



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷
صفحه‌های ۲۳۴-۲۱۹

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان

آیدین خدایی جوقان^۱، مجید آقاعلیخانی^۲، مجید غلامحسینی^۳، رضا عطایی^۴، علی سروش‌زاده^۴، امیر قلاوند^{۴*}

۱. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. استادیار، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بر عملکرد و صفات کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) رقم آذرگل، تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری، در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. سه رژیم آبیاری شامل آبیاری پس از مصرف ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه، به عنوان عامل اصلی و هشت تیمار کودی شامل تأمین کامل نیتروژن گیاه از طریق کود شیمیایی اوره، کود شیمیایی اوره+کود دامی، زئوکمپوست ورمی کمپوست، زئوپونیکیس، زئوکمپوست + ورمی کمپوست، زئوکمپوست + زئوپونیکیس، ورمی کمپوست + زئوپونیکیس، عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب (آبیاری پس از مصرف ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده) بیشینه عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت بررسی شده از تیمارهای آلی ترکیبی به دست آمد. در شرایط تنش کم‌آبی (آبیاری پس از مصرف ۵۰ و ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده) تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر (زئوکمپوست، زئوپونیکیس و زئوکمپوست + زئوپونیکیس) عملکرد دانه بهتری را حاصل کردند. در شرایط تنش کم‌آبی شدید (آبیاری پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده) تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر شامل زئوکمپوست، زئوپونیکیس و زئوکمپوست + زئوپونیکیس در مقایسه با تیمار شیمیایی به ترتیب درصد روغن را ۸، ۹ و ۱۳ درصد در سال نخست، ۱۰ و ۱۲ درصد در سال دوم افزایش دادند. کاربرد تیمارهای کود آلی با افزایش میزان اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک دانه سبب افزایش کیفیت روغن دانه آفتابگردان شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با کاربرد ترکیبی کودهای آلی فرآوری شده مانند ورمی کمپوست، زئوکمپوست و زئوپونیکیس در زراعت آفتابگردان علاوه بر تولید محصولی سالم با عملکردی قابل قبول، می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را نیز کاهش داد.

کلیدواژه‌ها: تنش کم‌آبی، زئوپونیکیس، زئوکمپوست، نیتروژن، ورمی کمپوست.

۱. مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی به شمار می‌روند [۷]. کنجاله حاصل از فرایند صنعتی تولید روغن به لحاظ سرشار بودن از پروتئین یکی از اقلام مهم تغذیه دام، طیور و آبزیان محسوب می‌شود. مزیت‌های نسبی آفتابگردان در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان دانه روغنی طول دوره رشد کوتاه، رشد و نمو سریع، سازگاری با شرایط آب و هوایی، و بی‌تفاوت بودن نسبت به طول روز است. در واقع، آفتابگردان یکی از دانه‌های روغنی عمده در جهان است که به دلیل مناسب بودن نیازهای زراعی، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و نداشتن عوامل ضد تغذیه‌ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است [۱۷]. یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به منظور حصول عملکرد بالا و باکیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است که با تأثیرگذاری بر طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه و توازن بین آن‌ها، بر کیفیت محصول نیز مؤثر خواهد بود. اگرچه تأثیر تیمارهای تنش آب و کود نیتروژن بر رشد و نمو و عملکرد آفتابگردان به مقدار زیاد مطالعه شده است، با این حال اطلاعات اندکی درباره برهمکنش آب با منابع مختلف کودی تأمین کننده نیتروژن به ویژه بر عملکرد کیفی آفتابگردان در دست است. براساس آخرین گزارش‌های سازمان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، سطح زیر کشت آفتابگردان در جهان ۲۳ میلیون هکتار و در ایران هشت هزار هکتار و میانگین عملکرد آن در جهان و ایران به ترتیب ۱۷۰۰ و ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است [۱۰].

استفاده از کودهای شیمیایی در سیستم‌های رایج کشاورزی به منظور تأمین حاصلخیزی خاک، باعث شده است که چرخه عناصر غذایی مختل و تولید کشاورزی کاملاً وابسته به مصرف کودهای شیمیایی شود که همین

وابستگی، پایداری کشت‌بوم را به شدت کاهش می‌دهد [۹]. از منظر مدیریت حاصلخیزی خاک، نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی هست، بنابراین گزینش بهترین منبع کودی حاوی این عنصر برای رسیدن به بالاترین حد تولید الزامی است. مهم‌ترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز کشاورزی در دستگاه‌های متداول، استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنی است. استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنی به منظور اطمینان از حصول عملکرد بالا در دستگاه‌های رایج خود مشکلات عدیده‌ای را به دنبال داشته است که از آن جمله ورود بیش از حد نیتروژن به منابع آبی سطحی و زیرزمینی و در نهایت آلودگی‌های زیست‌محیطی است. در سیستم‌های کشاورزی پایدار، مدیریت عناصر غذایی (به ویژه نیتروژن) مورد نیاز گیاه، باید به نحوی باشد که این عناصر تا حد امکان در سیستمی بسته جریان داشته باشند [۴]. بدین منظور لازم است نه تنها مصرف این عناصر از منابع شیمیایی را کاهش داد، بلکه از تلفات آن‌ها نیز جلوگیری کرد [۲۱]. از جمله منابع آلی جدیدی که امروزه در سامانه‌های ارگانیک بدین منظور استفاده شده‌اند ورمی‌کمپوست، کمپوست زئولیتی و زئوپونیکس است. ورمی‌کمپوست از فرآوری مواد آلی نظیر کود دامی و بقایای گیاهی به وسیله کرم‌های خاکی بدست می‌آید [۲۲]. عبور آرام، مداوم و مکرر این مواد از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی، همراه با اعمال خرد کردن، سائیدن، بهم زدن و مخلوط کردن که در بخش‌های مختلف این مسیر انجام می‌شود، موجب آغشته کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات کلسیم، آنزیم‌ها، مواد مخاطی، متابولیت‌های مختلف و بالاخره ایجاد شرایط مناسب برای سنتز اسیدهای هومیک می‌شود و در مجموع موادی را تولید می‌کند که از لحاظ کیفی، ماده‌ای آلی با pH تنظیم شده، سرشار از مواد هومیک و

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان

کشاورزی از نظر تأثیرگذاری بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان در رژیم‌های مختلف آبیاری است.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. جدول ۱ برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه را نشان می‌دهد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. رژیم‌های آبیاری شامل آبیاری پس از مصرف ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه (II-آبیاری مطلوب)، آبیاری پس از مصرف ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه (I2- تنش ملایم) و آبیاری پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه (I3- تنش شدید)، کرت‌های اصلی و تعداد هشت تیمار کودی شامل تأمین کامل نیتروژن گیاه از طریق کود شیمیایی اوره (F1)، کود شیمیایی اوره + کود دامی (F2)، زئوکمپوست (F3)، ورمی‌کمپوست (F4)، زئوپونیکس (F5)، زئوکمپوست + ورمی‌کمپوست (F6)، زئوکمپوست + زئوپونیکس (F7)، ورمی‌کمپوست + زئوپونیکس (F8)، کرت فرعی در نظر گرفته شد.

عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاه، دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های محرک رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف است [۱۲ و ۲]. کمپوست زئولیتی نیز ماده‌ای است که از تلفیق زئولیت با کود دامی و در طی فرایند کمپوست‌سازی آن به دست می‌آید. تلفیق زئولیت با کود دامی سبب نگهداری عناصر غذایی شده و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و اضافه کردن این مواد به خاک باعث افزایش قابلیت نگهداری رطوبت، توسط خاک می‌شود و میزان فراهمی عناصری مانند نیتروژن و سایر ریزمغذی‌ها در محیط رشد گیاه را افزایش می‌دهد، همچنین با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باعث رشد بیشتر گیاه و عملکرد مناسب آن می‌شود. در کنار کودهای دامی، کود مرغی به دلیل تغذیه طيور از دانه‌های گیاهی مانند گندم، جو و ذرت از نظر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد از غنی‌ترین کودها بوده و می‌تواند به طور مؤثری در تأمین نیاز غذایی گیاهان مفید باشد. زئوپونیکس که ترکیبی از زئولیت و کود مرغی است، علاوه بر داشتن ویژگی‌های تغذیه‌ای کود مرغی، به دلیل حضور زئولیت در آن اثرگذاری بیشتری برخوردار بوده و می‌تواند به عنوان منبع آلی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن استفاده شود. پس از پایان هر دوره پرورش مرغ، به علت اشباع بودن زئوپونیکس از آمونیاک و سایر کاتیون‌های موجود در کود مرغی، زئوپونیکس برای استفاده، کود آلی مناسبی بوده و ارزش افزوده بسیاری دارد. هدف این پژوهش، مقایسه سامانه‌های متداول و ارگانیک

جدول ۱. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

Fe	Cu	Zn	P	K	N	ماده آلی	pH	عمق
		(mg/kg)			(%)	(%)		(cm)
۷/۱	۰/۸	۱	۱۴	۳۶۴	۰/۰۹	۱/۰۱	۷/۶	۰-۳۰
۵/۸	۰/۷	۰/۹	۱۳	۳۷۳	۰/۱۰	۱/۰۰	۷/۳	۳۰-۶۰

به زراعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

(۱) × درصد نیتروژن کود = مقدار N مورد نیاز از کود آلی
وزن خشک کود آلی × درصد نیتروژن در دسترس
برای تعیین سطوح مختلف آبیاری، برنامه زمان‌بندی
آبیاری براساس درصد تخلیه آب در دسترس خاک در
منطقه ریشه تنظیم شد [۱۲]. مقدار آب خاک با استفاده از
دستگاه انعکاس سنجی زمانی (TDR) در عمق توسعه ریشه
(۸۰ سانتی متر) تعیین شد [۱۵]. قبل از شروع آزمایش از
منحنی‌های کالیبراسیون برای تعیین رابطه بین مقدار عددی
ارائه شده توسط دستگاه TDR و مقدار حجمی رطوبت
خاک استفاده شد، همچنین برای تعیین و کنترل مقدار آب
آبیاری از لوله‌های مجهز به کنتور استفاده شد. با استفاده از
داده‌های به دست آمده و رابطه (۲) درصد تخلیه آب
در دسترس خاک در منطقه مؤثر ریشه ارزیابی شد:

$$(۲) \quad \text{حداکثر تخلیه مجاز (\%)} = \frac{FC - \theta}{FC - PWP}$$

بذور آفتابگردان رقم آذرگل در هر واحد آزمایشی
شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی متر و به طول
چهار متر در تاریخ هشتم و دهم تیرماه به ترتیب در سال
اول و دوم آزمایش کشت شد. فاصله بین گیاهان ۲۵
سانتی متر لحاظ شد. به منظور جلوگیری از تداخل تیمارهای
آزمایشی و سایر مراحل اجرای آزمایش فاصله‌ای به اندازه
۱/۵ متر بین بلوک‌ها و ۰/۷۵ متر بین کرت‌ها در نظر گرفته
شد. مقدار نیتروژن مصرفی، با توجه به مقدار نیتروژن
در دسترس در خاک و نیاز گیاه (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن)
برای حصول به عملکرد مطلوب، محاسبه شد. در سامانه
متداول کود نیتروژن دار (اوره) به صورت تقسیط شده (۵۰
درصد از آن بلافاصله پس از کشت و ۵۰ درصد باقی مانده
در مرحله تشکیل ابتدایی اندام‌های زایشی) به کار برده شد.
مقدار نیتروژن مورد نیاز از کود های آلی (خصوصیات
شیمیایی ورمی کمپوست، زئوپونیکس و زئوکمپوست در
جدول ۲ نشان داده شده است) در سامانه‌های ارگانیک
براساس رابطه (۱) محاسبه شد [۱۵].

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مصرف شده

کود	ورمی کمپوست	زئوپونیکس	زئوکمپوست	کود دامی
نیتروژن (%)	۱/۴	۲/۴	۱/۲۵	۱/۳۵
فسفر (%)	۰/۵	۱/۲	۰/۳۹	۰/۴۳
پتاسیم (%)	۰/۷	۰/۸	۱/۷	۲/۰۰
کربن آلی (%)	۹/۶	-	۲۰/۲	۲۳/۵۵
اسیدیته	۷/۲	۷/۹	۸/۵	۹/۰۰
قابلیت هدایت الکتریکی (ds/m)	۲/۸	-	۱۴/۸	۱۳/۰۸
مس (mg/kg)	۸۰/۸	۳۵/۹	۲۶/۷	۲۵/۰۶
روی (mg/kg)	۱۶/۷	۱۱۰/۸	۱۰۱/۴	۱۰۰/۷/
آهن (mg/kg)	۸۹/۱	۵۵۰	۱۲۴۵	۱۱۲۴
منگنز (mg/kg)	۶۲۰	۴۳۰	۲۳۷	۲۱۴

۳. نتایج و بحث

۱.۳. عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس طی دو سال انجام آزمایش، نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی شامل رژیم آبیاری، سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه آفتابگردان معنادار است (جدول ۳). با توجه به معنادار بودن اثر متقابل بین تیمارها، از تفسیر نتایج اصلی صرف نظر شده و اثر متقابل بررسی می‌شود. برش‌دهی اثر متقابل رژیم آبیاری و سیستم‌های حاصلخیزی خاک نشان داد که بیشترین عملکرد دانه، تحت شرایط آبیاری مطلوب از تیمارهای آلی ترکیبی F6، F7، F8 به مقدار به ترتیب ۲۶۲۷، ۲۴۴۰ و ۲۶۰۴ کیلوگرم در هکتار برای سال نخست و ۲۳۲۹، ۲۱۸۷ و ۲۲۰۸ کیلوگرم در هکتار برای سال دوم به دست آمد (شکل ۱). کمترین عملکرد دانه از تیمارهای شیمیایی و تلفیقی F1 و F2 به مقادیر ۱۵۸۲، ۱۶۵۱ (به ترتیب در سال ۱۳۹۱) و ۱۴۵۰، ۱۵۵۳ (به ترتیب در سال ۱۳۹۲) به دست آمد (شکل ۱). نیتروژن عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان و عنصر اصلی افزایش دهنده عملکرد است [۶]. تغییر در فراهمی نیتروژن عملکرد گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار نیتروژن در دسترس در طول فصل رشد، بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مهم بوده و بنابراین بر عملکرد تأثیر مستقیم دارد [۲۴]. به نظر می‌رسد دلیل اصلی بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمارهای آلی ترکیبی نسبت به شیمیایی و تلفیقی، استفاده از کمپوست‌های فرآوری شده بوده است که به فراهمی بیشتر نیتروژن تا انتهای فصل می‌انجامد و رهاسازی تدریجی این عنصر در تطابق بیشتر با نیتروژن در دسترس خاک و نیاز گیاه است. افزایش مواد آلی خاک به علت آزادسازی کربن و منبع انرژی باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌شود [۱۶]. با اضافه کردن ماده آلی، مقدار فسفر در دسترس خاک

در این رابطه FC_i رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، θ رطوبت قبل از آبیاری و PWP رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم هستند. حجم آبیاری نیز از رابطه زیر محاسبه شد:

(۳)

$$V_d = MAD(\%) \times (FC - PWP) \times R_z \times A$$

در این رابطه MAD حداکثر تخلیه مجاز، V_d حجم آب آبیاری (میلی‌متر)، R_z عمق مؤثر ریشه (متر) و A مساحت کرت (مترمربع) است. آبیاری‌ها تا ۱۰ روز قبل از برداشت ادامه داشتند و پس از آن آبیاری تمامی کرت‌ها قطع شد. مبارزه با علف‌های هرز به وسیله وجین‌کار دستی انجام گرفت و از علف‌کش استفاده نشد. برای جلوگیری از خسارت گنجشک، بعد از اتمام گرده‌افشانی، طبق‌ها به وسیله پاکت کاغذی به طور کامل پوشانده شدند.

بوته‌های برداشت شده به دو قسمت دانه و کاه تقسیم شد و در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۰ درصدی دانه محاسبه شد. برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه، پس از خشک کردن دانه‌ها، مقدار روغن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اینفراماتیک (Inframatic 8620 Percor) و مقدار پروتئین دانه‌ها به روش کجلدال و در نظر گرفتن فاکتور پروتئینی اندازه‌گیری شد. تعیین اسیدهای چرب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه UNICAM 4600 Gas Chromatograph صورت گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایشی انجام شد. تجزیه داده‌ها برای صفات مختلف به صورت جداگانه در هر سال با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ انجام گرفت. در این تحقیق برای مقایسه میانگین‌های آثار اصلی از آزمون LSD در سطح ۵ درصد و برای مقایسه میانگین آثار متقابل از روش برش‌دهی استفاده شد.

آیدین خدایی جوقان و همکاران

در ابتدای فصل موجب رشد و استقرار اولیه سریع گیاهان شده و در ادامه فصل ورمی کمپوست به صورت یکنواخت نیتروژن را در اختیار گیاه قرار داده است، که به یکنواختی دسترسی به نیتروژن در تمام مراحل نمو منجر شده و بنابراین بیشترین عملکرد دانه از تیمار ترکیب ژئوپونیکس و ورمی کمپوست بدست آمده است.

در هر دو سال آزمایش بیشترین عملکرد دانه تحت شرایط تنش ملایم (I2) و شدید (I3) از تیمارهای آلی دارای ژئولیت بیشتر F3، F5، F7 و کمترین آن از تیمارهای شیمیایی (F1) و تلفیقی (F2) به دست آمد (شکل ۱).

به علت کلات کردن کاتیون‌های چند ظرفیتی توسط اسیدهای آلی افزایش می‌یابد [۱۹]. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه آفتابگردان تحت شرایط مطلوب آبیاری از تیمارهای آلی ترکیبی حاصل شد (شکل ۱). استفاده ترکیبی از منابع آلی به دلیل فراهمی یکنواخت نیتروژن در طول فصل زراعی سبب دسترسی یکنواخت گیاه به نیتروژن در تمامی مراحل نمو شده و با افزایش فتوسنتز باعث افزایش عملکرد شده است. ژئوپونیکس از نظر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم بسیار غنی است (جدول ۲) و آزادسازی سریع نیتروژن از ژئوپونیکس

جدول ۳. تجزیه واریانس برای صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای رژیم آبیاری و کود در آفتابگردان

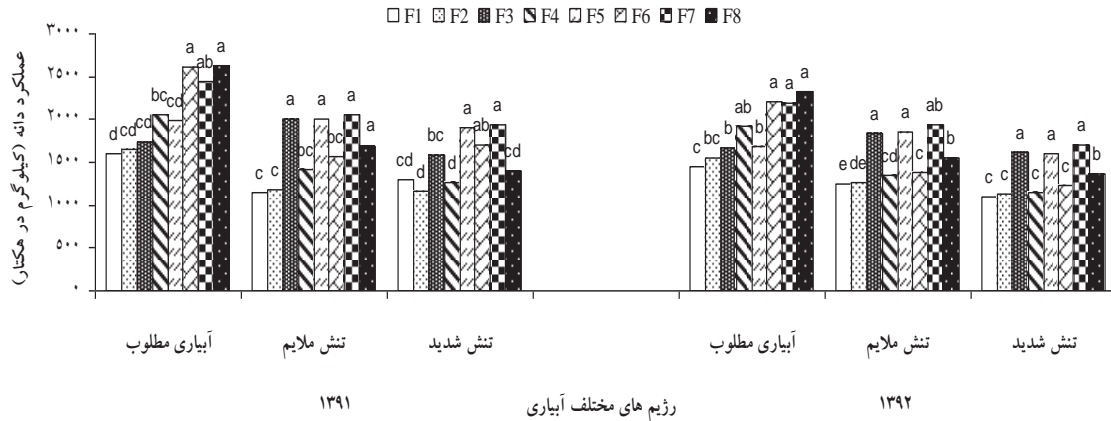
سال ۱۳۹۱							
منابع تغییرات [†]	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	استتاریک اسید
میانگین مربعات							
تکرار	۲	۱۹۰۳۹۶/۴۶ ^{ns}	۴۷۶/۸۳ ^{**}	۹/۱۲ ^{ns}	۸/۲۷ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
آبیاری	۲	۲۰۶۹۸۸۴/۲۲ ^{**}	۸۶/۰۵ ^{**}	۹۶/۴۰*	۱۳/۷۴ ^{ns}	۷۳/۹۵ ^{**}	۱۱/۲۶ ^{**}
خطا a	۴	۷۳۰۸۸/۶۴	۲/۷۶	۵/۳۹	۳/۰۹	۲/۸۵	۰/۴۱
کود	۷	۸۲۲۷۱۳/۵۷ ^{**}	۱۷/۱۸ ^{**}	۱۰/۷۱*	۱۱/۰۷ ^{**}	۱۶/۳۴ ^{**}	۳/۹۶ ^{**}
آبیاری × کود	۱۴	۱۹۴۱۱۸/۸۴ ^{**}	۱۰/۲۹ ^{**}	۸/۴۵*	۲/۲۵ ^{ns}	۶/۰۲ ^{**}	۰/۱۹ ^{ns}
خطا b	۴۲	۵۴۱۲۶/۶۷	۲/۳۶	۳/۰۷	۱/۹۴	۱/۴۶	۰/۲۸
ضریب تغییرات(%)							
		۱۳/۳	۳/۵	۸/۱	۴/۹۰	۲/۰۸	۱۴/۹۲
سال ۱۳۹۲							
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	استتاریک اسید
میانگین مربعات							
تکرار	۲	۴۷۹۱۴/۹۲ ^{ns}	۲/۶۳ ^{ns}	۴/۵۵ ^{ns}	۱۳/۷۷ ^{ns}	۱۳/۲۰ ^{ns}	۲/۴۶*
آبیاری	۲	۱۶۳۲۸۰۳/۰۲ ^{**}	۱۱۹/۳۹ ^{**}	۲۲۱/۱۴*	۱۵/۶۹ ^{ns}	۱۶۶/۱۷*	۳/۴۱ ^{**}
خطا a	۴	۳۹۰۹۱/۵۵	۲/۸۹	۱۵/۸۶	۳/۴۷	۸/۸۰	۰/۰۷
کود	۷	۴۸۰۵۹۹/۸۶ ^{**}	۲۹/۰۶*	۳۰/۲۸ ^{**}	۵۴/۲۸ ^{**}	۴۹/۵۱ ^{**}	۳/۴۸ ^{**}
آبیاری × کود	۱۴	۱۴۲۷۹۱/۵۹ ^{**}	۱۰/۶۲ ^{**}	۷/۵۸ ^{ns}	۱۴/۳۳ ^{ns}	۲۶/۹۰ ^{**}	۰/۴۰ ^{**}
خطا b	۴۲	۲۸۱۴۸/۳۱	۲/۰۹	۷/۶۴	۳/۰۸	۳/۱۸	۰/۰۷
ضریب تغییرات(%)							
		۱۰/۵	۳/۳	۱۲/۲۶	۵/۴	۳/۱۷	۱۰/۳۰

† ns: * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

به زراعی کشاورزی

دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری با تیمارهای کودی برای عملکرد دانه آفتابگردان به روش برش‌دهی. میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر رژیم آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

گزارش شده است [۳]. افزودن زئولیت به بستر کاشت موجب افزایش معنادار قابلیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود که تأثیر مستقیمی بر افزایش حاصلخیزی خاک دارد. محققان این افزایش را ناشی از ظرفیت تبادل کاتیونی بالای زئولیت‌های طبیعی (۲۲۰ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم) می‌دانند [۳].

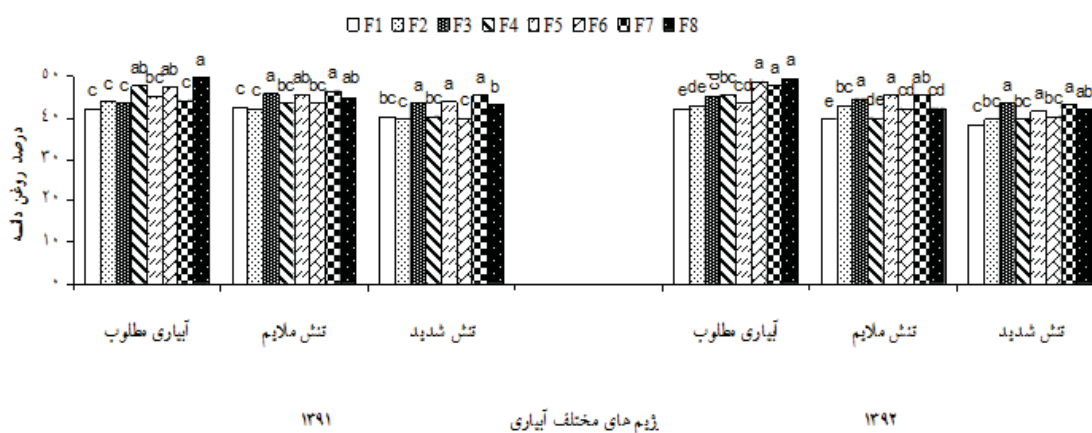
۲.۳. درصد روغن و پروتئین دانه

نتایج آنالیز واریانس در هر دو سال آزمایش نشان داد که اثر متقابل رژیم آبیاری و سیستم‌های تغذیه‌ای بر غلظت روغن در دانه آفتابگردان در سطح احتمال ۱ درصد معنادار است (جدول ۳). برش‌دهی میانگین داده‌ها در سال نخست آزمایش نشان داد که تحت شرایط مطلوب آبیاری بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمارهای دارای ورمی‌کمپوست بیشتر (F4, F6, F8) بود، به طوری که غلظت روغن در این تیمارها ۱۲، ۱۱ و ۱۶ درصد بیشتر از تیمار

تیمارهای آلی زئولیتی علاوه بر فراهمی مناسب عناصر برای گیاه سبب دسترسی بهتر به آب در طول فصل رشد شده‌اند. زئولیت‌ها به دلیل داشتن تخلخل و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و ساختار کریستالی‌شان قادرند بیش از ۶۰ درصد وزن خود آب را نگهداری کنند که این آب ذخیره شده در شبکه به تدریج جذب گیاه می‌شود. استفاده از زئولیت در فرایند کمپوست‌سازی کودهای آلی منجر به حفظ و نگهداری بهتر عناصر غذایی گشته و در طول دوره رشد به صورت یکنواخت آب و عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار داده و سبب تولید عملکرد مناسب در شرایط خشکی می‌شود. زئولیت با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت از طریق فراهمی رطوبت در مراحل مختلف رشد، سبب موفقیت آفتابگردان در تولید عملکرد مناسب تحت شرایط تنش شده است [۵]. علاوه بر تأثیر زئولیت در افزایش فراهمی آب، تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت نیز در اثر مصرف زئولیت‌های طبیعی

از شیمیایی (F1) بود (شکل ۲). رهاسازی آهسته نیتروژن از ورمی کمپوست و دردسترس بودن آن به هنگام نیاز گیاه و همچنین متعادل بودن عناصر غذایی به دلیل حضور عناصر ریزمغذی از یک سو و بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک از سوی دیگر ضمن ایجاد بستر مناسب برای رشد و فتوسنتز باعث افزایش درصد روغن دانه شده است. در سال دوم آزمایش نیز مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تحت شرایط مطلوب آبیاری، بیشترین درصد روغن دانه از مصرف ترکیبی کودهای آلی (F6, F7, F8) حاصل شده است. در بین این تیمارها بیشترین درصد روغن مربوط به تیمارهای حاوی ورمی کمپوست بود، هرچند این اختلاف از نظر آماری معنادار نشد (شکل ۲). کمترین درصد روغن در هر دو سال آزمایش از مصرف کود شیمیایی اوره (F1) به مقدار ۴۰/۱ (در سال اول) و ۴۲/۳ (در سال دوم) درصد به دست آمد (شکل ۲). چنین استنباط می‌شود که با مصرف کودهای آلی دوره پر شدن دانه، طولانی‌تر گشته و به‌علت دوام سطح برگ بیشتر، درصد روغن دانه در تیمارهای آلی

از شیمیایی (F1) بود (شکل ۲). رهاسازی آهسته نیتروژن از ورمی کمپوست و دردسترس بودن آن به هنگام نیاز گیاه و همچنین متعادل بودن عناصر غذایی به دلیل حضور عناصر ریزمغذی از یک سو و بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک از سوی دیگر ضمن ایجاد بستر مناسب برای رشد و فتوسنتز باعث افزایش درصد روغن دانه شده است. در سال دوم آزمایش نیز مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تحت شرایط مطلوب آبیاری، بیشترین درصد روغن دانه از مصرف ترکیبی کودهای آلی (F6, F7, F8) حاصل شده است. در بین این تیمارها بیشترین درصد روغن مربوط به تیمارهای حاوی ورمی کمپوست بود، هرچند این اختلاف از نظر آماری معنادار نشد (شکل ۲). کمترین درصد روغن در هر دو سال آزمایش از مصرف کود شیمیایی اوره (F1) به مقدار ۴۰/۱ (در سال اول) و ۴۲/۳ (در سال دوم) درصد به دست آمد (شکل ۲). چنین استنباط می‌شود که با مصرف کودهای آلی دوره پر شدن دانه، طولانی‌تر گشته و به‌علت دوام سطح برگ بیشتر، درصد روغن دانه در تیمارهای آلی



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری با تیمارهای کودی برای درصد روغن دانه آفتابگردان به روش برش‌دهی. میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر رژیم آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان

شدید کم‌آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب به ترتیب ۱۰ و ۱۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). مشابه با همین روند در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد. چنین استنباط می‌شود که نیتروژن جذب شده در تیمارهای شیمیایی به مقدار کمتری صرف رشد رویشی شده و به میزان بیشتری هنگام پر شدن دانه به دانه انتقال یافته است. کود اوره سرک که در آغاز دوره زایشی به آفتابگردان داده شد، در تیمارهای تغذیه شیمیایی در هنگام پر شدن دانه تأمین‌کننده منبع نیتروژن، برای ساخت پروتئین دانه بود. کود شیمیایی با داشتن یون نترات به مقدار فراوان و قابلیت دسترسی سریع برای گیاه، سبب وجود نیتروژن آزاد بیشتر در بافت گیاه و انتقال آن در مرحله زایشی به دانه پس از اعمال کود سرک در این مرحله شده که به تولید دانه‌هایی با درصد پروتئین بالاتر منجر شده است.

در کنار درصد روغن دانه، درصد پروتئین دانه به‌عنوان صفتی مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیه دام حائز اهمیت است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که اثر اصلی تیمارهای رژیم آبیاری در سال اول و دوم آزمایش بر درصد پروتئین دانه معنادار بود (جدول ۳). همچنین تیمار سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای در سال نخست در سطح احتمال ۵ درصد و در سال دوم در سطح احتمال ۱ درصد اثر معناداری بر مقدار پروتئین دانه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها در سال نخست آزمایش نشان داد که بیشترین درصد پروتئین دانه (۲۳/۲) از تیمار شیمیایی (F1) و کمترین آن (۱۹/۶) از تیمار آلی ترکیبی زئو کمپوست + ورمی کمپوست (F8) به دست آمده است (جدول ۴). در ارتباط با اثر آبیاری نیز مشخص شد که میزان پروتئین بذور آفتابگردان در شرایط تنش ملایم و

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین آثار اصلی رژیم آبیاری و کود برای صفات کیفی گیاه آفتابگردان

تیمارهای آزمایش [†]	درصد پروتئین		اولئیک اسید	استئاریک اسید
			(درصد)	(درصد)
آبیاری (پس از مصرف)	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱
آبیاری مطلوب (I1)	۱۹/۰b	۱۹/۷c	۳۱/۷۶a	۲۹/۰۲a
تنش ملایم (I2)	۲۳/۹a	۲۱/۶b	۳۰/۹۱ab	۲۸/۶۵ab
تنش شدید (I3)	۲۴/۶a	۲۳/۵a	۳۰/۱۴b	۲۷/۵۶b
کود				
اوره (F1)	۲۵/۷a	۲۳/۲ab	۲۸/۴۳cd	۲۷/۷۹de
اوره + کود دامی (F2)	۲۴/۶ab	۲۲/۱a	۲۹/۶۴c	۲۶/۷۸e
کمپوست زئولیتی (F3)	۲۱/۶cd	۲۱/۵b	۲۹/۷۸c	۲۸/۴۳bcd
ورمی کمپوست (F4)	۲۱/۷cd	۲۱/۴b	۲۷/۴۷d	۲۷/۴۵de
زئوپونیکس (F5)	۲۱/۳cd	۲۱/۲bc	۳۱/۷۴b	۲۸/۰۸cde
زئو کمپوست + ورمی کمپوست (F6)	۲۰/۶d	۱۹/۶c	۳۲/۶۶ab	۳۰/۰۸a
زئو کمپوست + زئوپونیکس (F7)	۲۲/۹bc	۲۱/۷b	۳۳/۸۷a	۲۹/۱۷ab
ورمی کمپوست + زئوپونیکس (F8)	۲۲/۱d	۲۰/۹bc	۳۳/۸۹a	۲۹/۵۲ab

†: میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند

دارای زئولیت بیشتر F3، F5، F7 و کمترین آن از تیمارهای شیمیایی (F1) و تلفیقی (F2) بدست آمد (شکل ۳-ا). تیمارهای آلی زئولیتی مقدار مناسبی از عناصر غذایی و آب را در طول فصل رشد در اختیار گیاه قرار داده‌اند و علاوه بر افزایش دوره رسیدگی، با کاهش دمای میکروکلیمای مزرعه (به دلیل فراهمی بیشتر آب در طول فصل رشد) سبب افزایش فعالیت آنزیم اولئات دی سچوراز (آنزیم دخیل در سنتز لینولئیک اسید) و افزایش میزان لینولئیک اسید می‌شوند. این آنزیم حساسیت زیادی به دما دارد و فعالیت آن با افزایش دما کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه فراهمی آب بر دمای گیاهان و میکروکلیمای مزرعه تأثیرگذار است [۲۳]، بنابراین افزایش دمای بافت‌های گیاهی در شرایط تنش کم‌آبی و عدم حضور زئولیت، سبب کاهش فعالیت این آنزیم و کاهش میزان لینولئیک اسید در شرایط تنش می‌شود. افزایش میزان اولئیک اسید گیاه آفتابگردان در شرایط کمبود آب گزارش شده است و نتایج پژوهش‌های دیگر درباره اثر تنش خشکی بر ترکیب اسیدهای چرب گیاهان تا حدودی متفاوت است [۸، ۱۱ و ۲۰].

بیشترین مقدار اولئیک اسید دانه (۲۹/۰۲) در سال نخست آزمایش از رژیم آبیاری کامل (II) و کمترین آن (۲۷/۵۶) از تنش شدید کم‌آبی به‌دست آمد (جدول ۴). میزان کاهش این اسید چرب در تیمار آبیاری تنش شدید (I3) نسبت به آبیاری مطلوب (II) ۵ درصد برای سال نخست و ۶ درصد برای سال دوم اجرای آزمایش بود. همچنین تیمارهای آلی ترکیبی F8، F7، F6 در هر دو سال آزمایش دارای بیشترین میزان اولئیک اسید بودند (جدول ۴). میزان اسیدهای چرب غیراشباع مانند اولئیک اسید و لینولئیک اسید با افزایش میزان دسترسی به نیتروژن به طور آهسته و در طولانی مدت، ناشی از کاربرد کودهای آلی، افزایش و میزان اسیدهای چرب اشباع مانند پالمیتیک اسید

به عبارت دیگر فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه، باعث افزایش تشکیل پیش زمینه‌های پروتئین دار می‌شود و رقابت مواد اولیه (کربوهیدرات‌ها) را برای تشکیل مواد پروتئینی و یا اسیدهای چرب به سمت تشکیل مواد پروتئینی هدایت می‌کند. یون‌های آماده نترات موجود در کود شیمیایی به سرعت به دانه منتقل می‌شود و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد [۱ و ۱۳]. علاوه بر این، بیشتر بودن درصد پروتئین در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند با کاهش طول دوره رشد و نمو مرتبط باشد که سبب کاهش نسبت درصد روغن به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. در این آزمایش، همبستگی منفی و معناداری بین درصد روغن دانه و پروتئین آن ($R^2 = -0.85^{**}$) مشاهده شد. آبالوس و همکاران [۱] نیز همبستگی منفی شدیدی را بین درصد روغن و پروتئین دانه گیاهان زراعی مختلف گزارش کردند. دلیل فیزیولوژیک این همبستگی منفی مربوط به رقابت برای اسکلت‌های کربنی طی سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها است. سنتز اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه هر دو به اجزای کربنی که از تجزیه کربوهیدرات‌ها حاصل می‌شوند، احتیاج دارند [۲۱]، از آنجایی که محتوی کربوهیدراتی ترکیبات پروتئینی از ترکیبات روغنی کمتر است [۸] فراهمی نیتروژن، سنتز مواد پروتئینی را در مقایسه و به هزینه، سنتز اسیدهای چرب، بیشتر تحریک می‌کند و نتیجه آن کاهش درصد روغن دانه‌ها است.

۳.۳. ترکیب اسیدهای چرب دانه

نتایج حاصل از جدول آنالیز واریانس داده‌ها طی دو سال آزمایش نشان داد که اثر اصلی هر یک از عوامل در هر دو سال آزمایش بر میزان لینولئیک اسید دانه معنادار شده است. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل بین تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت معنادار بود (جدول ۳). بیشترین مقدار لینولئیک اسید دانه تحت شرایط تنش ملایم (I2) و شدید (I3) از تیمارهای آلی

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان

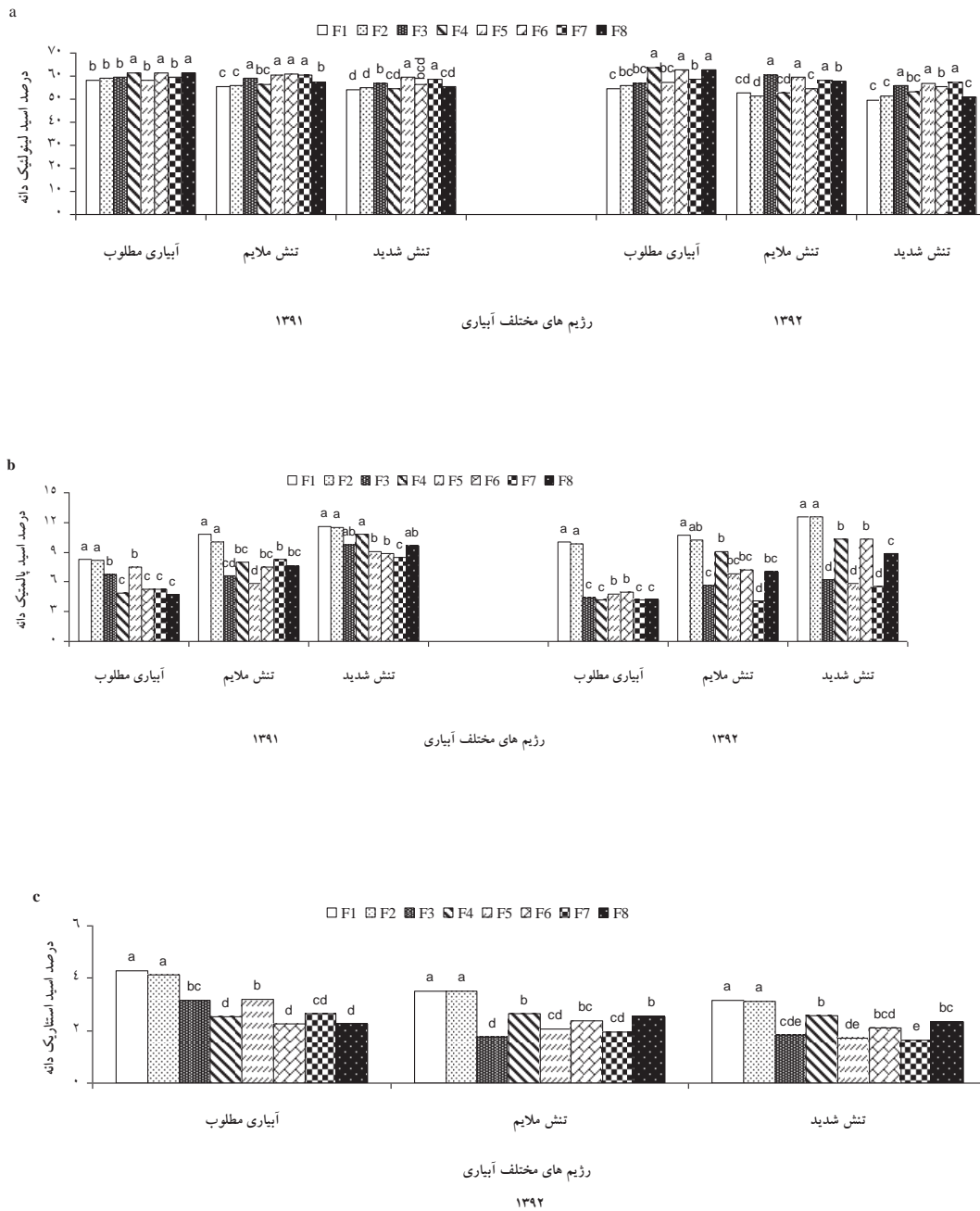
به‌طور کلی تنش خشکی باعث افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع دانه آفتابگردان شد. بیشترین و کمترین میزان این اسیدهای چرب در هر دو سال آزمایش به‌ترتیب از تیمارهای تنش آبی شدید (I3) و آبیاری مطلوب (II) به دست آمد، به‌طوری که در سال نخست بیشترین مقدار اسید چرب پالمیتیک (۹/۹۶ درصد) و استئاریک (۴/۲۷ درصد) از تیمار خشکی شدید و کمترین میزان اسیدچرب پالمیتیک (۶/۳۴ درصد) و استئاریک (۲/۰۹ درصد) در تیمار آبیاری مطلوب به‌دست آمد. در سال دوم نیز مشابه با همین روند مشاهده شد. کاهش دسترسی به آب توسط گیاه با کاهش طول دوره رشد گیاه و زودرس شدن آن سبب رسیدگی دانه در دماهای بالاتر شده و این امر سبب افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع شده می‌شود.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و سیستم‌های حاصلخیزی خاک نشان داد که بیشترین مقدار پالمیتیک اسید دانه تحت شرایط آبیاری مطلوب از تیمارهای شیمیایی (اوره) و تلفیقی (اوره+کود دامی) به‌ترتیب ۸/۲۹ و ۸/۱۴ درصد برای سال نخست و ۱۰/۰۶ و ۹/۷۹ درصد برای سال دوم به‌دست آمد (شکل ۳-b). در هر دو سال آزمایش تیمارهای آلی ترکیبی در مقایسه با شیمیایی و تلفیقی در هر سه رژیم آبیاری دارای اسیدهای چرب اشباع کمتری بودند (شکل ۳-b و c). به نظر می‌رسد دلیل اصلی کمتر بودن درصد اسیدهای چرب اشباع در تیمارهای آلی نسبت به تیمارهای شیمیایی و تلفیقی استفاده از کمپوست‌های فرآوری شده است که با فراهمی بیشتر نیتروژن تا انتهای فصل سبب افزایش طول دوره رشد گیاه و دیررس شدن آن می‌شود [۱۶]. به‌طور کلی مصادف شدن رسیدگی دانه با دماهای کمتر باعث کاهش میزان اسیدهای چرب اشباع و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود [۲۵].

و استئاریک اسید کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر رهاسازی مناسب نیتروژن از تیمارهای آلی ترکیبی و دردسترس بودن آن به هنگام نیاز گیاه و همچنین متعادل بودن عناصر غذایی به دلیل حضور عناصر ریزمغذی از یک سو و بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک از سوی دیگر ضمن ایجاد بستر مناسب برای رشد و فتوسنتز باعث تداوم رشد گیاه و دیررسی آن و مواجه شدن با دماهای خنک‌تر شده و اسیدهای چرب غیراشباع افزایش یافته است. در همین زمینه گزارش شده است که میان میزان اسیدچرب غیراشباع و میانگین حداقل دمای روزها، در حین دوره از گل‌دهی تا برداشت، رابطه بالایی وجود دارد [۱۶]. هنگامی که دما، به ویژه در شب، در دوره رشد زایشی گیاه کاهش یافت، درصد لینولئیک و اولئیک اسید افزایش یافت [۲۵]. به‌طور کلی کاربرد کودهای آلی و مدیریت تغذیه ارگانیک از روش‌های مؤثر برای بهبود تولید گیاهان زراعی از جنبه کیفی و کمی است [۱۸].

پالمیتیک اسید و استئاریک اسید در میان اسیدهای چرب اشباع آفتابگردان بیشترین میزان را دارا هستند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اسیدهای چرب اشباع در سال نخست آزمایش نشان داد که اثر سیستم‌های مختلف حاصلخیزی خاک در سطح ۱ درصد و تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و اثر متقابل عوامل در سطح ۵ درصد بر مقدار پالمیتیک اسید معنادار است (جدول ۳). همچنین تأثیر سیستم‌های حاصلخیزی خاک و رژیم‌های آبیاری در سطح ۱ درصد بر میزان استئاریک اسید دانه معنادار بود ولی اثر متقابل عوامل بر این صفت معنادار نبود (جدول ۳). نتایج حاصل از این پژوهش در سال دوم آزمایش بیانگر تأثیر معنادار سیستم‌های حاصلخیزی خاک، رژیم‌های آبیاری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان پالمیتیک و استئاریک اسید بذر بود (جدول ۳).

آیدین خدایی جوقان و همکاران



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری با تیمارهای کودی برای درصد اسید لینولئیک (شکل a)، پالمیتیک (شکل b) و استئاریک (شکل c)، دانه آفتابگردان به روش برش‌دهی. میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر رژیم آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنادار ندارند.

۴. نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در بین سیستم‌های مختلف حاصلخیزی خاک بهترین روش تأمین نیاز نیتروژنی گیاه آفتابگردان و به‌دست آوردن عملکرد مطلوب به‌کارگیری سیستم آلی ترکیبی است. همچنین، در بین روش‌های آلی ترکیبی بهترین عملکرد را می‌توان از کاربرد توأم زئوپونیکس و ورمی‌کمپوست به‌دست آورد. از طرف دیگر با کاربرد منابع آلی دارای زئولیت بیشتر (زئوکمپوست و زئوپونیکس) می‌توان آثار کاهش عملکرد در شرایط تنش کم‌آبی را جبران کرد. حضور زئولیت در کودهای آلی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و افزایش فراهمی عناصر غذایی باعث تولید عملکرد مناسب تحت شرایط تنش می‌شود. به‌علاوه تنش ملایم و شدید خشکی باعث کاهش درصد روغن و افزایش میزان پروتئین دانه آفتابگردان شد. اگرچه بیشترین درصد پروتئین دانه از تیمار شیمیایی و کاربرد کود اوره به‌دست آمد، با این حال در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین درصد روغن از کاربرد منابع آلی دارای ورمی‌کمپوست حاصل شد. همچنین، در شرایط تنش کم‌آبی بیشترین درصد روغن دانه از تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر (زئوپونیکس و زئوکمپوست) به‌دست آمد. بررسی ترکیب اسیدهای چرب دانه بیانگر آن است که تنش رطوبتی باعث افزایش درصد اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک اسید و استئاریک اسید) و کاهش مقدار اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک اسید و لینولئیک اسید) شد. کاربرد سیستم حاصلخیزی آلی با افزایش میزان اسیدچرب لینولئیک و اولئیک دانه سبب افزایش کیفیت روغن دانه آفتابگردان شد که در شرایط آبیاری مطلوب کودهای آلی دارای ورمی‌کمپوست و در شرایط تنش کم‌آبی کودهای آلی دارای زئولیت دارای مزیت بودند.

منابع

1. Abalos D, Jeffery S, Sanz-Cobena A, Guardia G and Vallejo A (2014) Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 189: 136-144.
2. Arancon NQ, Edwards CA, Dick R and Dick L (2007) Vermicompost tea production and plant growth impacts. *Biocycle*. 48(11): 51-52.
3. Ayan S, Yahyaoglu Z, Gerçek V and Şahin A (2008) Utilization of Zeolite as a Substrate for Containerized Oriental Spruce (*Picea orientalis* L.(Link.)) Seedlings Propagation. *Acta Horticulture*. 779: 583-590.
4. Basso B and Ritchie JT (2005) Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6-year maize-alfalfa rotation in Michigan. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 108(4): 329-341.
5. Basu M, Bhadoria P and Mahapatra S (2008) Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. *Bioresource Technology*. 99(11): 4675-4683.
6. Camara K, Payne W and Rasmussen P (2003) Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agronomy Journal*. 95(4): 828-835.
7. Damodaran T and Hegde DM (2007) Oilseeds situation: a statistical compendium. Directorate of Oilseed Research, Hyderabad. pp 188.
8. Dwivedi S, Nigam S, Jambunathan R, Sahrawat K, Nagabhushanam G and Raghunath K (1993) Effect of genotypes and environments on oil content and oil quality parameters and their correlation in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut science*. 20(2): 84-89.

9. Eghbal B, Wienhold B and Gilley J (2001) Intensive manure management for improved nutrient utilization and environment quality. *Soil and Water Conservation Research* 1: 128-135.
10. FAO (2014) FAOSTAT database collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Access date: 2014-07-22. URL: <http://faostat.fao.org>
11. Flagella Z, Rotunno T, Tarantino E, Di Caterina R and De Caro A (2002) Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*. 17(3): 221-230.
12. Garg P, Gupta A and Satya S (2006) Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource Technology*. 97(3): 391-395.
13. Ghani A and Hussain M (2000) Interactive effect of nitrogen and water stress on leaf area of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3: 989-990.
14. Gholamhoseini M, AghaAlikhani M, Sanavy SM and Mirlatifi S (2013) Interactions of irrigation, weed and nitrogen on corn yield, nitrogen use efficiency and nitrate leaching. *Agricultural Water Management*. 126: 9-18.
15. Gholamhoseini M, Ghalavand A, Khodaei-Joghan A, Dolatabadian A, Zakikhani H and Farmanbar E (2013) Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. *Soil & Tillage Research*. 126: 193-202.
16. Gryndler M, Sudová R, Püschel D, Rydlová J, Janoušková M and Vosátka M (2008) Cultivation of high-biomass crops on coal mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? *Bioresource Technology*. 99(14): 6391-6399.
17. Machekposhti MF, Shahnazari A, Ahmadi MZ, Aghajani G and Ritzema H (2017) Effect of irrigation with sea water on soil salinity and yield of oleic sunflower. *Agricultural Water Management*. 188: 69-78.
18. Meng F, Qiao Y, Wu W, Smith P and Scott S (2017) Environmental impacts and production performances of organic agriculture in China: A monetary valuation. *Journal of environmental management*. 188: 49-57.
19. Mohanty S, Paikaray NK and Rajan AR (2006) Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.)–corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*. 133(3): 225-230.
20. Petcu E, Arsintescu A and Stanciu D (2001) The effect of drought stress on fatty acid composition in some Romanian sunflower hybrids. *Romanian Agricultural Research*. 15: 39-43.
21. Rathke G-W, Behrens T and Diepenbrock W (2006) Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 117(2): 80-108.
22. Salehi A, Tasdighi H and Gholamhoseini M (2016) Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic fertilizer treatments. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 6(10): 886-891.
23. Sarmiento C, Garcés R and Mancha M (1998) Oleate desaturation and acyl turnover in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed lipids during rapid temperature adaptation. *Planta*. 205(4): 595-600.
24. Vakilian KA and Massah J (2017) A farmer-

تأثیر تیمارهای کودی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه و ویژگی‌های کیفی دانه آفتابگردان

- assistant robot for nitrogen fertilizing management of greenhouse crops. Computers and Electronics in Agriculture. 139: 153-163.
25. Zheljazkov VD, Vick BA, Baldwin BS, Buehring N, Coker C, Astatkie T and Johnson B (2011) Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. Industrial Crops and Products. 33(2): 537-543.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

Effect of fertilizer treatments and irrigation regimes on seed yield and seed quality characteristics of sunflower

Aydin Khodaei Joghani¹, Majid Aghaalikhan², Majid Gholamhoseini³, Reza Ataei³, Ali Sorooshzadeh², Amir Ghalavand^{4}*

1. Assistant Professor, Plant Production and Genetics Department, Agriculture Faculty, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Khuzestan, Iran
2. Associate Professor, Agronomy Department, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4. Professor, Agronomy Department, Agriculture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: July 3, 2017

Accepted: July 30, 2017

Abstract

The current study was conducted to investigate the effects of different soil fertility treatments on qualitative and quantitative yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under different irrigation regimes. The experiment was conducted in Tarbiat Modares University research field at 2012 and 2013 growing season. Treatments were arranged as split plots based on a randomized complete block design with three replicates. Irrigation regimes, (irrigation after consuming 30% (I1), irrigation after consuming 50% (I2) and irrigation after consuming 70% (I3) of available soil moisture) were randomly assigned to the main plots and the subplots were eight different fertilizer types (providing 100% of plant nitrogen requirement from urea as chemical fertilizer (F1), combination of chemical fertilizer and cattle manure (F2), zeocompost (F3), vermicompost (F4), zeoponix (F5), combination of zeocompost and vermicompost (F6) combination of zeocompost and zeoponix (F7), combination of vermicompost and zeoponix (F8)). The results indicated that the maximum seed yield was obtained in normal irrigation treatment (irrigation after consuming 30% of available soil moisture). Under water deficit stress conditions (irrigation after consuming 50 and 70% of available soil moisture), organic treatments amended with more zeolite (zeocompost, zeoponix and zeocompost + zeoponix) improved seed yield. Under severe water deficit stress condition (I3), zeolite-amended organic treatments (zeocompost, zeoponix and zeocompost + zeoponix) increased seed oil percentage by 8, 9 and 13 percent in the first year and by 13, 10 and 12 percent in the second year of the experiment in comparison with chemical treatment (F1). In addition, organic treatments improved oil quality through increasing linoleic and oleic acid percentage. Overall, the results suggest that combined application of processed organic fertilizers such as vermicompost, zeocompost and zeoponix not only increases sunflower seed yield and oil quality but also reduces chemical fertilizers need in sunflower production.

Keywords: nitrogen, vermicompost, water deficit stress, zeocompost, zeoponix.