلزا (*Brassica napus* L.)، آفتاب گردان (*Helianthus annaus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum L.*)، کتان (*Linum usitatissimum L.*) و کرچک (*Ricinnus comminus L.*) دارد (۱۳). روغن گلرنگ از اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک (۱۶:۰) و استئاریک (۱۸:۰) و اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک (۱۸:۱)، لینولئیک (۱۸:۲)، لینولئیک[1] (۱۸:۳) تشکیل شده است (۱۰). روغن استاندارد گلرنگ از پالمیتیک اسید ٪۸-۶ ، استئاریک اسید ٪۳-۲، اولئیک اسید ٪۲۰-۱۶ و لینولئیک ٪۷۵-۷۱ تشکیل شده است (۱۳).

سازگاری خوب گلرنگ به تنش تغذیه ای مانند مدیریت کود سبب شده تا این گیاه بطور مطلوبی از شرایط محیطی برای پرشدن دانه استفاده کند (۲۱ و ۴۱). دراکثر مزارع کشور با توجه به بالا بودن pHخاک، آهک فراوان و مصرف بیش از نیاز کودهای فسفاته، جذب عناصر ریز مغذی از طریق خاک با مشکل مواجه نموده و موجب کاهش کمیت و کیفیت دانه های روغنی گردیده است. محلول پاشی عناصر غذایی بویژه عناصر ریز مغذی آهن، روی منگنز، مس و بر در شرایط خاکهای ایران بعلت مزایای متعدد (برطرف نمودن سریع کمبود، ارزان بودن، راحتی مصرف کود، جلوگیری از تثبیت این عناصر در خاک) نسبت به مصرف خاکی این عناصر نوعی رویکرد علمی نوین کشاورزی است (۴۲) که بدلیل نقل و انتقال بسیار کم عناصر ریزمغذی در داخل گیاه محلول پاشی این ترکیبات طی دوره جذب اهمیت موضوع را بیان می کند.

تلاشهایی برای بهبود عملکرد و کیفیت دانه به کمک توسعه ژنوتیپهای جدید گلرنگ در حال انجام است. تحقیقات نشان داده است که محلول پاشی برگی مقدار کمی از مواد مغذی روی و منگنز می‌تواند عملکرد کیفی محصولات سیب زمینی، گندم، خردل و آفتابگردان را افزایش دهد (۲۷ و۳۷). محلول پاشی با روی سبب افزایش عملکرد دانه و غلظت آن در اندام هوایی بدلیل انتقال مجدد کم آن در داخل گیاه می‌شود (۴۳)، روی نقش مهمی در جوانه زنی و ویگور بذر، توسعه اولیه گیاهچه، لقاح و تولید گرده و عملکرد ماده خشک ایفا می کند (۹، ۲۱ و۳۳). کمبود آهن (Fe) موجب کاهش میزان کلروفیل و تشدید کلروز در گیاه می‌شود و از طریق افزایش تعداد و توسعه سطح برگ، مشارکت در فتوسنتز، افزایش ماده خشک گیاه زمینه تشکیل و توسعه اجزاء عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه را فراهم می‌آورد (۳۴). مس (Cu) از طریق محلول پاشی برگی و به صورت یون توسط ریشه گیاه جذب می‌گردد و به علت غیرمتحرک بودن، ظهور علائم کمبود آن از برگهای جوان آغاز می شود. تقریبا ۷۰٪ مس گیاه در اندامک کلروپلاست یافت شده (۱) و معمولا علائم کمبود آن پس از مصرف نیتروژن مشاهده می گردد (۱۷). عنصر بر (B) در تشکیل پروتئین سلول‌ها و همچنین گرده افشانی و تولید دانه نقش دارد (۳۷).

بالدینی و همکاران (۴) بیان کردند که هدف از محلولپاشی عناصر غذایی طی دوره پر شدن دانه، افزایش دوره سبزینگی و فعالیت برگ‌ها بعنوان اندام اصلی تولید و انتقال مواد فتوسنتزی میباشند. محلول پاشی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز سبب افزایش درصد پروتئین، عملکرد علوفه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته و سطح برگ سورگوم گردید (۳۱). ویس (۴۱) گزارش نمود که محلول پاشی آهن و روی در مراحل مختلف بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و عملکرد روغن آفتابگردان تأثیر معنی داری داشت. مورتوت (۲۸) با مقایسه روشهای مختلف کاربرد عناصر ریزمغذی بر کمیت و کیفیت پیاز به این نتیجه رسید که محلول پاشی عناصر ریز مغذی به خصوص آهن و روی نسبت به روش خاکی تأثیر بیشتری دارد. محلول پاشی عناصر کم مصرف منگنز، آهن، مولیبدن و منیزیم اثر معنی داری بر عملکرد و مقدار روغن دانه نداشت، مصرف کودهای محتوی عناصر کم مصرف موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی کنجد، گلرنگ، کلزا و سایر محصولات گردیده است (۱، ۴۱ و ۴۳). با توجه به گسترش و ترویج زراعت گلرنگ به عنوان یکی از مهمترین نباتات روغنی، انجام مطالعات مرتبط با جنبه‌های مختلف زراعی به ویژه تغذیه مطلوب گیاه اجتناب ناپذیر است. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر کود ریزمغذی بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد کمی و کیفی اسیدهای چرب ژنوتیپ Mex141 گلرنگ انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کودهای ریزمغذی در مرحله رشد زایشی بر صفات زراعی و عملکرد کمی و کیفی گلرنگ زراعی ژنوتیپ Mex141، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شهر تهران در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ اجراء گردید. محل انجام آزمایش دارای ارتفاع ۱۱۹۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی می باشد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه طبق امار هواشناسی ۲۱۶ میلیمتر و میانگین درجه حرارت حدود ۱۷/۱ درجه سانتیگراد می باشد.

1- Linolenic fatty acid

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

| شوری($dS.m^{-1}$) | اسیدیته (pH) | بافت خاک | K (ppm) | ($mg\ kg^{-1}$) Zn | Fe | Cu | Mn | B | P (ppm) | N (%) | OM (%) | OC (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲/۱۳ | ۷/۷۱ | لومی | ۲۱۶ | ۱۸۰/۴ | ۲/۹ | ۱۹/۷ | ۱۸۰/۹ | ۳/۴ | ۱۰/۷ | ۰/۰۸۱ | ۱/۴۱۱ | ۰/۸۱ |

در این تحقیق، فاکتورهای مورد آزمایش شامل محلول پاشی مقادیر مختلف کود ریزمغذی در چهار سطح (بدون استفاده از کود ریزمغذی به عنوان شاهد =$F_1$، مصرف میزان ۲/۵ =$F_2$، مصرف میزان ۳ =$F_3$ و مصرف میزان ۴/۵=$F_4$ کیلوگرم در هکتار) و زمان کاربرد کود در سطوح (۳ =$t_1$ ، ۴ =$t_2$ و ۵ =$t_3$ ) هفته پس از آغاز شکل گیری طبق در نظر گرفته شد. بنابراین محلول پاشی کود ریزمغذی بر اساس سطوح تیمارهای در نظر گرفته شده بصورت دوره‌ای و بترتیب هر سه، چهار و پنج هفته از شکل گیری طبق انجام گرفته است. کود حاوی عناصر ریزمغذی شامل مقادیر قابل توجهی از عنصر گوگرد (کمتر از یک درصد) و عناصر ریزمغذی آهن (۵ درصد)، منگنز (۴ درصد)، اکسید منیزیوم (۲ درصد)، بر (۰/۷ درصد)، روی (۰/۶ درصد)، مس (۰/۵ درصد) و مولیبدن (۰/۳ درصد) بر حسب درصد بود که به صورت محلول پاشی به کار گرفته شد (۴۳).

قبل از اجرای عملیات طرح و به منظور تعیین صفات فیزیکی- شیمیایی خاک، از نقاط مختلف محل آزمایش تعداد ۶ نمونه خاک برداشت و با هم مخلوط شدند و در نهایت تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی بر اساس نتایج نمونه مرکب حاصل از آنها صورت گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

تهیه زمین در پائیز سال قبل با یک شخم عمیق آغاز شد و در ابتدای بهار با شخم سطحی و با استفاده از دستگاه جوی و پشته ساز پشته ها ایجاد گردیدند. بنابراین برای ۱۲ ترکیب تیماری در سه تکرار تعداد ۳۶ کرت ازمایشی (پلات) در زمینی به مساحت حدود ۱۶۰۰ مترمربع ایجاد گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۱۱ متری بود که خطوط ۱ و ۶ و نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف بعنوان حاشیه در زمان نمونه‌برداری حذف شد. کوددهی عناصر اصلی بر اساس توصیه کودی مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۳۳۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپ انجام گرفت. کودهای فسفره و یک سوم کود نیتروژنه بر اساس نتایج تجزیه خاک در هنگام تهیه بستر بذر در سطح مزرعه پاشیده شدند. در این مطالعه فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر محل کاشت ۵-۴ بذر قرار داده شد و در مرحله چهاربرگی برای فراهم شدن تراکم مورد نظر (۸۳۰۰۰ بوته در هکتار) عملیات تنک صورت گرفت. بقیه کود نیتروژن بصورت سرک و در مراحل ساقه رفتن و آغاز شکل گیری طبق به مزرعه داده شد. برای مبارزه با علف های هرز، از وجین دستی استفاده شد. پس از کاشت و استقرار گیاهان بر اساس الگوی کشت، در مرحله ساقه رفتن و همزمان با آغازش شکل گیری طبق اقدام به اعمال تیمارهای مقدار کود و زمان کاربرد کود گردید. به طوری که بر اساس نقشه آزمایش مقدار کود ریزمغذی طی زمانهای در نظر گرفته شده بصورت محلولپاشی و تقسیط به گیاهان داده شد.

صفات شروع گل‌دهی، خاتمه گل‌دهی، دوره گل‌دهی، ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از زمین، تعداد شاخه فرعی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، طول طبق، وزن هزار دانه به همراه ترکیب اسیدهای چرب روغن اندازه‌گیری شد. ثبت ویژگی های مرفولوژیک با استفاده از میانگین ۱۰ بوته بطور تصادفی انجام شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، سطحی معادل ۴ متر مربع از هر کرت برداشت شد. بوته‌های برداشت شده جهت خشک شدن به مدت چند روز در برابر آفتاب قرار گرفتند و سپس جهت تعیین عملکرد با ترازوی دقیق (۰/۰۰۱ گرم) توزین شدند. در مؤسسه اصلاح بذر کرج جهت روغن‌گیری دانه ۱۰ گرم از دانه‌ها با حلال پترولیوم اتر و با دستگاه سوکسله به مدت ۴ ساعت عصاره‌گیری شد. تغلیظ عصاره مذکور در داخل بالن توزین شده ($t_1$) و با دستگاه دوار[1] تقطیر در خلاء انجام گرفت و سپس بالن حاوی روغن استخراج شده ($t_2$) توزین گردید. تفاوت میان $t_1$ و $t_2$ بیانگر وزن روغن استخراج شده از ۱۰ گرم دانه می‌باشد که به صورت درصد بیان گردید. تعیین صفات کیفی روغن نظیر پروفایل درصد اولئیک، لینولئیک و لینولنیک با استریفیکاسیون (متیل استر) اسیدهای چرب صورت گرفت (۳۱). تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون آماری چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد و ضرایب همبستگی ساده به روش پیرسون انجام گرفت.

## نتایج

### طول دوره گل‌دهی (شروع و خاتمه گل‌دهی)

مصرف مقدار کود ریزمغذی بر طول دوره گل‌دهی تأثیر معنی دار ($p< ۰/۰۵$) و افزایشی داشت (جدول ۲) و با مصرف این کود، طول دوره گل دهی نسبت به شاهد بیشتر شد. کمترین طول دوره گل دهی در تیمار عدم مصرف کود ریزمغذی اتفاق افتاد (جدول۳). نتایج نشان داد که زمان کاربرد کود ریزمغذی نیز تأثیر معنی داری بر دوره گل

1- Rotavapor

دهی داشت. به طوری که بیشترین دوره گل دهی با مصرف ریزمغذی طی ۴ هفته پس از تشکیل طبق حاصل شد (جدول۳). شروع و خاتمه گل‌دهی از نظر آماری بـه طـور معنـی داری ($p< ۰/۰۱$) تحـت تـأثیر میزان کود ریزمغذی و زمـان کـاربرد آن قـرار گرفـت (جـدول۲). بـا مصرف کود ریزمغـذی زمـان خاتمـه گـل دهـی طـولانی تـر یافـت. بیشترین شروع گل دهی در تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین آن در سایر تیمارها بدون اختلاف معنی دار حاصل شـد (جـدول۳). مصـرف کود ریزمغذی طی ۴ هفته پس از تشکیل طبق سبب تاخیر گل دهـی شد و محلول پاشـی طـی ۳ هفتـه سـبب خاتمـه گـل دهـی گردیـد (جدول۳). اثر برهم‌کنش کود و مدت زمان کاربرد بر خاتمه گل دهـی تأثیر معنی داری ($p< ۰/۰۱$) داشت (جدول ۲). به طوری که بیشترین اثر برهم‌کنش بر اتمام گل‌دهی در تیمارهای کـود ریزمغـذی ۲/۵ و ۳ کیلوگرم طی ۴ هفته محلول پاشی بعد از آغاز شکل گیـری طبـق بـه ترتیب ۷۶ و ۷۵/۳۳ روز بود و کمترین آنها در تیمارهای کود ریزمغذی ۴/۵ کیلوگرم در ۵ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق (۷۰/۳۳ روز) به دست آمد (جدول ۴).

### ارتفاع بوته و اولین شاخه زایشی (طبق)

اثر ساده و برهم‌کنش مصرف کود ریزمغذی و زمان کاربرد آن بـر ارتفاع اولین شاخه زایشی (طبق) معنی دار ($p< ۰/۰۱$) بود (جدول۲) و با مصرف کود ریزمغذی ارتفاع اولین شاخه زایشی در سطح بالاتری از زمین قرار گرفت. بیشترین ارتفاع اولین شاخه زایشی در تیمار مصـرف کود ریزمغذی طی ۵ هفته پس از تشکیل طبق حاصل شد و کمتـرین ارتفاع اولین شاخه زایشی در مصرف کـود بـه مـدت ۴ هفتـه پـس از تشکیل طبق مشاهده شد (جدول۳). بیشترین اثر برهم‌کنش بر ارتفاع اولین شاخه زایشی در تیمار کود ریزمغذی ۳ کیلوگرم و طی ۵ هفته و کمترین آنها در تیمار شاهد به دست آمد (جدول۴).

**جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات ویژگی‌های زراعی و مرفولوژیک گلرنگ**

| منابع تغییر | درجه آزادی | شروع گلدهی | خاتمه گلدهی | طول دوره گلدهی | ارتفاع بوته | ارتفاع اولین شاخه زایشی (طبق) | تعداد شاخه فرعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۰/۶۹۴ | ۰/۱۱۱ | ۱/۳۶۱ | ۴۰/۷۵۰ | ۱/۸۶۱ | ۱۶/۳۶۱ |
| مقدار کود | ۳ | ۶۶/۹۹۰$^{**}$ | ۱۲/۴۸۱$^{**}$ | ۳۶/۴۷۲$^{*}$ | ۲۲/۴۴۴$^{ns}$ | ۶۱۲/۲۹۶$^{**}$ | ۶۷/۴۴۴$^{**}$ |
| زمان کاربرد | ۲ | ۶۱/۴۴۴$^{**}$ | ۲۴۵/۱۹۴$^{**}$ | ۱۷۱/۵۲۷$^{**}$ | ۱۰۸/۵۸۳$^{ns}$ | ۵۶۷/۵۲۷$^{**}$ | ۲۷/۱۱۱$^{*}$ |
| مقدار کود × زمان کاربرد | ۶ | ۳/۵۱۸$^{ns}$ | ۲۵/۳۴۲$^{**}$ | ۲۲/۹۷۲$^{ns}$ | ۴/۵۸۳$^{ns}$ | ۲۰۰/۶۰۱$^{**}$ | ۴/۶۶۶$^{ns}$ |
| خطا | ۲۲ | ۷/۶۳۳ | ۱/۷۱۷ | ۹/۵۷۳ | ۳۱/۸۴ | ۲۹/۰۷۳ | ۴/۷۵۵ |

* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات فاکتورهای کودی بر ویژگی های زراعی و مرفولوژیک گلرنگ**

| مقدار کود ریزمغذی (kg ha$^{-1}$) | شروع گلدهی(day) | خاتمه گلدهی(day) | طول دوره گلدهی(day) | ارتفاع بوته (cm) | ارتفاع اولین شاخه زایشی (cm) | تعداد شاخه فرعی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بدون مصرف کود ریزمغذی شاهد ($F_1$) | ۶۲/۴a | ۷۱/۴a | ۹b | ۸۳/۸a | ۳۱/۳b | ۹/۱c |
| مصرف به میزان ۲/۵ ($F_2$) | ۵۷b | ۶۹/۶bc | ۱۲/۶a | ۸۰/۲a | ۴۸/۴a | ۱۲/۸b |
| مصرف به میزان ۳ ($F_3$) | ۵۶/۷b | ۷۰/۴ab | ۱۳/۶a | ۸۲/۵a | ۴۸/۸a | ۱۴/۵ab |
| مصرف به میزان ۴/۵ ($F_4$) | ۵۷/۲b | ۶۸/۶c | ۱۱/۴ab | ۸۱/۳a | ۴۵/۱a | ۱۵/۲a |
| زمان کاربرد | | | | | | |
| ۳ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۵۶/۲b | ۶۵/۱۶c | ۸/۹b | ۷۹/۷b | ۴۳/۲b | ۱۲/۸ab |
| ۴ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۵۸/۰۸b | ۷۴/۰۸a | ۱۶a | ۸۰/۸ab | ۳۶/۶c | ۱۱/۵b |
| ۵ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۶۰/۷a | ۷۰/۹b | ۱۰/۱۶b | ۸۵/۴a | ۵۰/۴a | ۱۴/۵a |

در هر اثر ساده بطور جداگانه، میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش کود و زمان کاربرد آن بر ویژگی های زراعی و مرفولوژیک گلرنگ

| مقدار کود ریزمغذی ($kg\ ha^{-1}$) | مدت زمان کاربرد(هفته) | شروع گلدهی | خاتمه گلدهی | دوره گلدهی | ارتفاع بوته(cm) | ارتفاع اولین شاخه زایشی (cm) | تعداد شاخه فرعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۳ | ۶۱/۳۳ab | ۷۱/۳۳cb | ۱۰c | ۸۱/۶۶a | ۳۰e | ۸e |
| بدون مصرف کود ($F_1$) | ۴ | ۶۳a | ۷۲cb | ۹c | ۸۳/۳۳a | ۳۵/۳۳de | ۸/۳۳de |
| | ۵ | ۶۳a | ۷۱cb | ۸c | ۸۶/۶۶a | ۲۸/۶۶e | ۱۱cde |
| مصرف به میزان ۲/۵ ($F_2$) | ۳ | ۵۴/۳۳e | ۶۲/۶۶d | ۸/۳۳c | ۷۶/۶۶a | ۴۶/۶۶bc | ۱۳/۳۳bc |
| | ۴ | ۵۶/۶۶bcde | ۷۵/۳۳a | ۱۸/۶۶a | ۷۹a | ۴۱/۶۶bc | ۱۲bcd |
| | ۵ | ۶۰abc | ۷۱cb | ۱۱bc | ۸۵a | ۵۷/۳۳a | ۱۳/۳۳bc |
| مصرف به میزان ۳ ($F_3$) | ۳ | ۵۴/۶۶de | ۶۴d | ۹/۳۳c | ۸۰/۶۶a | ۵۵/۳۳ab | ۱۵/۶۶ab |
| | ۴ | ۵۶cde | ۷۶a | ۲۰a | ۸۰/۳۳a | ۳۲/۶۶de | ۱۲/۶۶bc |
| | ۵ | ۵۹/۶۶abcd | ۷۱/۳۳cb | ۱۱/۶۶bc | ۸۶/۶۶a | ۵۸/۶۶a | ۱۵/۳۳ab |
| مصرف به میزان ۴/۵ ($F_4$) | ۳ | ۵۴/۶۶de | ۶۲/۶۶d | ۸c | ۸۰a | ۴۱cd | ۱۴/۳۳bc |
| | ۴ | ۵۶/۶۶bcde | ۷۳b | ۱۶/۳۳ab | ۸۰/۶۶a | ۳۷cde | ۱۳bc |
| | ۵ | ۶۰/۳۳abc | ۷۰/۳۳c | ۱۰c | ۸۳/۳۳a | ۵۷/۳۳a | ۱۸/۳۳a |

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

### تعداد شاخه فرعی

میزان کود ریزمغذی در سطح احتمال ($p< ۰/۰۱$) و زمان کاربرد در سطح احتمال ($p< ۰/۰۵$) تعداد شاخه فرعی را تحت تأثیر قرار داد (جدول۲) به گونه ای که مصرف ۴/۵ کیلوگرم در هکتار کود، تعداد شاخه فرعی را افزایش داد (جدول۳). محلول پاشی بوته ها طی ۵ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق سبب افزایش تعداد بیشتر شاخه فرعی شد (جدول۳و۴).

### تعداد طبق و دانه در طبق

میزان کود ریزمغذی، مدت زمان محلول پاشی و اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در طبق تأثیر معنی داری ($p< ۰/۰۱$) داشت (جدول ۵) و با مصرف کود ریزمغذی تعداد دانه در طبق به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین تعداد دانه با کاربرد ۳ کیلوگرم کود ریزمغذی در طبق بدست آمد. به هر حال کمترین تعداد دانه در طبق در تیمار بدون مصرف کود ریزمغذی مشاهده شد (جدول ۶). همچنین بیشترین تعداد دانه در طبق طی مدت ۴ هفته مصرف کود ریزمغذی حاصل شد و کمترین تعداد دانه در طبق طی مدت ۵ هفته مصرف کود مشاهده شد (جدول ۶). برای اثر متقابل، بیشترین تعداد دانه در طبق طی مدت ۳ هفته مصرف ۲/۵ کیلوگرم کود ریزمغذی و کمترین آنها در عدم مصرف کود حاصل شد (جدول ۷).

### قطر طبق

قطر طبق از نظر آماری به طور معنی داری ($p< ۰/۰۱$) تحت تأثیر میزان کود ریزمغذی و زمان کاربرد آن قرار گرفت (جدول۵) و با مصرف این کود قطر طبق افزایش یافت. بیشترین قطر طبق با مصرف ۴/۵ کیلوگرم حاصل شد و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد (جدول۶). بیشترین و کمترین قطر طبق بترتیب طی مدت ۵ هفته و ۴ هفته محلول پاشی مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین مربعات ویژگی های زراعی، کمی و کیفی گلرنگ

| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد طبق در بوته | تعداد دانه در طبق | قطر طبق | وزن هزار دانه | عملکرد دانه هکتار | اولئیک (۱۸:۱) | لینولئیک (۱۸:۲) | لینولنیک (۱۸:۳) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۵۰/۶۹۴ | ۶۴/۰۸۳ | ۲/۳۵۰ | ۷۰/۲۳۴ | ۱۳۲/۲۹۹۴۱۳ | ۰/۴۹۲ | ۱/۰۷ | ۰/۰۰۰۰۳ |
| مقدار کود | ۳ | ۳۳/۶۶۶$^{ns}$ | ۲۷۷۴/۴۴۴$^{**}$ | ۵/۶۶۵$^{**}$ | ۳۰/۷۷۵$^{ns}$ | ۷۷۴۷۳۰/۱۷۴$^{**}$ | ۱۶/۵۲۲$^{**}$ | ۸/۵۴$^{**}$ | ۰/۰۶۱$^{**}$ |
| زمان کاربرد | ۲ | ۵۷/۸۶۱$^{ns}$ | ۵۳۶۳/۵۸۳$^{**}$ | ۳/۳۱۰$^{**}$ | ۱۴۱/۷۶۸$^{ns}$ | ۲۶۷۸۳۲/۵۳۳$^{*}$ | ۰/۰۹۲$^{ns}$ | ۰/۹۹$^{**}$ | ۰/۰۰۴$^{**}$ |
| مقدار کود× زمان کاربرد | ۶ | ۱۷/۷۵۰$^{ns}$ | ۵۱۵۸۰۵$^{**}$ | ۰/۷۱۸$^{ns}$ | ۳۸/۱۷۶$^{ns}$ | ۵۸۶۲۵/۱۹۱$^{ns}$ | ۰/۲۹۰$^{ns}$ | ۱/۰۹$^{**}$ | ۰/۰۰۴$^{**}$ |
| **خطا** | ۲۲ | ۲۰/۱۱۸ | ۴۶/۹۳۱ | ۰/۴۳۹ | ۴۴/۱۸۴ | ۷۶۷۵۷/۷۰۸ | ۰/۷ | ۰/۱۷۱ | ۰/۰۰۰۱ |

* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

**جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات تیمارهای کودی بر ویژگی های کمی و کیفی گلرنگ**

| مقدار کود ریزمغذی ($kg\ ha^{-1}$) | تعداد طبق در بوته | تعداد دانه در طبق | قطر طبق (cm) | وزن هزار دانه(g) | عملکرد دانه ($ton\ ha^{-1}$) | اولئیک (۱۸:۱) | لینولئیک (۱۸:۲) | لینولنیک (۱۸:۳) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بدون مصرف کود ریزمغذی شاهد ($F_1$) | ۱۸/۸۸۹ a | ۱۹/۱۱۱b | ۲/۵۶۶b | ۴۴/۴۶۷a | ۰/۹۸۷c | ۱۵/۷۴ a | ۷۴/۰۹c | ۰/۱۷c |
| مصرف به میزان ۲/۵ ($F_2$) | ۲۳/۲۲۲a | ۵۴a | ۴/۰۸۸a | ۴۷/۶۵۳a | ۱/۵۳۱ab | ۱۵/۹۲a | ۷۳/۸۹c | ۰/۲۷b |
| مصرف به میزان ۳ ($F_3$) | ۲۲/۲۲۲a | ۵۶/۱۱۱a | ۳/۹۰a | ۴۸/۳۲۲a | ۱/۶۶۰a | ۱۴/۲۲b | ۷۵/۱۹b | ۰/۲۹a |
| مصرف به میزان ۴/۵ ($F_4$) | ۲۲/۵۵۶a | ۵۲/۱۱۱a | ۴/۳۴۴a | ۴۸/۳۵a | ۱/۳۳۵b | ۱۳/۰۵c | ۷۵/۹۷a | ۰/۱۲d |
| **زمان کاربرد** | | | | | | | | |
| ۳ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۱۴۰۵ab | ۴۶/۳۷ab | ۳/۷۰ab | ۴۶/۳۷ab | ۱/۴۰۵ab | ۱۴/۶۳a | ۷۵/۰۹a | ۰/۲۲a |
| ۴ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۱۵۱۳/۱a | ۵۰/۹۷a | ۳/۲۰b | ۵۰/۹۷a | ۱/۵۱۳a | ۱۴/۷۹a | ۷۴/۷۴b | ۰/۲۲a |
| ۵ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق | ۱۲۱۷/۸b | ۴۴/۲۵b | ۴/۲۵a | ۴۴/۲۵b | ۱/۲۱۸b | ۱۴/۷۷a | ۷۴/۵۲b | ۰/۱۹b |

در هر اثر ساده بطور جداگانه، میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

**جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش کود ریزمغذی و مدت زمان کاربرد آن بر ویژگی های کمی و کیفی گلرنگ**

| مقدار کود ریزمغذی ($kg\ ha^{-1}$) | زمان کاربرد (week) | تعداد طبق در بوته | تعداد دانه در طبق | قطر طبق (cm) | وزن هزار دانه(g) | عملکرد در هکتار(kg) | اولئیک (۱۸:۱) | لینولئیک (۱۸:۲) | لینولنیک (۱۸:۳) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۳ | ۱۸b | ۱۸/۶۶c | ۲/۳۶d | ۴۱/۷۰b | ۹۷۷/۱de | ۱۵/۷۸ab | ۷۳/۸۸ef | ۰/۲۳c |
| بدون مصرف کود ($F_1$) | ۴ | ۲۰ab | ۱۶/۶۶c | ۲/۷۳cd | ۷۰/۲۳ab | ۱۰۸۲/۹de | ۱۵/۶۹ab | ۷۳/۹۰ef | ۰/۱۵d |
| | ۵ | ۱۸/۶۶b | ۲۲c | ۲/۶۰cd | ۴۴/۴۶ab | ۹۰۱/۱e | ۱۵/۷۶ab | ۷۴/۴۸de | ۰/۱۲e |
| | ۳ | ۲۳/۶۶ab | ۶۱b | ۴/۱۶ab | ۵۱/۴۰ab | ۱۴۲۲/۱abcde | ۱۶/۱۸a | ۷۳/۸۳ef | ۰/۲۴c |
| مصرف به میزان ۲/۵ ($F_2$) | ۴ | ۲۰ab | ۲۴/۶۶c | ۳/۳۶bcd | ۴۷/۳۳ab | ۱۷۲۳/۴abc | ۱۵/۷۳ab | ۷۴/۴۸de | ۰/۳۲a |
| | ۵ | ۲۶ab | ۷۶/۳۳a | ۴/۷۳a | ۴۴/۲۳ab | ۱۴۴۹/۲abcd | ۱۵.۸۵ab | ۷۳/۳۶f | ۰/۲۵c |
| | ۳ | ۲۱/۳۳ab | ۷۳/۳۳ab | ۳/۸۰abc | ۴۵/۳۳ab | ۱۸۸۶/۳a | ۱۳/۶۵dc | ۷۶/۰۷ab | ۰/۳۲a |
| مصرف به میزان ۳ ($F_3$) | ۴ | ۲۱/۳۳ab | ۲۳/۳۳c | ۲/۹۰cd | ۵۵/۹۶a | ۱۷۹۲/۱ab | ۱۴/۵۸abc | ۷۴/۵۸de | ۰/۲۸b |
| | ۵ | ۲۴ab | ۷۱/۶۶ab | a۵ | ۴۳/۶۶ab | ۱۳۰۳/۹bcde | ۱۴/۴۳bdc | ۷۴/۹۱cd | ۰/۲۸b |
| | ۳ | ۲۱/۳۳ab | ۶۲/۶۶b | ۴/۵۰ab | ۴۷/۰۶ab | ۱۳۳۴/۳bcde | ۱۲/۹۲d | ۷۶/۵۸a | ۰/۱۰f |
| مصرف به میزان ۴/۵ ($F_4$) | ۴ | ۲۱/۳۳b | ۲۰/۳۳c | ۳/۸۳abc | ۵۳/۳۶ab | ۱۴۵۴/۱abcd | ۱۳/۱۸dc | ۷۵/۹۹ab | ۰/۱۵d |
| | ۵ | ۲۴a | ۷۵/۳۳ab | ۴/۷۰a | ۴۴/۶۳ab | ۱۲۱۷/۲cde | ۱۳/۰۶dc | ۷۵/۳۳bc | ۰/۱۱ef |

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

### عملکرد دانه و وزن هزاردانه

از نظر آماری عملکرد دانه[1] تحت تأثیر میزان کود ریزمغذی در سطح احتمال ($p< ۰/۰۱$) و زمان محلول پاشی در سطح احتمال ($p< ۰/۰۵$) قرار گرفت (جدول۵) و با مصرف این کود عملکرد دانه به طور معنی داری نسبت به عدم مصرف کود افزایش یافت (جدول۶). بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم کود حاصل شد و کمترین آن در تیمار شاهد (۹۸۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول۶). همچنین بیشترین عملکرد دانه با محلول پاشی طی ۴ هفته کود ریزمغذی (۱۵۱۳/۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و کمترین عملکرد دانه در محلول پاشی طی ۵ هفته بعد از اغاز شکل گیری طبق کود ریزمغذی (۱۲۱۷/۸ کیلوگرم) بدست آمد (جدول ۶). وزن هزاردانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت.

### پروفیل اسیدهای چرب غیراشباع روغن

در این مطالعه محتوی اسیدهای چرب غیراشباع روغن دانه[2] نظیر اسید چرب اولئیک (۱۸:۱)، اسید چرب لینولئیک (۱۸:۲) و اسید چرب لینولنیک (۱۸:۳) اندازه گیری شد و نتایج نشان داد که مصرف کود ریزمغذی تأثیر معنی داری ($p<۰/۰۱$) بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع روغن دانه داشت (جدول۵). بیشترین میزان اسید چرب تک باند دوگانه اولئیک (۱۸:۱) بدون یا با مصرف کمترین میزان کود

1- Grain Yield

2- Un saturated fatty acids profile

ریزمغذی بدست آمد، همچنین بیشترین میزان اسید چرب با دو باند دوگانه لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف بیشترین میزان مصرف ریز مغذی (۴/۵ کیلوگرم درهکتار) و بیشترین میزان اسید چرب با سه باند دوگانه اسید چرب لینولنیک (۱۸:۳) با مصرف ۳ کیلوگرم درهکتار کود ریزمغذی حاصل شد (جدول۶). محتوی اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک (۱۸:۳) به طور معنی داری ($p< ۰/۰۱$) تحت تأثیر مدت زمان کاربرد قرار گرفت (جدول۵). به طوری که بیشترین میزان لینولئیک اسید (۱۸:۲) و لینولنیک اسید (۱۸:۳) طی ۳ هفته و کمترین میزان طی ۵ هفته محلول پاشی حاصل شد (جدول۶). اثر برهم‌کنش کود و مدت زمان کاربرد بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک (۱۸:۳) معنی دار ($p< ۰/۰۱$) بود (جدول ۵). به طوری که بیشترین میزان لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف ۴/۵ کیلوگرم درهکتار ریزمغذی و طی ۳ هفته، و بیشترین میزان لینولنیک (۱۸:۳) با مصرف ۲/۵ کیلوگرم کود ریزمغذی و طی ۴ هفته حاصل شد (جدول۷).

### ضرایب همبستگی

عملکرد دانه با شروع گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد شاخه فرعی، وزن هزار دانه و درصد اسید چرب لینولنیک همبستگی مثبت و معنی داری داشت و با افزایش شروع گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه عملکرد دانه افزایش یافت (جدول ۸).

## بحث

در این تحقیق تاثیر مقدار و زمان محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر صفات عملکرد، اجزاء عملکرد و پروفیل اسیدهای چرب روغن بررسی شد. تیمار مقدار کود ریزمغذی و زمان کاربرد آن سبب تغییر تاریخ شروع و خاتمه گل‌دهی و همچنین طول دوره گل دهی شد (جدول‌های ۴،۳ و۵) و لذا به تبع آن ویژگی های زراعی، اجزاء عملکرد و به ویژه عملکرد کمی گلرنگ تغییر نمود (جدول۳ و۵). کود ریزمغذی حاوی کمپلکس عناصر گوگرد، منگنز، مولیبدن، روی، آهن، مس، اکسید منیزیوم و بر بود. عملکرد کمی و کیفی تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی قرار می گیرد (۱۴). امروزه، بر اهمیت و نقش قابل توجه تغذیه برگی در جبران کمبود عناصر غذایی در مقابل کاربردهای خاکی آن تاکید شده است (۹و۳۷). در طول دوره تشکیل طبق و پر شدن دانه، محلول پاشی عناصر غذایی ممکن است سبب افزایش دوره سبزینگی و فعالیت برگ ها شود و لذا نقل و انتقال مواد فتوسنتزی سبب بهبود تعداد شاخه گل دهنده، تعداد و وزن طبق در گیاه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شود (جدول۶). نتایج مشابهی توسط سرکر و کاکمک بدست آمده است (۹ و ۳۷). اثر مثبت مصرف کود ریز مغذی بر عملکرد گیاهان گلرنگ، کلزا، کنجد و سویا گزارش شده است (۲۲، ۲۶ و۴۳).

**جدول ۸ـ ضرایب همبستگی ساده (پیرسون) عملکرد و اجزاء عملکرد دانه گلرنگ تحت تاثیر مقدار و زمان مصرف کود ریزمغذی**

| ویژگی | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱-شروع گلدهی | | | | | | | | | | | | |
| ۲- خاتمه گلدهی | ۰/۳۵* | | | | | | | | | | | |
| ۳-دوره گلدهی | -۰/۴۶** | ۰/۶۶** | | | | | | | | | | |
| ۴- ارتفاع طبق | -۰/۳۱ns | -۰/۲۹ns | -۰/۱۷ns | | | | | | | | | |
| ۵-تعداد شاخه فرعی | -۰/۳۱ns | -۰/۲۶ns | -۰/۰۰۴ns | ۰/۶** | | | | | | | | |
| ۶- تعداد طبق در بوته | -۰/۱۸ns | -۰/۳۱ns | -۰/۱۵ns | ۰/۷۰** | ۰/۳۷* | | | | | | | |
| ۷- تعداد دانه در طبق | ۰/۲۳ns | -۰/۵۵** | -۰/۳۳* | ۰/۸۱** | ۰/۶۲** | ۰/۴۵** | | | | | | |
| ۸-طول طبق | -۰/۱۸ns | -۰/۳۱ns | -۰/۱۵ns | ۰/۷۰** | ۰/۳۷* | ۰/۵۹** | ۰/۶۹** | | | | | |
| ۹- وزن هزار دانه | -۰/۴۲** | ۰/۱۰ns | ۰/۴۴** | -۰/۲۶ns | -۰/۰۶ns | -۰/۱۳ns | -۰/۲۲ns | -۰/۱۰ns | | | | |
| ۱۰- عملکرد دانه | ۰/۵۵** | -۰/۰۲ns | ۰/۴۲* | ۰/۲۲ns | ۰/۳۸* | -۰/۰۲ns | ۰/۱۴ns | ۰/۰۷ns | ۰/۳۵* | | | |
| ۱۱-اسید اولئیک | ۰/۲۷ns | ۰/۱۸ns | -۰/۰۴ns | -۰/۲۸ns | -۰/۳۴* | -۰/۱۴ns | -۰/۲۷ns | -۰/۴۸** | -۰/۰۵ns | -۰/۱۷ns | | |
| ۱۲- اسیدلینولئیک | -۰/۳۷* | -۰/۳۱ns | ۰/۰۰۸ns | ۰/۱۵ns | ۰/۳۸* | -۰/۱۲ns | ۰/۱۸ns | ۰/۲۳ns | ۰/۱۰ns | ۰/۲۸ns | -۰/۸۰** | |
| ۱۳- اسیدلینولنیک | -۰/۳۰ns | ۰/۱۶ns | ۰/۴* | ۰/۲۳ns | ۰/۰۱ns | -۰/۰۲ns | ۰/۰۹ns | -۰/۰۴ns | ۰/۰۳ns | ۰/۵۲** | ۰/۳۰ns | -۰/۲۵ns |

ns، * و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در مطالعه ای کاربرد کود ریز مغذی قطر طبق گلرنگ را افزایش داد (۵). ساگار و همکاران (۳۶) اظهار داشتند که مصرف گوگرد به همراه فسفر، بر، منیزیم، نیتروژن و پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه آفتابگردان گردید. تامین عناصر مغذی به ویژه روی، آهن و منگنز عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش داد (۳۷ و ۴۲).

از آن جایی که عناصر میکرو و آهن موجود در ترکیب کودی در سنتز کلروفیل نقش دارد (۳۱، ۴۳ و ۳۹) لذا ممکن است افزایش کلروفیل بطور مستقیم یا غیرمستقیم باعث افزایش شاخص سطح برگ (۳۶) و فتوسنتز بیشتر شده و در نتیجه نقل و انتقال مواد فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد دانه شده باشد از طرفی حضور آهن در ساخت رنگیزه‌های گیاهی چون کلروفیل، کاروتن و گزانتوفیل در گیاهان ضروریست و فردوکسین بعنوان نوعی پروتئین آهن- گوگرد در فرایندهای سوخت و ساز نظیر فتوسنتز، احیاء سولفات به سولفیت، تنفس و تثبیت نیتروژن دخالت دارد لذا این اجزاء سبب افزایش فتوسنتز و افزایش نقل و انتقال مواد آسمیلات به اجزاء عملکرد دانه شده است (۴۲). مقدار کمی از عناصر ریزمغذی بر اثر بخشی فرآیندها موثر است به طوری که پروتئین های در برگیرندهٔ مس نقش کلیدی در تنفس، فتوسنتز، متابولیسم فنل، لیگنین‌سازی، سنتزپروتئین و تنظیم اکسین گیاه دارند (۱۱ و ۴۲). منگنز در واکنش های انتقال الکترون، فتوسیستم Π و فتولیز آب دخیل بوده (۴۳) و به عنوان کوفاکتور فعال کننده سی و پنج آنزیم مختلف گیاه عمل می نماید (۷). منگنز در طویل شدن سلول، متابولیسم نیتروژن و آنزیم های مسئول انتقال گروه فسفات و ATP (فسفوکینازها و فسفو ترانسفرازها) (۵)، همچنین در فرآیندهای آنزیمی مؤثر بر سنتز اکسین، فتوسنتز و فرآیند فوتوشیمیایی هیل نقش دارد (۵). منگنز (Mn) در متابولیسم کلروفیل ها و کارتونوئیدها نقش دارد و کاربرد بیرونی آن فتوسنتز، جذب خالص، رشد نسبی و عملکرد دانه را افزایش می دهد (۲۴، ۲۵ و ۲۹). منیزیم (Mg) به عنوان اتم مرکزی مولکول کلروفیل Π، برای جذب نور ضروری است لذا برای افزایش عملکرد دانه از کود حاوی عناصر ریز مغذی آهن، منگنز، منیزیوم، بر، روی، مس و مولیبدن بهره نمود (۳۹).

ترکیب اسیدهای چرب بعنوان کیفیت روغن توارث پیچیده‌ای دارد و تغذیه عناصر بر میزان سنتز اسید چرب لینولنیک تاثیر دارد (۳۱). در این مطالعه این جزء روغن به میزان زیادی تحت تاثیر میزان ۳ کیلوگرم و ۴ هفته زمان کاربرد کود ریزمغذی قرار گرفت (جدول۵ و۶)، و میزان اسیدهای چرب اشباع شده روغن گلرنگ ۱۰ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع حدود ۸۹ درصد حاصل شد که از این مقدار ۱۱ تا ۱۵ درصد اسید چرب غیراشباع تک زنجیره اولئیک و ۷۳ الی ۷۵ درصد لینولئیک (اسید چرب امگا-۶ ) و کمتر از۰/۳۳ درصد آلفا لینولنیک (اسید چرب امگا- ۳ ) شد (جدول۶) (۲۰). میزان و زمان مصرف کود ریزمغذی دارای اثرات متفاوتی بر ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع بود (۱۲ و ۱۶). منطقه آزمایش دارای متوسط دمای روزانه به شبانه (۳۸به۲۱) در مراحل پس از شکل گیری طبق بود. تاریخ شروع و خاتمه متفاوت گل‌دهی، سبب توسعه دانه در دامنه دوره های حرارتی متفاوت می‌گردد. لذا در این شرایط ترکیب اسیدهای چرب روغن تحت تاثیر برهم‌کنش تغذیه و دمای بالا قرار گرفت و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک در مقادیر شاهد و کمتر کود ریزمغذی نسبت به سطوح بالاتر کود بیشتر شد (جدول۶) و این نشان از برهم-کنش میزان مصرف کود ریزمغذی تحت شرایط دمای بالای روزانه به شبانه طی دوره پر شدن دانه می باشد. این مهم سبب توصیه کشت و کار گونه های روغنی با اهداف سرخ کردنی در مناطق گرم و خشک در مقایسه با مناطق معتدل می گردد. محققین گزارش کرده‌اند که هر چه متوسط درجه حرارت در طول دوره پر شدن دانه بالاتر باشد محتوی اسید اولئیک در بالاترین میزان خواهد بود (۸). زیرا در شرایط تحقیق بالاترین درصد اولئیک در مقدار کود بیشتر و تاثیر دمای بالای روز بر فاز اولیه پرشدن دانه رخ داد. بنابراین تصمیم برای تعیین میزان و مدت مطلوب کوددهی بایستی براساس فاکتورهای محیطی موثر بر عملکرد و کیفیت روغن باشد. عامل موثر بر ویژگی کمی و کیفی روغن در طول دوره پر شدن دانه درجه حرارت است (۳۱) که سنتز یا فعال سازی آنزیم مسئول غیر اشباع کردن اولئات در دمای پائین و قدرت بازدارندگی آن در دمای بالا را متاثر می سازد.

اثر متقابل کود ریزمغذی و زمان کاربرد آن بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک (۱۸:۳) معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که حداکثر میزان لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف ۳ هفته و ۴/۵ کیلوگرم کود و بیشترین میزان لینولنیک (۱۸:۳) با مصرف متعارف ۲/۵ کیلوگرم کود طی ۴ هفته پس از تشکیل طبق حاصل شد. تغذیه بیش از حد عناصر میکرو میزان عملکرد و کیفیت روغن را کاهش می دهد (۳۹). سنتز و تبدیل اسیدهای چرب به یکدیگر در سیتوزل، شبکه اندوپلاسمی و پلاستید صورت می گیرد (۱ و ۱۸). بعلاوه، سنتز اسیدهای چرب ۱۸:۱ در پروپلاستید و از ۱۸:۱ به ۱۸:۲ و ۱۸:۳ در سیتوزل صورت می گیرد (۶). فاکتورهای محتوی آب سلولی و محیطی نظیر وضعیت تغذیه بر آنزیم مسئول سنتز اولئات و غیر اشباع شدن آن موثر می باشد (۱۹). بنابراین ممکن است عوامل محیطی هم از طریق تغییر نسبت اسیدهای چرب و هم به‌واسطه انتقال آنها از اندامی به اندام دیگر بر آنها اثر گذارد (۴). از طرفی برهم‌کنش وضعیت تغذیه بر فعالیت انزیم‌های مسئول سنتز اسیدهای چرب موثر هستند بنابراین مستقیم یا غیر مستقیم بر محتوی روغن بذر تاثیر گذار هستند (۱و۱۸). بطور کلی دو گروه کمپلکس آنزیمی استیل کوانزیم دکربوکسیلاز[1] و آنزیم مسئول بیوسنتز اسیدهای چرب[2]، عمل تغییر و تبدیل اسیدهای چرب به یکدیگر را کنترل می نمایند (۱ و ۱۸). به‌جز این آنزیم‌های قابل انحلال، فرایند طویل شده زنجیره اسیدهای چرب در شبکه آندپلاسمی انجام می شود. معمولا

1- acetyl-CoA carboxylase
2- fatty acid synthase

فرایند غیر اشباع شدن اسیدهای چرب تحت تاثیر سوبسترای چربی نظیر فسفاتیدیل کولین و مونوگالاکتوسیل دی اسیل گلیسرول در غشاء تحت تاثیر و حضور کوفاکتور آهن و روی صورت می گیرد و تنها استثنا در مورد تبدیل استئارات به اولئات در استرومای کلروپلاست توسط پروتئین حامل صورت می گیرد (۱و ۱۸). بنابراین عناصر ریزمغذی بعنوان کوفاکتور آنزیم‌های مسئول بیوسنتز اسیدهای چرب عمل می کنند به طوری که روی (Zn) در تشکیل اسید ایندول اسیتیک، سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات ها و تنظیم رشد ضروری است (۳۸). باب هولر و همکاران (۳) با بررسی اثر عناصر روی و گوگرد بر گیاه گلرنگ، نشان داد که افزایش سطوح کود سبب افزایش معنی دار محتوی روغن و پروتئین دانه گردید. کریشناپا و همکاران (۲۳) اثر عناصر کم و پرمصرف (Zn، P ،N ،Mn) بر مقدار روغن دانه بادام زمینی را افزایشی گزارش کرد. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر بیان شده است (۲۶، ۲۸ و ۴۳). نقش دمای پائین، تغذیه و ذخیره رطوبت خاک طی دوره پر شدن دانه در فعال سازی آنزیم مسئول غیر اشباع کردن اولئات و کاهش نسبت اسیداولئیک به لینولئیک بیان شد (۲و۴۰). تیمار میزان و زمان کود ریزمغذی بر میزان عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن در ارتباط با محیط تاثیر معنی داری داشت و پایداری وسیع محتوی اسید اولئیک را نشان داد.

## نتیجه گیری

نتایج نشان داد صفات مرفولوژیک و نیز پروفیل اسیدهای چرب غیراشباع روغن تحت تاثیر برهم‌کنش مقادیر کود ریزمغذی و مدت زمان کاربرد آن قرار گرفت. با افزایش مصرف کود ریزمغذی طی ۴ هفته عملکرد دانه (۱۵۱۳/۱ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت. اثر برهم‌کنش کود و زمان کاربرد کود بر محتوی اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک (۱۸:۲) و لینولنیک (۱۸:۳) معنی دار بود. به طوری که بیشترین میزان لینولئیک (۱۸:۲) با مصرف ۴/۵ کیلوگرم درهکتار ریز مغذی طی ۳ هفته، و بیشترین میزان لینولنیک (۱۸:۳) طی ۴ هفته مصرف ۲/۵ کیلوگرم کود ریزمغذی و حاصل شد. بطور کلی تامین متعادل۳ کیلوگرم در هکتار کود ریزمغذی طی ۳ الی۴ هفته پس از گل‌دهی گلرنگ، سبب بهبود عملکرد کمی (۱۷۹۱/۱ کیلوگرم در هکتار) و کیفی اجزاء روغن (۷۶/۰۷ درصد لینولئیک و۱۴/۵۸ درصد اولئیک) میشود.

## منابع


1- Alturkci, and M. Helal. 2004. Mobilization to Pb, Zn, Cu and Cd, in polluted soil. pak. *Biol. Sci*. 7, Pp 1972-1980.
2- Ardell D. H., J. W. Brian and L. B. Alfred. 2001. Tillage and nitrogen fertilization influence grain and soil nitrogen in an annual cropping system. Agronomy Journal. 93: 836-841
3- Babhulkar, P., K. Dinesh, W. Badole, S. Balpande, and D. Kar. 2000. Effect of sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science. 48: 541-543.
4- Baldini, M., R. Giovanardi and G. Vannozzi. 2000. Effect of different water availability on fatty acid composition of the oil in standard and high oleic sunflower hybrids. In: *Proceedings of XV International Sunflower Conference*, Toulouse I, and A79–84.
5- Borges, I.D., R. C. Von Pinho, and A. R. Pereira. 2009. Micronutrients accumulation at different maize development stages. *Science*. *Agrotecnic. Lavras*, 33(4):1018-1025.
6- Brown, J., and D. Wysocki. 2003. Identifying superior brassica species and cultivars within species that are suitable for direct seeding throughout the Pacific Northwest region. STEEP. *Annual Report. Agnew. Botanic* 61, 287_303.
7- Burnell, J., R.Graham, R. Hannam, and N. Vern. 1988. The biochemistry of manganese in plants. M*anganese in soil and plants*, Pp 125-137.
8- Burton, W. A, P. Salisbury and D. Potts 2003. The potential of canola quality *Brassica juncea* as an oilseed crop for Australia. Proceedings [13] Th Biennial Australian Research Assembly on Brassicas, Tamworth, N.S.W. pp. 62-64. Bendigo, 129-133.
9- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic bio-fortification? *Plant Soil*, 302, Pp 1–17.
10- Camas, N., and E. Esendal. 2006. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Hereditas*, 143, Pp 55-57.
11- Colbach, N., C. Clermont -Dauphin and J. M. Meynard. 2001 .A model of the influence of cropping system on gene escape from herbicide tolerant rapeseed crops to rape volunteers: I. Temporal evolution of a population of rapeseed volunteers in a field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83, 235-253
12- Daniel J. C. Miralles, Brenda Ferro and A. Gustavo Slafer. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. *Field Crops Research*, 71, 3, 211-223.
13- Dwivedi, S., H. Upadhyaya and D. Hegde, 2005. Development of core collection using geographic information and morphological descriptors in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. *Crop Evol*, 52, Pp 821-830.
14- Firozeh, F., A. H., Shirani Rad, A. Razaie, M. R. Naderi, and S. A. Bani Taba. 2006. Effect of planting pattern on

grain yield and its components in spring safflower in Isfahan. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 8 (3), Pp 259-267.
15- Gadallah, M. 2000. Effects of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. *Arid Environ*, 44, Pp 451–467.
16- Govaerts, C., and J. Lemey. 2000. Characterization of triglycerides Isolated from jojoba oil. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 77, 1325-1328.
17- Graham, A. and G. K. Mcdonald. 2000. Effects of zinc on hotosynthesis and yield of wheat under heat stress. *Aust. Agron. Conf*, Pp 27-33.
18- Gunstone, F. D., J. L. Harwood, and A. J. Dijkstra. 2007. (eds.) The Lipid Handbook (Third Edition) (Taylor & Francis, *Boca Raton*, Fl,
19- Hernan, S. R., E. E. Hernan, A. S. Guillermo, and D. German. 2000. Evaluation of the presidedress soil nitrogen test for no-tillage maize fertilizer at planting. Agronomy Journal, 92: 1176-1183.
20- Izquierdo, I., F. Caravaca, M. M. Alguacil and A. Roldn. 2003. Changes in physical and biological soil quality indicators in a tropical crop system (Havana, Cuba) in response to different agroecological management practices, *Environ. Manag*. 32, 639–645.
21- Kaya, C. and D. Higgs. 2002. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivarsto foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Sci. Hortic*, 93, Pp 53–64.
22- Khan, H., G. McDonald, and Z. Rengel. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. *Plant Soil*, 249, Pp 389-400.
23- Krishnappa, M., C., Srinivasan, & I.Sastry, 1994. Effect of Macro and Micronutrients on oil content groundnut. *Agricultural Sciences,* 23, Pp 7-9.
24- Lewis, D. and J. McFarlane. 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiencyby plant tissue and seed analysis. *Aust. Agric. Res*, 37, Pp 567–572.
25- Lidon, F. and M. Teixerira. 2000. Rice tolerance to excess Mn: implication in thechloroplast lamellae synthesis of a novelMn protein. *Plant Physiol. Biochem*, 38, Pp 969–978.
26- Mcnall, L. R. 1967. Foliar application of micronutrients. *Fertilizer* 11 (6), Pp 10-13.
27- Mirzapour, M. and A. Khoshgoftar. 2006. Zinc application effects on yield and seedoil content of sunflower grown on a saline calcareous soil. *Plant Nutr*, 29, Pp 1719–1727.
28- Mortvedt, G. G. 1986. Iron sources and management practices for correcting iron chlorosis problems. *Journal of Plant Nutrition*, 9, Pp 691-974.
29- Naderi darbagshahi, M., G., Nor mohamadi, A. Majidi, F. Datvish, A. Shirani rad, and H. Madani. 2004. Study of plant density and drought stress effect on 3 line ecophysiology attributes of safflower in summer plant in Esfahan. *Plant and Seed*,2(3) , Pp 281-296
30- Norabadi, A., D. Tagvavi, A. Hasan zade gort tape, and F. Helali. 2009. Plant history and Nutrition spray effect for seed yield and yield component of Azargol character sunflower. *Research magazine in Agriculture Sciences*(4), Pp 51-59.
31- Omidi H., Z. Tahmasebi, H. A. Naghdi Badi, H. Torabi, and M. Miransari. 2010. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. *Comptes Rendus Biologies*, 333, (3), Pp 248-254.
32- Omidi, H., A. Soroushzadeh, A. Salehi, F. A. D. Ghezeli. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. *Agricultural Sciences and Technology*. 19(2):125-136.
33- Pandey, N., G. Pathak, and C. Sharma. 2006. Zinc is critically required for pollenfunction and fertilisation in lentil. Trace Elem. *Med. Biol*, 20, Pp 89–96.
34- Pinto, A., M. Mota, and A. Varennes. 2005. Influence of organic matter on the uptakc of zinc, copper and iron by Sorghum plants. *Sci. Total Environ*, 326, Pp 239-247.
35- Roldn, J., R. M. Salinas-Garca, M. Alguacil, and F. Caravaca. 2005. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. *Applied Soil Ecology*. 30, 11-20.
36- Sagare, B., Y. Guhe, and A. Ater. 1990. Yield and nutrient harvest by sunflower in response to sulphur and magnesium application in typical chromusterts. *Annals of Plant Physiology*, 4, Pp 15-21.
37- Sarkar, D., B. Mandal, and M. Kundu. 2007. Increasing use efficiency of boron fertilizers by rescheduling the time and methods of application for crops in India. *Plant and Soil*, 301, Pp 77-85.
38- Scott, D.J., da B. M. T., S. C., Costa, Espy, J. D. Keasling, and K. Cornish, 2003. Activation and inhibition of rubber transferases by metal cofactors and pyrophosphate substrates. *Phytochemistry*, 64, 123-134.
39- Sultana, N., T. Ikeda, and M. Kashem. 2001. Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in seawater-stressed rice. *Environ*, 46, Pp 129-140.
40- Tobares, L., C. A., Guzmn, D. M., Maestri. 2002. Caracterizacin de las ceras de jojoba de produccin Argentina obtenidas mediante differences metodologıas. *Aceites Grasas* 49, 516520.
41- Weiss, E. 2000. Oilseed Crops. *Blackwell Publishing Limited*, London, UK.

42- Wissuwa, M., A. Ismail, and R. Graham. 2008. Rice grain zinc concentrations as affected by genotype native soil-zinc availability, and zinc fertilization. *Plant Soil*, 306, Pp 37-48.
43- Yari, L., A. Modarres sanavi, and A. Sorushzade. 2004. Effect of Mn and Zn foliar fertilizer application in charateristics of spring safflower five species, *Water and Soil*, 18, Pp 143-151.