

## اثر محلول پاشی روی، آهن و بور بر عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی

یعقوب برمکی<sup>۱\*</sup>، فرزاد جلیلی<sup>۲</sup>، علیرضا عیوضی<sup>۳</sup> و اشکان رضایی<sup>۱</sup>

### چکیده

جهت بررسی اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی، آهن و بور بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی (لاکومکا و مستر) آزمایشی به صورت اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و ۴ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو واقع در ارومیه اجرا شد. در این آزمایش عامل اصلی رقم در دو سطح لاکومکا و مستر و عامل فرعی، تیمارهای کودی در ۹ سطح شامل: محلول پاشی عناصر ریزمغذی در ۳ مرحله: ۱- رسیدن طول دمگل به بیش از دو سانتی‌متر (R3) - ۲- پایان گرده افشانی (R5) - ۳- مرحله شروع دانه‌بندی (R7) انجام گرفت. محلول پاشی آهن و روی با غلظت ۵ در هزار و بور با غلظت ۳ در هزار به ترتیب از منبع سولفات آهن، سولفات روی و اسید بوریک انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که محلول پاشی عناصر ریزمغذی اثر معنی‌داری بر روی اکثر صفات مورد بررسی داشته است، به طوری که تیمار محلول پاشی توام با روی، آهن و بور (T9) از لحاظ عملکرد دانه (۳۷۹۵ و ۳۹۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در رقم مستر و لاکومکا)، عملکرد روغن (۱۷۲۶ و ۱۷۹۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در رقم مستر و لاکومکا)، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و درصد پروتئین بیشترین تاثیر معنی‌دار را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. بیشترین درصد پوکی نیز در تیمار شاهد و تیمار عدم محلول پاشی و مصرف حاکی منیزیم مشاهده گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین در مورد صفات مورد بررسی نیز حاکی از بهتر بودن تیمار عدم محلول پاشی و مصرف حاکی منیزیم نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی و عدم مصرف منیزیم) بود.

کلمات کلیدی: آفتابگردان روغنی، عناصر کم، مصرف محلول پاشی.

تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۷

۱- دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی (\*نویسنده مسئول).

E-mail: [Barmaki\\_yagoob@yahoo.com](mailto:Barmaki_yagoob@yahoo.com)

۲- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

## مقدمه و بررسی منابع علمی

آفتابگردان یکی از پنج گیاه روغنی مهم یک ساله در ردیف سویا، پنبه دانه، بادام زمینی و کلزا بوده و به دلیل متحمل بودن در مقابل خشکی و سازگار بودن با شرایط آب و هوایی مناطق مختلف و هم‌چنین به جهت بالا بودن کیفیت روغن و کوتاه بودن دوره رشد و کشت برخی از ارقام آن به عنوان محصول دوم بعد از برداشت گندم و جو در طیف وسیعی از خاک‌های کشور کشت می‌شود (عرشی، ۱۳۷۳). محققان در بررسی الگوی جذب عناصر غذایی توسط آفتابگردان دریافته‌اند که تأمین عناصر غذایی در طول دوره رشد ضروری بوده و حتی در دوره رشد زایشی خسارت ناشی از محدودیت یکی از آنها قابل جبران نیست. آفتابگردان برای رشد بهینه به مقدار زیادی عناصر پر مصرف نیاز دارد به عنوان مثال ۶۶٪ نیتروژن، فسفر و کلسیم، ۷۵٪ پتاسیم و ۹۰٪ منیزیم مورد نیاز آفتابگردان در طول دوره گل‌دهی جذب می‌شود (فایبان و گالان، ۱۹۷۵). خاک‌هایی که دارای pH و بی‌کربنات بالا بوده و مصرف کودها نیز برای برداشت عملکرد معقول در آنها نامتعادل است، باعث بروز علائم کمبود عناصر غذایی در گیاه خواهد شد (سپهر و ملکوتی، ۱۳۷۷). علاوه، در اثر مصرف کودهای نیتروژنه، فسفاتی و پتاسیمی، رشد سریع گیاه و برداشت بیشتر مواد غذایی از خاک، احتمال کمبود عناصر کم مصرف تشدید می‌شود (لونگیران و همکاران، ۱۹۷۹). افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان و ضرورت اقتصادی کردن تولید،

آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که باید با روش‌های مناسب حل گردند. تغذیه برگری روش مناسبی در مصرف کودهای شیمیایی و کاهش خطرات زیست محیطی کودها بوده است، به خصوص که امروزه سیاست کاهش مصرف سم و بهینه‌سازی مصرف کود در دنیا مطرح است. بنابراین برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در مناطق خشک و بهبود کیفی و کمی محصول، مصرف کودها از طریق محلول‌پاشی بایستی در اولویت قرار گیرد. عناصر ریزمغذی نقش اساسی در تمایز سلولی، رشد و استحکام دیواره سلولی دارند و در اکثر موارد باعث مقاومت گیاهان به آفات و امراض می‌شوند. بنابراین، جذب ناکافی عناصر ریزمغذی به ویژه روی و آهن مختل و در نتیجه باعث افت کمی و کیفی محصول می‌شود. محلول‌پاشی در چنین مواقعی مؤثرتر و با صرفه‌تر از مصرف کلات‌های آهن و روی در خاک خواهد بود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). دستیابی به یک نسبت متعادل مصرف کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش عملکرد دانه و کیفیت مطلوب روغن و عدم ممانعت از جذب سایر عناصر ریزمغذی، و پرمصرف مستلزم تعیین دقیق نیاز کودی گیاه می‌باشد (داهانک و همکاران، ۱۹۹۲). پتاسیم در حفظ فشار اسمزی و جذب آب نقش دارد. گیاهان با ذخیره مطلوب پتاسیم آب کمتری از دست می‌دهند، چون پتاسیم فشار اسمزی را افزایش می‌دهد و نقش مثبتی در باز

است و کمبود آن با تاثیر در وزن هزار دانه، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در سنتز و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است. شامیما و همکاران (۲۰۰۲) در پاکستان نشان دادند که کاربرد گوگرد از طریق افزایش جذب عناصر غذایی بخصوص عناصر کم مصرف و فسفر در افزایش عملکرد و شاخص‌های رشد موثر بوده است. صلاحی فراچی و ملکوتی (۱۳۷۹) در یک بررسی به این نتیجه رسیدند که کاربرد عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم همراه با محلول‌پاشی روی، بیشترین عملکرد دانه را در آفتابگردان تولید کرده است. عنصر بور نیز نقش عمده‌ای در فعالیت‌های گیاه داشته و در تقسیم سلول بافت‌های مریستمی، تشکیل جوانه‌های برگ و گل، ترمیم بافت‌های آوندی سنتز پروتئین، رشد ریشه، متابولیسم چربی و سنتز پکتین، تشکیل دیواره سلولی و نقل و انتقال مواد در بین سلول‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند. همچنین این عنصر مقاومت گیاهان را به سرما و بیماری‌ها افزایش می‌دهد (کوچکی و سرمدنیان، ۱۳۸۲). بلیمی و چاپمن (۱۹۸۹) ناقص شدن طبق و ضعف دانه‌بندی آفتابگردان را بر اثر کمبود بور گزارش کردند، آنها اعلام کردند در بعضی موارد کمبود بور منجر به ظاهر شدن گل‌های زبانه‌ای توأم با براکته‌ها در وسط طبق می‌شود. مارشدر (۱۹۹۳) بیان داشت در خاک‌های مناطق خشک که با کمبود روی و آهن روبرو هستند، مصرف خاکی روی و

و بسته شدن روزنه‌ها ایفا می‌کند (ایپستین، ۱۹۷۲). بیلایو (۱۹۹۳) در روسیه با بررسی اثرات بور، مس، روی و پتاسیم بر روی آفتابگردان ثابت نمود که در اثر مصرف پتاسیم و روی عملکرد گیاه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بریگنی (۲۰۰۸) در آزمایش خود نشان داد که مصرف بور موجب افزایش عملکرد دانه و در صد روغن شد، ایشان اظهار داشته‌اند که بور از طریق افزایش باروری دانه گرده و در نتیجه افزایش تعداد دانه‌های پر موجب افزایش عملکرد دانه شده است. رانی و ریدی (۱۹۹۳) نتیجه گرفتند که مصرف نیتروژن توأم با محلول‌پاشی بور عملکرد دانه را به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. مصرف نیتروژن بدون محلول‌پاشی بور، درصد روغن دانه را کاهش داد ولی موجب افزایش قطر ساقه، مقدار برگ و وزن خشک گیاه شد. منیزیم در مرکز مولکول کلروفیل به صورت یک کلات منیزیم در کلروپلاست است. این عنصر کلات‌هایی با  $ATP$ ،  $ADP$  و اسیدهای آلی تشکیل می‌دهد و لذا برای واکنش‌های آنزیمی ضروری می‌باشد (هامبیدگ و همکاران، ۱۹۸۷). در میان دانه‌های روغنی، آفتابگردان بالاترین نیاز را به منیزیم دارد که احتمالاً به دلیل تولید بیوماس بالای این محصول در مقایسه با دیگر محصولات روغنی باشد. آفتابگردان برای تولید ۴ تن دانه در هکتار ۴۰ کیلوگرم منیزیم از خاک جذب می‌کند (سپهر و همکاران، ۱۳۸۲). هوکینگن و استیبر (۱۹۹۳) اظهار داشته‌اند که منیزیم یکی از عناصر مهم در تغذیه آفتابگردان

T2+(محلول پاشی) FeZn-T6

T2+(محلول پاشی) FeB -T7

T2+(محلول پاشی) ZnB-T8

T2+(محلول پاشی) FeZnB-T9

قبل از شروع آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک محل آزمایش تهیه و به آزمایشگاه تجزیه خاک فرستاده شد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است و کودهای زیر بسته به نوع تیمارها مصرف گردید:

مقدار	مشخصه خاک
۱/۲	شوری (dS/m)
۸/۳	اسیدیته (pH)
۴۷	درصد اشباع
۱۶	(%) T.N.V
۳۳	رس (%)
۵۰	سیلت (%)
۱۷	شن (%)
۰/۸	کربن آلی (%)
۰/۰۸	نیترژن کل (%)
۹/۳۰	فسفر قابل جذب (mg/kg)
۳۹۵	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۸/۳	آهن (mg/kg)
۱/۳۱	روی (mg/kg)

فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد و کود پتاسیمی مطابق آزمون خاک مصرف نشد. منیزیم از منبع سولفات منیزیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری در همه تیمارها غیر از تیمار شاهد به منظور بررسی اثرات منیزیم با توجه به اهمیت این عنصر در دانه‌های روغنی، به خاک افزوده شد. نیترژن نیز به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به صورت تقسیطی در سه

آهن موثر نبوده، بلکه محلول پاشی برگی این عناصر در اوایل دوره رشد رویش گیاهان دانه‌ای، سبب افزایش عملکرد آنها خواهد شد. با توجه به وجود شرایط نامساعد خاکی که باعث کاهش قابلیت جذب عناصر ریزمغذی توسط آفتابگردان می‌گردد لازم است با تغییر در روش کوددهی، نیاز تغذیه‌ای گیاه را تامین کرد. لذا، هدف از این تحقیق، بررسی اثر محلول پاشی سه عنصر کم مصرف آهن، روی و بور بر عملکرد و بهبود خواص کیفی دو رقم آفتابگردان روغنی (مستر و لاکومکا) بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی روی، آهن و بور بر روی عملکرد و کیفیت دانه دو رقم آفتابگردان روغنی (لاکومکا-مستر) آزمایشی به صورت اسپلینت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار در ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو واقع در ارومیه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه، ۴۴ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه، ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل دو رقم آفتابگردان (مستر و لاکومکا) و عامل فرعی ۹ سطح کودی با مشخصات زیر بود:

NPK+Mg-T1 (تیمار شاهد)

NPKMg -T2 (مصرف خاکی)

T2+(محلول پاشی) Fe -T3

T2+(محلول پاشی) Zn -T4

T2+(محلول پاشی) B -T5

## نتایج و بحث

**قطر طبق:** بین ارقام از لحاظ قطر طبق اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). ولی اثر تیمارهای کودی بر قطر طبق در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در بررسی اثرات متقابل بین رقم و تیمارهای کودی، محلول پاشی بر قطر طبق نیز اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد، به طوری که بیشترین قطر طبق در هر دو رقم مستر و لاکومکا مربوط به تیمار T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور) هر دو تیمار ۱۷ سانتی متر بوده است. مقایسه‌ها نشان داد که تیمار T2 (بدون محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم) نسبت به تیمار T1 (تیمار شاهد) تاثیر بیشتری در افزایش قطر طبق داشته است که این امر می‌تواند ناشی از مصرف منیزیم در تیمار F2 باشد. چنین وضعیتی در خصوص رقم لاکومکا چندان صادق نبود و دو تیمار مذکور در این رقم در یک گروه آماری قرار گرفته بودند. کادره و واس (۱۹۸۸) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که مصرف منیزیم قطر طبق را در آفتابگردان افزایش می‌دهد، که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. کمترین قطر طبق نیز در هر دو رقم مربوط به تیمار T1 (تیمار شاهد) معادل با ۱۲ سانتی متر بود.

**قطر ساقه:** بین ارقام از لحاظ قطر ساقه اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی بین تیمارهای کودی اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). در بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای کودی و رقم

مرحله قبل از کاشت، مرحله ۴ برگی و مرحله ظهور طبق به خاک اضافه شد. محلول پاشی آهن و روی با غلظت ۵ در هزار از منابع سولفات آهن و سولفات روی و بور با غلظت ۳ در هزار از منبع اسید بوریک انجام گرفت. محلول پاشی در ۳ مرحله: ۱- ظهور طبق (R3) ۲- پایان گرده افشانی (R5) ۳- مرحله دانه بندی (R7) انجام شد.

در زمان برداشت قطر طبق و قطر ساقه اندازه گیری شد و پس از برداشت صفاتی از قبیل تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن و پروتئین، درصد نیتروژن و پتاسیم در دانه تعیین گردید. نیتروژن دانه به روش هضم تر با استفاده از دستگاه کجلدال، پتاسیم به روش فیلم فتومتری، روغن از طریق سوکسله تعیین شد (امامی، ۱۳۷۵). پس از تعیین نیتروژن در ضریب ۶/۲۵ ضرب و درصد پروتئین محاسبه شد. جهت محاسبه عملکرد بیولوژیک کل بیوماس بخش هوایی منظور شد و شاخص برداشت از رابطه زیر محاسبه شد:

عملکرد بیولوژیک / عملکرد دانه = شاخص برداشت تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز بر مبنای آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام و نمودارها بوسیله نرم افزار EXCEL رسم گردید.

(محلول پاشی با روی و بور- رقم لاکومکا)، V2T9 و (محلول پاشی با روی، آهن و بور- لاکومکا) و V1T6 (محلول پاشی با روی و آهن- رقم مستر) به ترتیب با ۱۲۶۵، ۱۱۶۵ و ۱۱۲۷ بیشترین تعداد دانه در طبق را به خود اختصاص دادند. کمترین تعداد دانه در طبق نیز تیمار V2T1 (شاهد- رقم لاکومکا) به خود اختصاص داد. یلماز و همکاران (۱۹۹۷) نتیجه گرفتند که مصرف روی سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه گندم می شود.

**وزن هزار دانه:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از عدم اختلاف معنی دار بین ارقام بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که در بین تیمارهای کودی از لحاظ وزن هزار دانه اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمار T2 نسبت به تیمار T1 از لحاظ وزن هزار دانه به ترتیب با ۶۵ و ۷۵ گرم دارای برتری معنی داری بود. در بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای کودی و رقم اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد. به طوری که تیمارهای V2T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور، رقم لاکومکا) و T8V2 (محلول پاشی با روی و بور- رقم لاکومکا) به ترتیب با ۸۶ و ۸۴ گرم و تیمار V1T9 در رقم مستر با ۸۰/۲ بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. کمترین وزن هزار دانه نیز در تیمار V1T1 (عدم محلول پاشی- رقم مستر) مشاهده شد (جدول ۳). شکوری (۱۳۸۲) در تحقیق خود نتیجه گرفتند که

اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت، به طوری که بیشترین قطر ساقه در رقم لاکومکا مربوط به تیمار T5 (محلول پاشی با بور) ۱/۹ سانتی متر و در رقم مستر مربوط به تیمار T9 با ۲/۱ سانتی متر بوده است. کمترین قطر ساقه برای رقم مستر در تیمار T1 (عدم محلول پاشی) و T3 (محلول پاشی با روی) به ترتیب با ۱/۲ و ۱/۳ سانتی متر و برای رقم لاکومکا نیز در تیمار T2 (عدم محلول پاشی به همراه مصرف حاکی منیزیم) با قطر ساقه ۱/۲ سانتی متر مشاهده شد. نور آبادی (۱۳۸۳) تاثیر معنی دار محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر قطر ساقه را گزارش نموده است. سعیدی و مظاهری (۱۳۸۳) نیز مشاهده کردند که مصرف آهن و روی باعث افزایش قطر طبق و سایر شاخص های رشد نسبت به عدم مصرف این عناصر ریز مغذی شد.

**تعداد دانه در طبق:** بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در طبق اختلاف معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). در بین تیمارهای کودی نیز از لحاظ این صفت اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین در مورد تیمارهای کودی نشان دهنده برتری تیمار T2 (عدم محلول پاشی و مصرف حاکی منیزیم) نسبت به تیمار T1 (عدم محلول پاشی) بود، به طوری که در سطوح متفاوت قرار گرفتند. اثر متقابل کود و رقم نیز بر تعداد دانه در طبق از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار بود به طوری که تیمارهای V2T8

مرحله ظهور طبق و گرده‌افشانی اثر معنی‌داری بر کاهش درصد پوکی داشته است.

#### عملکرد دانه: بین ارقام از لحاظ عملکرد دانه

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). ولی اثر تیمارهای کودی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تیمارهای کودی و رقم نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد دانه در هر دو رقم مستر (V1) و لاکومکا (V2) به ترتیب با ۳۷۹۵ و ۳۹۴۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار T9 (محل‌پاشی با روی، آهن و بور) مشاهده شد که با نتایج سعیدی و مظاهری (۱۳۸۳) مطابقت دارد. قدسی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که به اصلاح کمبود آهن عملکرد دانه ذرت افزایش یافت. سپهر و ملکوتی (۱۳۷۷) گزارش نمودند که با مصرف بهینه کودهای کم مصرف عملکرد دانه آفتابگردان افزایش یافت. سینگ و همکاران (۱۹۹۶) نیز مشاهده کردند که سولفات روی عملکرد دانه آفتابگردان را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. سعیدی (۱۳۸۶) در تحقیق خود نیز دریافت که واکنش ارقام آفتابگردان به تیمارهای خاکی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی از لحاظ عملکرد دانه و سایر صفات زراعی متفاوت بوده است.

#### عملکرد بیولوژیک: بین ارقام از لحاظ

عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). ولی اثر تیمارهای کودی بر ارقام از لحاظ عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثرات متقابل بین تیمارهای

محل‌پاشی عناصر روی، منگنز و بور اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. رحیمی و همکاران (۱۳۸۲) نیز در گیاه آفتابگردان افزایش وزن هزار دانه را با مصرف عناصر کم مصرف گزارش نمودند.

#### درصد پوکی: بین ارقام از لحاظ درصد

پوکی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای کودی مورد بررسی از لحاظ درصد دانه پوکی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۲). در بررسی اثرات متقابل بین تیمارهای کودی و رقم نیز اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. به طوری‌که بیشترین درصد پوکی در تیمارهای V2T1 (عدم محل‌پاشی، رقم لاکومکا) و V2T2 (عدم محل‌پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم، رقم لاکومکا) به ترتیب با ۴/۸ و ۴/۸ مشاهده شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین خاکی از اثرات مثبت محل‌پاشی عناصر کم مصرف در کاهش درصد پوکی دانه بود به طوری‌که این کاهش در همه تیمارها قابل مشاهده بود با این حال تیمار V2T8 (محل‌پاشی با روی و بور) و تیمار V2T9 (محل‌پاشی با روی، آهن و بور) با ۲/۲ و ۲/۲ کمترین میزان را از لحاظ درصد پوکی به خود اختصاص دادند. دین دوست اسلام و همکاران (۱۳۸۶) به این نتیجه رسیدند که آبیاری کامل و محل‌پاشی عناصر روی، آهن و منگنز در دو

در دو مرحله ظهور طبق و گرده افشانی به همراه آبیاری کامل بیشترین تاثیر را در افزایش شاخص برداشت آفتابگردان روغنی داشته است.

**نسبت مغز به کل:** بین ارقام از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). بین تیمارهای کودی نیز از لحاظ نسبت مغز به کل اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. اثرات متقابل کود و رقم نیز در سطح یک درصد معنی دار شد. تیمار T2 (عدم محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم) نسبت به تیمار T1 (عدم محلول پاشی) در هر دو رقم مستر و لاکومکا از لحاظ نسبت مغز به کل برتر بود. تیمار V1T1 (عدم محلول پاشی - رقم مستر) به ترتیب با ۵۴ و ۵۵ کمترین درصد نسبت مغز به کل را از خود نشان دادند. طاهر (۱۳۷۹) گزارش نمود که تیمارهای کودی به کار رفته از نظر درصد پوست به مغز دانه در آفتابگردان روغنی اختلاف معنی داری داشته‌اند.

**درصد روغن:** بین ارقام از لحاظ درصد روغن اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج حاصل نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر درصد روغن از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (شکل ۱)، به طوری که تیمار کودی F8 (محلول پاشی با روی و بور) با ۴۷ درصد بیشترین و تیمار F1 (عدم محلول پاشی)، F2 (عدم محلول پاشی و مصرف خاکی منیزیم) و F3 (محلول پاشی با آهن) به ترتیب با ۴۳، ۴۲ و ۴۴ درصد کمترین درصد روغن را به خود اختصاص

کودی و رقم نیز از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج نشان داد که تیمار T2 (عدم محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم) نسبت به تیمار T1 (عدم محلول پاشی) در هر دو رقم مستر و لاکومکا از لحاظ عملکرد بیولوژیک برتر بود. تیمارهای V1T3 (محلول پاشی با آهن - رقم مستر) و V2T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور - رقم لاکومکا) به ترتیب با ۷۷۴۰ و ۷۵۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک نیز مربوط به تیمارهای V1T1 (عدم محلول پاشی - رقم مستر) و V2T1 (عدم محلول پاشی - رقم لاکومکا) به ترتیب با ۶۳۷۲ و ۶۲۲۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. ماسونیک و همکاران (۱۹۹۶) در ایتالیا اثرات کمبود آهن، سولفور، منگنز و منیزیم را بر روی گیاهان آفتابگردان، ذرت، گندم و جو بررسی و مشاهده کردند که کمبود تمامی عناصر مذکور موجب کاهش کلروفیل شده و در نتیجه عملکرد و ماده خشک گیاه را نیز کاهش می‌دهد.

**شاخص برداشت:** بین ارقام از لحاظ شاخص برداشت اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۲). ولی اثر تیمارهای کودی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اختلاف معنی داری بین اثرات متقابل تیمارهای کودی و رقم از لحاظ شاخص برداشت مشاهده نشد. دین دوست اسلام و همکاران (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که تیمار محلول پاشی با روی، آهن و منگنز



کم مصرف تاثیر معنی داری بر درصد روغن نداشت ولی باعث افزایش عملکرد روغن گردیده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

**درصد پروتئین دانه:** بین ارقام از لحاظ درصد پروتئین اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). بین تیمارهای کودی از لحاظ درصد پروتئین دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. به طوری که تیمار T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور) با ۱۹ درصد بیشترین و تیمار T1 (عدم محلول پاشی) با ۱۵ درصد کمترین درصد پروتئین دانه را به خود اختصاص دادند. ضمناً تیمار T6 (محلول پاشی با آهن و بور) ۱۸ درصد بعد از تیمار T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور) بیشترین تاثیر را بر پروتئین دانه داشت و از لحاظ مقایسه آماری در کلاس b قرار گرفت (شکل ۲). در بررسی اثر متقابل رقم و تیمارهای کودی اختلاف معنی داری از نظر میزان پروتئین موجود در دانه مشاهده نشد که با تحقیق صلاحی فراحی و ملکوتی (۱۳۷۹) مطابقت داشت.

**درصد پتاسیم دانه:** بین ارقام اختلاف معنی داری از لحاظ پتاسیم دانه مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر روی میزان پتاسیم دانه در سطح یک درصد معنی دار بوده است. به طوری که تیمار T8 (محلول پاشی با روی و بور) با ۸/۱ درصد بیشترین درصد پتاسیم دانه و تیمارهای T1 (عدم

دادند. در بررسی اثرات متقابل بین رقم و تیمارهای کودی بر درصد روغن اختلاف معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نشد که با نتایج سعیدی (۱۳۸۶) مطابقت داشت. سپهر و ملکوتی (۱۳۷۷) با کاربرد سولفات روی و NPK و Mg در گیاه آفتابگردان مشاهده کردند که تیمارهای کودی عملکرد روغن را به طور معنی داری افزایش داد. همچنین عنوان کردند که مصرف روی باعث افزایش میزان روغن گردید.

### عملکرد روغن: بین ارقام مورد کشت

اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). ولی بین تیمارهای کودی اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۲). اثرات متقابل کود و رقم نیز از لحاظ عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی دار شد. به طوری که تیمار V1T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور - رقم لاکومکا) و V2T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور - رقم لاکومکا) به ترتیب با ۱۷۲۶ و ۱۷۹۴ کیلوگرم کمترین میزان روغن قابل استحصال را به خود اختصاص دادند. تیمار V1T2 (عدم محلول پاشی) به همراه مصرف خاکی منیزیم - رقم مستر) در مقایسه با V1T1 (عدم محلول پاشی - رقم مستر) از لحاظ عملکرد روغن دارای برتری معنی داری بود ولی در رقم لاکومکا بین این دو تیمار اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). صلاحی فراحی و ملکوتی (۱۳۷۹) گزارش نمودند که مصرف کودهای نیتروژن دار، فسفات دار و پتاسیم دار در خاک‌های تحت مطالعه در گلستان به همراه عناصر

اختصاص داد و در هر دو در گروه d قرار گرفتند. در بررسی اثرات متقابل کود و رقم اختلاف معنی داری از لحاظ فسفر موجود در دانه مشاهده نشد.

### نتیجه گیری

در این آزمایش تیمار محلول پاشی با سه عنصر کم مصرف روی، آهن و بور (Fe, Zn, B) بیشترین تاثیر را بر روی عملکرد دانه نشان داد. از لحاظ درصد روغن تیمار محلول پاشی با آهن و روی (Fe, Zn) نسبت به سایر تیمارها برتری داشت ولی با توجه به این که عملکرد دانه نسبت به درصد روغن دانه، سهم بیشتری را در افزایش عملکرد روغن دارد، بنابراین تیمار محلول پاشی با روی، آهن و بور (Zn, Fe, B) در مقایسه با سایر تیمارها دارای برتری بود.

محلول پاشی) و T2 (عدم محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم) به ترتیب ۴/۹ و ۴/۵ درصد کمترین درصد پتاسیم را به خود اختصاص دادند. در بررسی اثرات متقابل رقم و تیمارهای کودی اختلاف معنی داری در سطح یک درصد از نظر درصد پتاسیم مشاهده شد. به طوری که تیمارهای V2T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور، رقم لاکومکا)، V2T8 (محلول پاشی با روی و بور، رقم لاکومکا) و V2T5 (محلول پاشی با بور، رقم لاکومکا) به ترتیب با ۸/۹، ۸/۵ و ۷/۸ درصد بیشترین و تیمار V1T1 (بدون محلول پاشی - رقم مستر) V1T2 (بدون محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم - رقم مستر) با ۲/۸ و ۳/۹ درصد کمترین میزان پتاسیم دانه را از خود نشان دادند.

**درصد فسفر دانه:** بین ارقام از لحاظ درصد فسفر دانه اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۲). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که بین تیمارهای کودی از لحاظ درصد فسفر اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (شکل ۳). در مقایسه میانگین، تیمارهای T9 (محلول پاشی با روی، آهن و بور) و T8 (محلول پاشی با روی و بور) به ترتیب با ۸/۱۲ و ۸/۰۵ درصد بیشترین میزان فسفر دانه را از خود نشان دادند و از لحاظ آماری در کلاس A قرار گرفتند و تیمار T1 (عدم محلول پاشی) و تیمار T2 (بدون محلول پاشی به همراه مصرف خاکی منیزیم) به ترتیب با ۴/۸۹ و ۴/۵ درصد کمترین میزان فسفر دانه را به خود

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر طبق	قطر ساقه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد پوکی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی شاخص برداشت	نسبت مغز به کل	درصد روغن	عملکرد روغن	پروتئین	فسفر	پتاسیم
تکرار	۳	۰/۰۷۳	۰/۰۳۱	۲۸۵/۶۱۱	۷/۳۱۵	۰/۰۰۶	۷۳۹۱۶/۳۱۰	۳/۴۵۸	۰/۵۹۳	۳/۲۲۰	۱۶۹۳۱/۳۸۴	۰/۳۲۳	۰/۱۵۱	۰/۱۹۴
رقم	۱	۱/۷۱۱	۰/۰۶۱	۱۸۲۴۰/۵۰۰	۳۹۲/۰۰۰	۴/۷۹۵	۲۳۳۴/۷۲۰	۲۵/۶۸۱	۶۰/۵۰۰	۱۰/۸۹۰	۳۲۲۱۵/۶۸۱	۱۱/۴۰۰	۳۲/۸۵۰	۳۲/۸۵۰
خطا	۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۳۳/۷۹۶	۴/۰۰۰	۰/۰۰۴	۲۶۶۲۷/۳۲۰	۵/۷۹۲	۰/۳۵۲	۱/۵۹۰	۳۰۴۵/۶۰۶	۰/۹۹۳	۰/۶۰۱	۱/۲۴۰
کود	۸	۱۷/۶۶۷	۰/۲۳۸	۷۱۵۲۰/۸۸۹	۱۴۵/۰۳۱	۴/۳۷۶	۱۲۳۷۸۱۷/۰۱۰	۶۵/۸۵۰	۶۰/۶۳۰	۲۳/۳۱۰	۴۱۰۷۰۳/۴۷۰	۱۰/۷۷۰	۹/۱۴۰	۱۲/۲۶۰
رقم کود	۸	۳/۳۷۵	۰/۲۳۳	۴۳۱۷۱/۰۶	۱۵۷/۳۸۹	۰/۸۵۲	۸۲۱۰۰/۳۵۰	۶/۸۶۰	۷/۶۳۰	۱۰/۷۶۰	۶۹۱۴۵/۸۷۰	۱/۸۲۰	۲/۴۳۰	۳/۷۲۰
خطا	۴۸	۰/۱۲۹	۰/۰۱۱	۹۲/۹۰۲	۲۸/۹۳۸	۰/۰۱۰	۲۴۶۸۷/۳۸۰	۱/۹۶۹	۰/۹۷۲	۵/۵۸۰	۳۹۲۱/۶۱۰	۰/۵۹۷	۱/۱۸۰	۰/۷۹۰
ضریب تغییرات		۲/۴۶	۶/۸۹	۳/۹۵	۲/۵۳	۳/۱۵	۴/۸۲	۲/۱۱	۳/۱۵	۵/۱۳	۴/۲۷	۴/۶۲	۱۵/۸۲	۱۳/۲۸

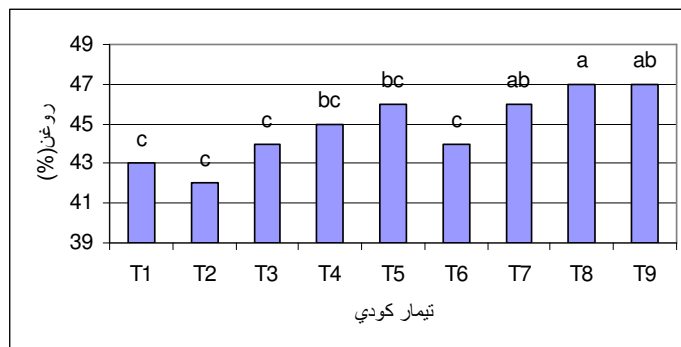
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و رقم

مشخصات	صفت	قطر طبق (سانتی متر)	قطر ساقه (سانتی متر)	تعداد دانه در طبق	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	درصد پوکی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت مغز به کل	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پتاسیم
V1T1	۱۲ i	۱/۲gh	۱/۲gh	۹۶۹h	۱۳۸defg	۶۴/۷j	۳/۸ b	۲۶۳۲f	۵۵i	۶۳۷۲h	۱۱۰۵ h	۴۰h	۳/۹h
V1T2	۱۳ gh	۱/۴ef	۱/۴ef	۹۵۳i	۱۳۴hi	۷۴/۷fg	۳/۴ d	۲۹۷۵e	۶۱defg	۷۰۹۵fg	۱۲۸۶ g	۴۱h	۲/۸h
V1T3	۱۴ f	۱/۳fg	۱/۳fg	۱۰۶۳/۲f	۱۳۵hi	۷۳/۵ghi	۳/۴ cd	۳۳۶۰bc	۶۳c	۷۷۴۰a	۱۴۷۹ e	۴۳fg	۷/۴cbd
V1T4	۱۵ de	۱/۶cd	۱/۶cd	۱۰۴۲/۵g	۱۴۱bc	۷۳/۷gh	۳/۳ de	۳۰۶۰de	۶۲cdef	۷۱۰۰fg	۱۳۸۷ f	۴۴fg	۶/۲efg
V1T5	۱۶ b	۱/۲gh	۱/۲gh	۱۰۴۴/۲g	۱۴۰bcde	۷۰i	۲/۷ f	۳۳۲۰bc	۶۲cde	۷۳۵۰bcde	۱۴۷۲ ef	۴۶bcd	۶/۵defg
V1T6	۱۳ g	۱/۳fgh	۱/۳fgh	۱۱۲۷c	۱۴۶a	۷۲/۵ghi	۲/۴ g	۳۴۸۷b	۶۳cd	۷۲۲۵defg	۱۵۹۵ cd	۴۷abc	۵/۷g
V1T7	۱۳ hi	۱/۶cd	۱/۶cd	۹۳۴/۷j	۱۳۳ij	۷۲/۵ghi	۲/۴ h	۳۴۲۰bc	۶۲cd	۷۲۳۷defg	۱۵۰۹ de	۴۶bcd	۶/۹cdefg
V1T8	۱۵ bc	۱/۶d	۱/۶d	۱۰۷۸de	۱۳۰jk	۷۷/۲ef	۲/۲ h	۳۲۴۰cd	۶۷a	۷۲۰۰defg	۱۴۴۹ ef	۴۶bcd	۷/۷abcd
V1T9	۱۷ a	۲/۱a	۲/۱a	۱۰۶۵ef	۱۴۳b	۸۰/۲cd	۲/۲ h	۳۷۹۵a	۶۵b	۷۳۳۷bcde	۱۷۲۶ ab	۴۷abc	۶/۹cdefg
V2T1	۱۲ i	۱/۳fg	۱/۳fg	۷۸۵m	۱۳۹/۵k	۷۱/۵hi	۴/۸ a	۲۴۵۷f	۵۵i	۶۲۲۵h	۱۰۰۸ i	۳۸i	۵/۸g
F2T2	۱۳ hi	۱/۲h	۱/۲h	۸۷۳k	۱۳۵/۵fghi	۷۲/۲ghi	۴/۸ a	۲۵۶۷f	۶۰gh	۷۰۵۰g	۹۸۸ i	۴۴ef	۶/۱fg
V2T3	۱۴ e	۱/۶cd	۱/۶cd	۸۵۴/۵l	۱۴۰/۵bcd	۷۳/۵gh	۳/۳ de	۳۳۵۲bc	۶۰gh	۷۲۷۵cdef	۱۷۴۷ ef	۴۵def	۵/۸g
V2T4	۱۴ e	۱/۵de	۱/۵de	۱۰۸۰d	۱۳۷/۲efg	۷۴/۲g	۳/۲ e	۳۳۲۷bc	۶۲cd	۷۱۰۰fg	۱۶۰۲ c	۴۶bcd	۷/۴bcde
V2T5	۱۵ cd	۱/۹b	۱/۹b	۹۳۲/۷j	۱۳۸/۵cdef	۷۸de	۳/۷ b	۳۴۸۲b	۶۱efgh	۷۱۸۷efg	۱۶۱۲ c	۴۶bcd	۷/۸abc
V2T6	۱۶ b	۱/۶cd	۱/۶cd	۹۷۳/۷h	۱۳۶/۷fgh	۸۱/۵bc	۲/۷ f	۳۴۸۷b	۶۱efgh	۷۴۰۰bcde	۱۴۸۲ e	۴۶bcd	۷/۶bcd
V2T7	۱۵ de	۱/۵de	۱/۵de	۱۰۶۰/۲f	۱۳۶fghi	۷۸/۲de	۳/۵ c	۳۴۲۷bc	۶۰efg	۷۴۱۲bcd	۱۷۵۵ ab	۴۷abc	۷/۲cdef
V2T8	۱۵ de	۱/۷c	۱/۷c	۱۲۶۵/۲a	۱۳۵fghi	۸۴fab	۲/۲ h	۳۳۶۷bc	۶۱efgh	۷۴۵۰bc	۱۶۷۳ bc	۴۸ab	۸/۵ab
V2T9	۱۷ a	۱/۶cd	۱/۶cd	۱۱۶۵/۲b	۱۴۲b	۸۶a	۲/۲ h	۳۹۴۴a	۶۲cd	۷۵۵۰ab	۱۷۹۴ a	۴۹a	۸/۹a
	LSD(%5)	۰/۵۱۰۶	۰/۱۴۹۱	۱۳/۷۰	۳/۱۷	۲/۷۰۷	۰/۱۴۲۲	۲۲۰/۵	۱/۴۰۲	۲۱۵/۷	۸۹/۰۳	۱/۹۹۵	۱/۲۶۱

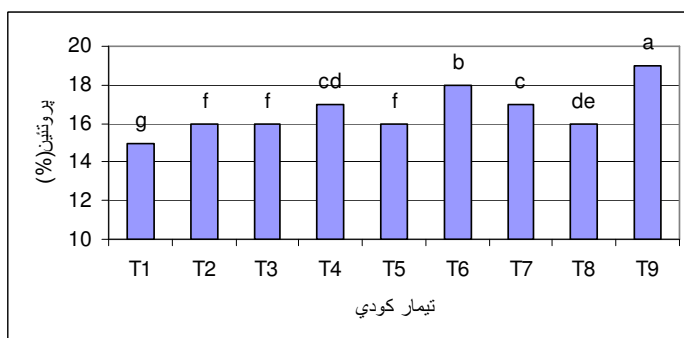
میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

NPK- T1 (تیمار شاهد)، NPKMg - T2 (مصرف خاکی)، Fe -T3 (محلول پاشی)، Zn -T4،T2+ (محلول پاشی)، B -T5،T2+ (محلول پاشی)، FeZn -T6،T2+ (محلول پاشی)، FeB -T7، T2+ (محلول پاشی)، ZnB-T8 T2 + (محلول پاشی)

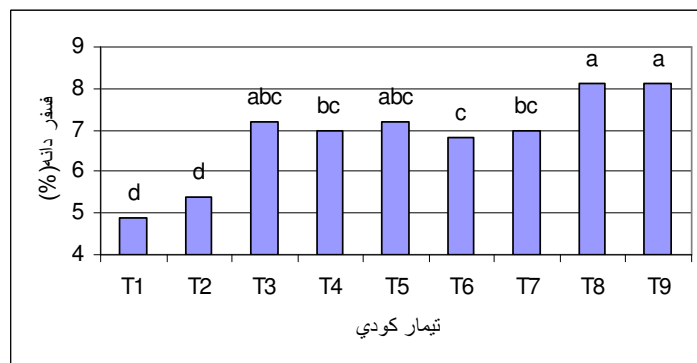
T2+ (محلول پاشی) و T2 - T9 - Fe+Zn+B (محلول پاشی) و T2 + V1: رقم مستر، V2: رقم لاکومکا



شکل ۱- تاثیر تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه



شکل ۲- تاثیر تیمارهای کودی بر درصد پروتئین دانه



شکل ۳- تاثیر تیمارهای کودی بر درصد سفر دانه

## منابع مورد استفاده

- ✓ امامی، ع. ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۷۹.
- ✓ رحیمی، م.، د. مظاهری. و ن. خدابنده. ۱۳۸۲. اثر ریزمغذی‌ها بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان. مجله پژوهش و سازندگی. ۱۶ (۴): ۱۰۳-۹۶.
- ✓ دین‌دوست اسلام، ص.، م. رشدی، س. یوسف زاده. و ا. علیزاده. ۱۳۸۶. تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (روی، آهن و منگنز) بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان روغنی رقم

هایسان ۳۳. چکیده مقالات دومین همایش منطقه‌ای کشاورزی و محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی. صفحه ۱۴۸.

✓ سپهر، ا. ۱۳۷۷. بررسی اثرات پتاسیم، منیزیم، گوگرد و عناصر ریزمغذی روی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۹۵ صفحه.

✓ سپهر، ا.، ا. بایوردی. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. لزوم رعایت نسبت متعادل مصرف کودهای پتاسیمی و منیزیمی در تغذیه گیاهی. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی. صفحه ۲۲.

✓ رحیمی، م.م.، و د. مظاهری. ۱۳۸۳. تاثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه خوی. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۴: ۲۱-۱۷.

✓ سعیدی، ق.ا. ۱۳۸۶. تاثیر برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف بر عملکرد و دیگر صفات زراعی آفتابگردان در یک خاک آهکی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱ (۲): ۳۶۵-۳۵۵.

✓ شکوری، ا. ۱۳۸۲. بررسی اثرات سیستم‌های مختلف خاکورزی و محلول‌پاشی عناصر روی، بور و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه. ۱۲۸ صفحه.

✓ صلاحی فراچی، م. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر برخی عناصر غذایی بر عملکرد آفتابگردان در گنبد کاووس. مجله علوم آب و خاک. ۱۲ (۱۳): ۱۰۴-۹۳.

✓ طاهر، م.ن. ۱۳۷۹. بررسی اثر گوگرد و منیزیم بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. ۱۳۵ صفحه.

✓ عرشی، ی. ۱۳۷۳. علوم و تکنولوژی آفتابگردان. اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی. ۷۱۹ صفحه.

✓ کوچکی، ع. و غ.ح. سرمدنیا. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

✓ نور آبادی، ع.ر. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر تاریخ کاشت و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزاء عملکرد رقم آذرگل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ۱۰۶ صفحه.

✓ ملکوتی، م.ج. و م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹۹ صفحه.

✓ Blamey, F. and C. Chapman. 1989. Soil amelioration effects on boron uptake by sunflower. *Commun. Soil Science of Plant Anal.* 67: 189- 194.

✓ Belyaev, G.N. 1993. The influence of addition of boron, copper, zinc and potassium chloride on the yield of sunflower, *Agrokhimiya*. 11: 28- 33.

✓ Brighenti, A.M., C. Castro. 2008. Boron foliar application on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *HELIA*, Nr. 48: 127-136.

- ✓ Dahanke, W.C., C. Fanning. and A. Cattanach. 1992. Fertilizing sunflower. North Dakota State University, NDSU Extention Service. Pp: 189.
- ✓ Fabian, G. and I. Galan. 1975. The influence of S and Mg deficiency on the synthesis of leaf proteins. *Revue Romain-de-Bilogy*. 20 (3): 199- 203.
- ✓ Godsey, C.B., J.P. Schmidt., A. J. Schlegel., R.K. Taylor., C.R. Thompson. and R.J. Gehl. 2003. Correcting iron deficiency in corn with seed row-applied iron sulfate. *Agronomy Journal*. 95: 160- 166.
- ✓ Hambidge, K.M., C.W. Cacey. and N.F. Krebs. 1987. Zinc. Pp: 1- 137. In W. Mertz (ed). Trace elements in human and animal nutrition. Vol .2, 5<sup>th</sup> ed. Academic Press, New York. Pp: 224.
- ✓ Hocking, B.C., and B.T. Steer. 1993. Uptake partitioning of selected mineral element in sunflower during groth. *Field Crop Research*. 56: 93- 107.
- ✓ Kadre, I. and E. Vass. 1988. Application of fertilizer and lime to sunflower on acidic sandy soil. *Noveny Termale*. 37 (6): 541- 547.
- ✓ Longeran, J.F., T.S. Grove., A.D. Robsen. and K. Snowball. 1979. Phosphorus toxicity as a factor in zinc phosphorus interaction in plants. *Soil Science Society of American Journal*. 43: 966- 972.
- ✓ Marschner, H. 1993. Zinc in soil and plant. A.D. Robon (ed). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherland. Pp: 55- 77.
- ✓ Masonic, A., A. Evacoli. and M. Mavoti. 1996. Spectral of leaves deficient in iron, sulphor, magnesium and manganese. *Agronomy Journal*. 88: 937- 943.
- ✓ Rani, P. and M.M. Reddy. 1993. Effect of nitrogen and borron on yield, components yield, and oil content of sunflower. *Journal of Research*. APAU. 64: 39- 41.
- ✓ Shamima, N. and S.M. Imamul Huq. 2002. Effcet of sulphur fertilizer on yield and nutrient uptake of sunflower crop in an Albaquept soil. *Pakistan Journal Biological Science*. 5: 533- 536.
- ✓ Singh, R.O., R.K. Sharma. and M. Singho. 1996. Effect of P, Zn, Fe, CaCO<sub>3</sub>, and farmyard manure application on yield and quality of sunflower. *Annals of Biology, Lvdina*. 12: 203- 207.
- ✓ Yilmaz, A., H. Ekiz., B. Torum., I. Gullekin., S. Karanlinks. and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivares grown on zinc- deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrients*. 20: 461- 471.