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

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

آیدین خدایی جوقان[۱]، مجید آقاعلیخانی[۲]، مجید غلامحسینی[۳]، رضا عطایی[۳]، علی سروش‌زاده[۲]، امیر قلاوند[۴] *

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

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۸

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بر عملکرد و صفات کیفی آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) رقم آذرگل، تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری، در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، به‌صورت 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 توسعهٔ ریشه، به‌عنوان عامل اصلی و هشت تیمار کودی شامل تأمین کامل نیتروژن گیاه ازطریق کود شیمیایی اوره، کود شیمیایی اوره+کود دامی، زئوکمپوست ورمی‌کمپوست، زئوپونیکس، زئوکمپوست + ورمی‌کمپوست، زئوکمپوست + زئوپونیکس، ورمی‌کمپوست + زئوپونیکس، عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب (آبیاری پس از مصرف ۳۰ درصد رطوبت قابل استفاده) بیشینهٔ عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین صفت بررسی شده از تیمارهای آلی ترکیبی به‌دست آمد. در شرایط تنش کم‌آبی (آبیاری پس از مصرف ۵۰ و ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده) تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر (زئوکمپوست، زئوپونیکس و زئوکمپوست + زئوپونیکس) عملکرد دانهٔ 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، زئوپونیکس و زئوکمپوست + زئوپونیکس در مقایسه با تیمار شیمیایی به‌ترتیب درصد روغن را ۸، ۹ و ۱۳ درصد در سال نخست ۱۳، 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 دانهٔ آفتابگردان شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با کاربرد ترکیبی کودهای آلی فرآوری شده مانند ورمی‌کمپوست، زئوکمپوست و زئوپونیکس در زراعت آفتابگردان علاوه بر تولید محصولی سالم با عملکردی قابل قبول، می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را نیز کاهش داد.

کلیدواژه‌ها: تنش کم آبی، زئوپونیکس، زئوکمپوست، نیتروژن، ورمی‌کمپوست.

* نویسنده مسئول
Email: ghalavaa@modares.ac.ir

www.SID.ir

۱. مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی به شمار می‌روند [۷] . کنجالهٔ حاصل از فرایند صنعتی تولید روغن به‌لحاظ سرشار بودن از پروتئین یکی از اقلام مهم تغذیهٔ دام، طیور و آبزیان محسوب می شود. مزیت‌های نسبی آفتابگردان در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان دانه روغنی طول دورهٔ 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 به‌دلیل 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 به‌منظور حصول عملکرد بالا و باکیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیهٔ گیاه است که با تأثیرگذاری بر طول دورهٔ 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 این‌حال اطلاعات اندکی دربارهٔ برهمکنش آب با منابع مختلف کودی تأمین کنندهٔ نیتروژن به ویژه بر عملکرد کیفی آفتابگردان در دست است. براساس آخرین گزارش های 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 به‌منظور تأمین حاصلخیزی خاک، باعث شده است که چرخهٔ 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 موردنیاز کشاورزی در دستگاه های 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 به‌دنبال 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 (به‌ویژه نیتروژن) مورد نیاز گیاه، باید به‌نحوی باشد که این عناصر تا حد امکان در سیستمی بسته جریان داشته باشند [۴]. بدین‌منظور لازم است نه تنها مصرف این عناصر از منابع شیمیایی را کاهش داد، بلکه از تلفات آن ها 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 به‌وسیلهٔ 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 تنظیم‌شده، سرشار از مواد هومیک و

Archive of SID
www.SID.ir

عناصر غذایی به فرم قابل‌جذب برای گیاه، دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های محرک رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف است [۲و۱۲]. کمپوست زئولیتی نیز ماده‌ای است که از تلفیق زئولیت با کود دامی و در طی فرایند کمپوست‌سازی آن به‌دست 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 به‌دلیل تغذیهٔ طیور از دانه‌های گیاهی مانند گندم، جو و ذرت از نظر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد از غنی‌ترین کودها بوده و می‌تواند به‌طور مؤثری در تأمین نیاز غذایی گیاهان مفید باشد. زئوپونیکس که ترکیبی از زئولیت و کود مرغی است، علاوه بر داشتن ویژگی‌های تغذیه ای کود مرغی، به‌دلیل حضور زئولیت در آن از اثرگذاری بیشتری برخوردار بوده و می توانند به‌عنوان منبع آلی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن استفاده شود. پس از پایان هر دورهٔ پرورش مرغ، به‌علت اشباع بودن زئوپونیکس از آمونیاک و سایر کاتیون‌های موجود در کود مرغی، زئوپونیکس برای استفاده، کود آلی مناسبی بوده و ارزش افزودهٔ بسیاری دارد. هدف این پژوهش، مقایسهٔ سامانه‌های متداول و ارگانیک کشاورزی از نظر تأثیرگذاری بر عملکرد کمّی و کیفی آفتابگردان در رژیم‌های مختلف آبیاری است.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایشی طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقهٔ عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقهٔ 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 به‌صورت 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 توسعهٔ ریشه (I1- آبیاری مطلوب)، آبیاری پس از مصرف ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعهٔ ریشه (I2- تنش ملایم) و آبیاری پس از مصرف ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعهٔ ریشه (I3- تنش شدید)، کرت‌های اصلی و تعداد هشت تیمار کودی شامل تأمین کامل نیتروژن گیاه ازطریق 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.

جدول ۱. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

(۱)

× درصد نیتروژن کود =مقدار N مورد نیاز از کود آلی

وزن خشک کود آلی×درصد نتیروژن در دسترس

برای تعیین سطوح مختلف آبیاری، برنامهٔ زمان‌بندی آبیاری براساس درصد تخلیهٔ آب دردسترس خاک در منطقهٔ ریشه تنظیم شد [۱۲]. مقدار آب خاک با استفاده از دستگاه انعکاس‌سنجی زمانی (TDR) در عمق توسعهٔ ریشه (۸۰ سانتی‌متر) تعیین شد [۱۵]. قبل از شروع آزمایش از منحنی‌های کالیبراسیون برای تعیین رابطهٔ 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 به‌دست آمده و رابطهٔ (۲) درصد تخلیه آب دردسترس خاک در منطقهٔ مؤثر ریشه ارزیابی شد:

$$\text{حداکثر تخلیهٔ مجاز (٪)} = \frac{FC - \theta}{FC - PWP} \qquad (۲)$$

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مصرف شده

کود	ورمی‌کمپوست	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

Archive of SID
www.SID.ir

در این رابطه FC_i رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، θ رطوبت قبل از آبیاری و PWP رطوبت خاک در نقطهٔ 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 تخلیهٔ 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 به‌وسیلهٔ وجین‌کار دستی انجام گرفت و از علف‌کش استفاده نشد. برای جلوگیری از خسارت گنجشک، بعد از اتمام گرده‌افشانی، طبق‌ها به‌وسیلهٔ پاکت کاغذی به‌طور کامل پوشانده شدند.

بوته‌های برداشت شده به دو قسمت دانه و کاه تقسیم شد و در آون ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. عملکرد دانه براساس 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 تجزیهٔ واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایشی انجام شد. تجزیهٔ داده‌ها برای صفات مختلف به‌صورت جداگانه در هر سال با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ انجام گرفت. در این تحقیق برای مقایسهٔ میانگین‌های آثار اصلی از آزمون LSD در سطح ۵درصد و برای مقایسهٔ میانگین آثار متقابل از روش برش‌دهی استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیهٔ 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 ۱درصد بر عملکرد دانهٔ آفتابگردان معنادار است (جدول ۳). با توجه به معنادار بودن اثر متقابل بین تیمارها، از تفسیر نتایج اصلی صرف‌نظر 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 F8، F7، F6 به مقدار به‌ترتیب ۲۶۲۷، ۲۴۴۰ و ۲۶۰۴ کیلوگرم در هکتار برای سال نخست و ۲۳۲۹، ۲۱۸۷ و ۲۲۰۸ کیلوگرم در هکتار برای سال دوم به‌دست آمد (شکل ۱). کمترین عملکرد دانه از تیمارهای شیمیایی و تلفیقی F1 و F2 به مقادیر ۱۵۸۲، ۱۶۵۱ (به‌ترتیب در سال ۱۳۹۱) و ۱۴۵۰، ۱۵۵۳ (به‌ترتیب در سال ۱۳۹۲) به‌دست آمد (شکل ۱). نیتروژن عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان و عنصر اصلی افزایش‌دهندهٔ عملکرد است [۶]. تغییر در فراهمی نیتروژن عملکرد گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقدار نیتروژن دردسترس در طول فصل رشد، بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مهم بوده و بنابراین بر عملکرد تأثیر مستقیم دارد [۲۴]. به‌نظر 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 می انجامد و رهاسازی تدریجی این عنصر در تطابق بیشتر با نیتروژن دردسترس 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 مادهٔ آلی، مقدار فسفر دردسترس خاک

Archive of SID
www.SID.ir

به علت کلات کردن کاتیون‌های چند ظرفیتی توسط اسیدهای آلی افزایش می‌یابد [۱۹]. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانهٔ آفتابگردان تحت شرایط مطلوب آبیاری از تیمارهای آلی ترکیبی حاصل شد (شکل ۱). استفادهٔ ترکیبی از منابع آلی به‌دلیل 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. زئوپونیکس از نظر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم بسیار غنی است (جدول ۲) و آزادسازی سریع نیتروژن از زئوپونیکس در ابتدای فصل موجب رشد و استقرار اولیه سریع گیاهان شده و در ادامه فصل ورمی‌کمپوست به‌صورت 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 زئوپونیکس و ورمی‌کمپوست بدست آمده است.

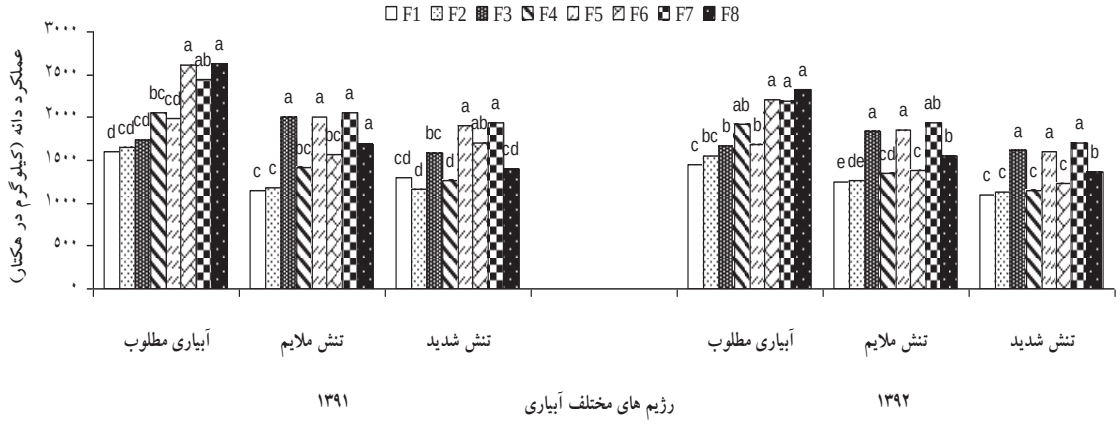
در هر دو سال آزمایش بیشترین عملکرد دانه تحت شرایط تنش ملایم (I2) و شدید (I3) از تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر F7، F5، F3 و کمترین آن از تیمارهای شیمیایی (F1) و تلفیقی (F2) به‌دست آمد (شکل ۱).

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

سال ۱۳۹۱ / منابع تغییرات†	درجهٔ آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	استئاریک اسید	پالمتیک اسید
		میانگین مربعات						
تکرار	۲	۱۹۰۳۹۶/۴۶^{ns}	۴۷۶/۷۳**	۹/۱۲^{ns}	۸/۲۷^{ns}	۰/۷۵^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۵/۳۵^{ns}
آبیاری	۲	۲۰۶۹۸۸۴/۲۲**	۸۶/۰۵**	۹۶/۴۰*	۱۳/۷۴^{ns}	۷۳/۹۵**	۱۱/۲۶**	۷۸/۶۳*
خطا a	۴	۷۳۰۸۸/۶۴	۲/۷۶	۵/۳۹	۳/۰۹	۲/۸۵	۰/۴۱	۱/۳۸
کود	۷	۸۲۲۷۱۳/۵۷**	۱۷/۱۸**	۱۰/۷۱*	۱۱/۰۷**	۱۶/۳۴**	۳/۹۶**	۱۳/۲۷**
آبیاری × کود	۱۴	۱۹۴۱۱۸/۸۴**	۱۰/۲۹**	۸/۴۵*	۲/۲۵^{ns}	۶/۰۲**	۰/۱۹^{ns}	۳/۰۶*
خطا b	۴۲	۵۴۱۲۶/۶۷	۲/۳۶	۳/۰۷	۱/۹۴	۱/۴۶	۰/۲۸	۱/۲۹
ضریب تغییرات(٪)		۱۳/۳	۳/۵	۸/۱	۴/۹۰	۲/۰۸	۱۴/۹۲	۱۳/۹۰
سال ۱۳۹۲ / منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	استئاریک اسید	پالمتیک اسید
		میانگین مربعات						
تکرار	۲	۴۷۹۱۴/۹۲^{ns}	۲/۶۳^{ns}	۴/۵۵^{ns}	۱۳/۷۷^{ns}	۱۳/۲۰^{ns}	۲/۴۶*	۰/۷۲^{ns}
آبیاری	۲	۱۶۳۲۸۰۳/۰۲**	۱۱۹/۳۹**	۲۲۱/۱۴*	۱۵/۶۹^{ns}	۱۶۶/۱۷*	۳/۴۱**	۸۹/۸۲**
خطا a	۴	۳۹۰۹۱/۵۵	۲/۸۹	۱۵/۸۶	۳/۴۷	۸/۸۰	۰/۰۷	۰/۸۳
کود	۷	۴۸۰۵۹۹/۸۶**	۲۹/۰۶*	۳۰/۲۸**	۵۴/۲۸**	۴۹/۵۲**	۳/۴۸**	۵۵/۴۵**
آبیاری × کود	۱۴	۱۴۲۷۹۱/۵۹**	۱۰/۶۲**	۷/۵۸^{ns}	۱۴/۳۳^{ns}	۲۶/۹۰**	۰/۴۰**	۶/۲۷**
خطا b	۴۲	۲۸۱۴۸/۳۱	۲/۰۹	۷/۶۴	۳/۰۸	۳/۱۸	۰/۰۷	۰/۶۹
ضریب تغییرات(٪)		۱۰/۵	۳/۳	۱۲/۲۶	۵/۴	۳/۱۷	۱۰/۳۰	۱۱/۳۳

†: ns، *و ** به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

Archive of SID
www.SID.ir



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

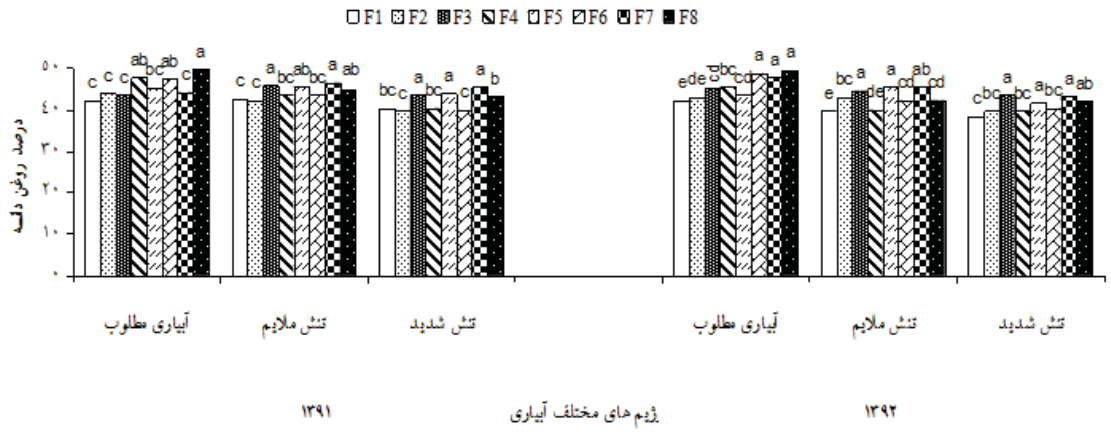
تیمارهای آلی زئولیتی علاوه بر فراهمی مناسب عناصر برای گیاه سبب دسترسی بهتر به آب در طول فصل رشد شده‌اند. زئولیت‌ها به‌دلیل داشتن تخلخل و ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و ساختار کریستالی‌شان قادرند بیش از ۶۰ درصد وزن خود آب را نگهداری کنند که این آب ذخیره‌شده در شبکه به‌تدریج جذب گیاه می‌شود. استفاده از زئولیت در فرایند کمپوست‌سازی کودهای آلی منجر به حفظ و نگهداری بهتر عناصر غذایی گشته و در طول دورهٔ رشد به‌صورت 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 زئولیت های طبیعی 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 دانهٔ آفتابگردان در سطح احتمال ۱درصد 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 طوری‌که غلظت روغن در این تیمارها ۱۲، ۱۱ و ۱۶ درصد بیشتر از تیمار

www.SID.ir
Archive of SID

شیمیایی (F1) بود (شکل ۲). رهاسازی آهستهٔ نیتروژن از ورمی‌کمپوست و دردسترس بودن آن به هنگام نیاز گیاه و همچنین متعادل بودن عناصر غذایی به‌دلیل 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 مقایسهٔ 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 ورمی‌کمپوست 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 به‌دست آمد (شکل ۲). چنین استنباط می شود که با مصرف کودهای آلی دورهٔ پر شدن دانه، طولانی‌تر گشته و به‌علت دوام سطح برگ بیشتر، درصد روغن دانه در تیمارهای آلی از شیمیایی بیشتر است. در هر دو سال آزمایش در شرایط تنش ملایم و شدید رطوبتی بیشترین درصد روغن دانه از تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر (F3،F5،F7) به‌دست آمد (شکل ۲). در شرایط تنش شدید خشکی، این مقدار در سال نخست آزمایش به ترتیب ۸، ۷ و ۱۲ درصد و در سال دوم ۷، ۱۱ و ۹ درصد بیشتر از تیمار شیمیایی بود. تیمارهای آلی زئولیتی علاوه بر برخوردار بودن از مزایای کودهای آلی، به دلیل داشتن زئولیت، در شرایط تنش خشکی مقدار روغن بیشتری در دانه ذخیره کرده‌اند. با وجود زئولیت آب بیشتری برای جذب گیاه فراهم می‌شود و در واقع توازن رطوبت در محیط ریشه به‌دلیل توانایی زئولیت در جذب آب بیشتر است. همچنین ریشه به خوبی قادر به رشد در محیط زئولیت است و جذب کافی عناصر انجام می‌شود. در نتیجه رشد و عملکرد گیاه افزایش یافته و با طولانی شدن دورهٔ رشد گیاه روغن دانه نیز افزایش می‌یابد [۳].



شکل ۲. مقایسهٔ 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 ۵درصد اختلاف معنادار ندارند.

www.SID.ir

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 داده ها 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 ۵درصد و در سال دوم در سطح احتمال ۱درصد اثر معناداری بر مقدار پروتئین دانه داشت (جدول ۳). مقایسهٔ 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 زئوکمپوست+ورمی‌کمپوست (F8) به‌دست آمده است (جدول ۴). در ارتباط با اثر آبیاری نیز مشخص شد که میزان پروتئین بذور آفتابگردان در شرایط تنش ملایم و شدید کم‌آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب به‌ترتیب ۱۰ و ۱۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). مشابه با همین روند در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد. چنین استنباط می شود که نیتروژن جذب شده در تیمارهای شیمیایی به‌مقدار کمتری صرف رشد رویشی شده و به‌میزان بیشتری هنگام پر شدن دانه به دانه انتقال یافته است. کود اوره سرک که در آغاز دورهٔ زایشی به آفتابگردان داده شد، در تیمارهای تغذیه شیمیایی در هنگام پر شدن دانهٔ تأمین کنندهٔ منبع نیتروژن، برای ساخت پروتئین دانه بود. کود شیمیایی با داشتن یون نیترات به‌مقدار فراوان و قابلیت دسترسی سریع برای گیاه، سبب وجود نیتروژن آزاد بیشتر در بافت گیاه و انتقال آن در مرحلهٔ زایشی به دانه پس از اعمال کود سرک در این مرحله شده که به تولید دانه‌هایی با درصد پروتئین بالاتر منجر شده است.

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

تیمارهای آزمایش†	درصد پروتئین		اولئیک اسید (درصد)		استئاریک اسید (درصد)
آبیاری (پس از مصرف)	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۱
آبیاری مطلوب (I1)	۱۹/۰b	۱۹/۷c	۳۱/۷۶a	۲۹/۰۲a	۲/۹۰c
تنش ملایم (I2)	۲۳/۹a	۲۱/۶b	۳۰/۹۱ab	۲۸/۶۵ab	۳/۵۸b
تنش شدید (I3)	۲۴/۶a	۲۳/۵a	۳۰/۱۴b	۲۷/۵۶b	۴/۲۷a
کود					
اوره(F1)	۲۵/۷a	۲۳/۲ab	۲۸/۴۳cd	۲۷/۷۹de	۴/۷۳a
اوره + کود دامی (F2)	۲۴/۶ab	۲۲/۱a	۲۹/۶۴c	۲۶/۷۸e	۴/۳۲a
کمپوست زئولیتی (F3)	۲۱/۶cd	۲۱/۵b	۲۹/۷۸c	۲۸/۴۳bcd	۳/۷۴b
ورمی‌کمپوست (F4)	۲۱/۷cd	۲۱/۴b	۲۷/۴۷d	۲۷/۴۵de	۳/۶۹bc
زئوپونیکس (F5)	۲۱/۳cd	۲۱/۲bc	۳۱/۷۴b	۲۸/۰۸cde	۲/۹۵d
زئوکمپوست +ورمی‌کمپوست (F6)	۲۰/۶d	۱۹/۶c	۳۲/۶۶ab	۳۰/۰۸a	۳/۱۵d
زئوکمپوست + زئوپونیکس (F7)	۲۲/۹bc	۲۱/۷b	۳۳/۸۷a	۲۹/۱۷ab	۲/۹۲d
ورمی‌کمپوست+ زئوپونیکس (F8)	۲۲/۱d	۲۰/۹bc	۳۳/۸۹a	۲۹/۵۲ab	۳/۱۸cd

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

Archive of SID
www.SID.ir

به عبارت دیگر فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه، باعث افزایش تشکیل پیش زمینه‌های پروتئین‌دار می‌شود و رقابت مواد اولیه (کربوهیدرات‌ها) را برای تشکیل مواد پروتئینی و یا اسیدهای چرب به سمت تشکیل مواد پروتئینی هدایت می‌کند. یون‌های آمادهٔ نیترات موجود در کود شیمیایی به سرعت به دانه منتقل می شود و درصد پروتئین دانه را افزایش می دهد [۱ و ۱۳]. علاوه بر این، بیشتر بودن درصد پروتئین در شرایط تنش رطوبتی می‌تواند با کاهش طول دورهٔ رشد و نمو مرتبط باشد که سبب کاهش نسبت درصد روغن به پروتئین و درنتیجه 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 اسکلت های کربنی طی سوخت‌وساز کربوهیدرات ها است. سنتز اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه هر دو به اجزای کربنی که از تجزیهٔ کربوهیدرات‌ها حاصل می‌شوند، احتیاج دارند [۲۱]، از آنجایی‌که 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 نتیجهٔ 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 هریک 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 ۱درصد بر این صفت معنادار بود (جدول ۳). بیشترین مقدار لینولئیک اسید دانه تحت شرایط تنش ملایم (I2) و شدید (I3) از تیمارهای آلی دارای زئولیت بیشتر F7، F5، F3 و کمترین آن از تیمارهای شیمیایی (F1) و تلفیقی (F2) بدست آمد (شکل ۳-a). تیمارهای آلی زئولیتی مقدار مناسبی از عناصر غذایی و آب را در طول فصل رشد در اختیار گیاه قرار داده‌اند و علاوه بر افزایش دورهٔ رسیدگی، با کاهش دمای میکروکلیمای مزرعه (به‌دلیل 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 می یابد. 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 دربارهٔ 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 (I1) 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 (I1) ۵درصد برای سال نخست و ۶درصد برای سال دوم اجرای آزمایش بود. همچنین تیمارهای آلی ترکیبی F6،F7، F8 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 طولانی‌مدت، ناشی از کاربرد کودهای آلی، افزایش و میزان اسیدهای چرب اشباع مانند پالمتیک اسید

Archive of SID
www.SID.ir

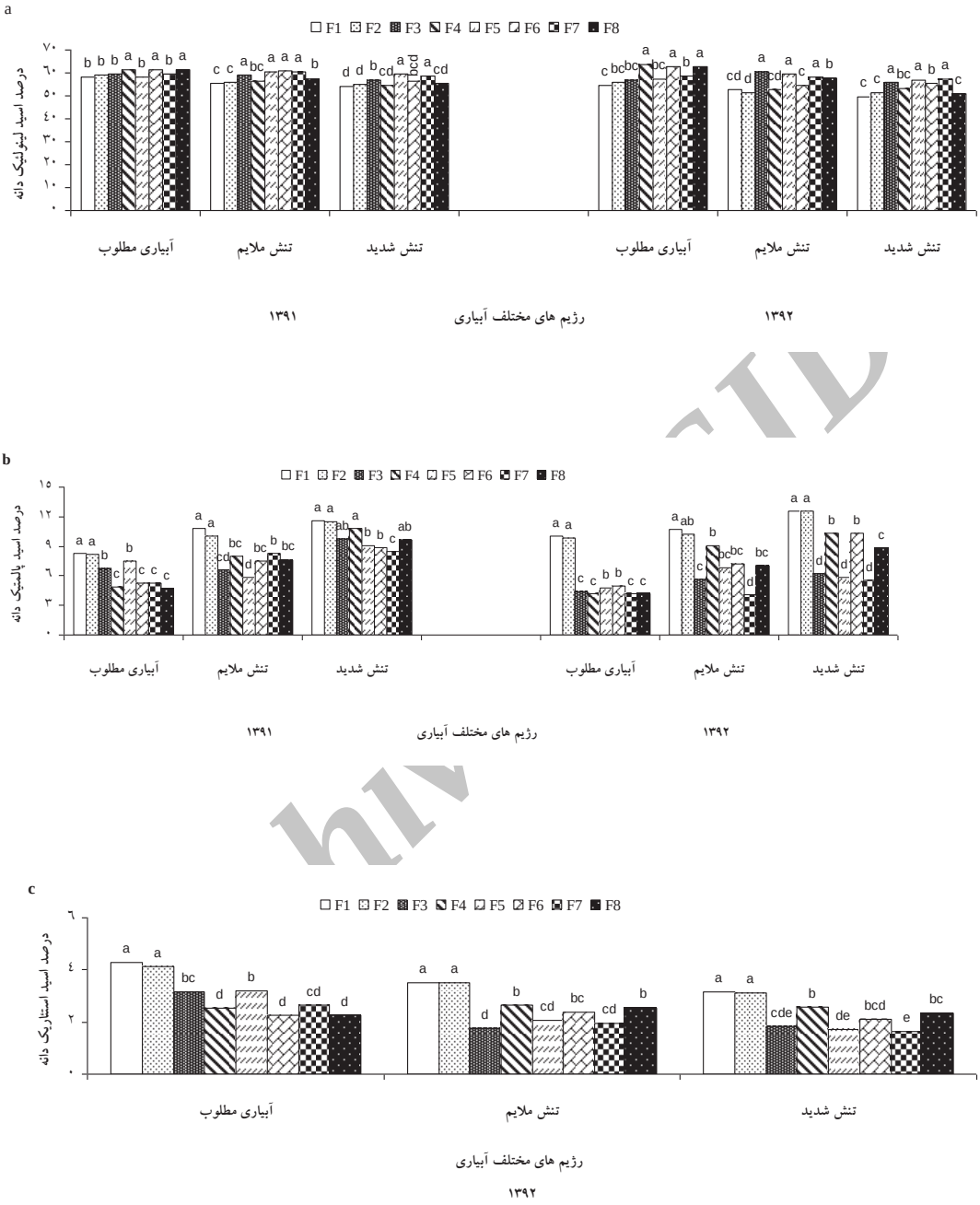
و استئاریک اسید کاهش می یابد. به عبارت دیگر رهاسازی مناسب نیتروژن از تیمارهای آلی ترکیبی و دردسترس بودن آن به هنگام نیاز گیاه و همچنین متعادل بودن عناصر غذایی به‌دلیل حضور عناصر ریزمغذی از یک سو و بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک از سوی دیگر ضمن ایجاد بستر مناسب برای رشد و فتوسنتز باعث تداوم 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 دورهٔ از گل‌دهی تا برداشت، رابطهٔ بالایی وجود دارد [۱۶]. هنگامی که دما، به ویژه در شب، در دورهٔ رشد زایشی گیاه کاهش یافت، درصد لینولئیک و اولئیک اسید افزایش یافت [۲۵]. به طور کلی کاربرد کودهای آلی و مدیریت تغذیهٔ ارگانیک از روش‌های مؤثر برای بهبود تولید گیاهان زراعی از جنبهٔ کیفی و کمّی است [۱۸].

پالمتیک 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 ۱درصد و تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و اثر متقابل عوامل در سطح ۵درصد بر مقدار پالمتیک اسید معنادار است (جدول ۳). همچنین تأثیر سیستم‌های حاصلخیزی خاک و رژیم‌های آبیاری در سطح ۱درصد 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 پالمتیک و استئاریک اسید بذر بود (جدول ۳).

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 (I1) به دست آمد، به‌طوری که در سال نخست بیشترین مقدار اسید چرب پالمتیک (۹/۹۶ درصد) و استئاریک (۴/۲۷ درصد) از تیمار خشکی شدید و کمترین میزان اسیدچرب پالمتیک (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 دورهٔ رشد گیاه و زودرس شدن آن سبب رسیدگی دانه در دماهای بالاتر شده و این امر سبب افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع‌شده می‌شود.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری و سیستم‌های حاصلخیزی خاک نشان داد که بیشترین مقدار پالمتیک 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 دورهٔ رشد گیاه و دیررس شدن آن می‌شود [۱۶]. به طور کلی مصادف شدن رسیدگی دانه با دماهای کمتر باعث کاهش میزان اسیدهای چرب اشباع و افزایش اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود [۲۵].

Archive of SID
www.SID.ir



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

www.SID.ir

۴. نتیجه‌گیری

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 دانهٔ 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 (پالمتیک 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 دانهٔ آفتابگردان شد که در شرایط آبیاری مطلوب کودهای آلی دارای ورمی‌کمپوست و در شرایط تنش کم آبی 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.

Archive of SID
www.SID.ir

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-

Archive of SID
www.SID.ir

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.

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 Joghan[1], Majid Aghaalikhani[2], Majid Gholamhoseini[3], Reza Ataei[3], Ali Sorooshzadeh[2], 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**

of SID

Abstract

The current study was conducted to investigate the effects of different soil fertility treatments on qualitative and quantitative yield of sunflower (*Helianthus annus* 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.

Corresponding Author: ghalavaa@modares.ac.ir

www.SID.ir