Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۹۳-۸۱

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 81-93

بررسی امکان تقلیل اثرات تنش آبی در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با استفاده از ورمی‌کمپوست و زئولیت

هنگامه طاهرآموز[۱] و امیر قلاوند[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶

طاهرآموز، ه.، و قلاوند، ا. ۱۳۹۷. بررسی امکان تقلیل اثرات تنش آبی در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با استفاده از ورمی‌کمپوست و زئولیت. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۱): ۹۳-۸۱.

چکیده

به منظور بررسی امکان تقلیل اثر تنش‌کم آبی به کمک ورمی کمپوست و زئولیت (کلینوپتیلولیت) بر برخی خصوصیات کمی و کیفی در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه تربیت مدرس در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجراشد. تیمار تنش‌کم‌آبی در سه سطح، شاهد، S_1: ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی، S_2: ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی و S_3 ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی و چهار تیمار تغذیه تلفیقی شامل شاهد F_1 (۰ درصد ورمی‌کمپوست + تأمین۱۰۰درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره + ۱۷۵ درصد زئولیت)، F_2 (تأمین ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط ورمی‌کمپوست + تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط کود شیمیایی اوره + ۱۵۰ درصد زئولیت)، F_3 (تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط ورمی‌کمپوست + تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره + ۱۲۵ درصد زئولیت) و F_4 (تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط ورمی‌کمپوست + تأمین ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره + ۱۰۰ درصد زئولیت) بود. نتایج آزمایش نشان داد که تنش‌کم آبی (S_2 و S_3) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که سطح اول تنش نسبت به شاهد کاهشی ۳۱ درصدی و نسبت به سطح دوم تنش کاهشی ۵۰ درصدی داشت. همچنین تنش‌کم آبی (S_2 و S_3) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، درصد روغن و عملکرد روغن نسبت به شرایط بدون تنش‌کم آبی‌گردید که با بررسی اثرات متقابل مشاهده شد که این‌کاهش‌ها در تیمار تغذیه تلفیقی، سطح F_4 (S_2F_4 و S_3F_4) نسبت به سه سطح دیگرکمتر بود. در بررسی صفات بیوشیمیایی این نتیجه بدست آمد که تنش خشکی سبب کاهش کلروفیل a ، کلروفیل b، کلروفیل کل و افزایش پرولین شد. در نهایت، می‌توان تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق ورمی‌کمپوست و ۲۵ درصد باقی‌مانده توسط کود شیمیایی اوره به‌همراه ۱۰۰درصد زئولیت را به عنوان بهترین سطح تیمار مورد بررسی، در شرایط تنش‌کم آبیاری در این تحقیق مشخص نمود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تغذیه تلفیقی، درصد روغن، عملکرد، کلروفیل

مقدمه

جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه به‌طور چشمگیری رو به افزایش است و این موضوع، مشکل تأمین مواد غذایی را برای مردم این کشورها حادتر می‌کند. یکی از مؤثرترین روش‌ها در رشد - کشاورزی و تأمین مواد غذایی، حفظ، نگهداری و تقویت خاک است. مواد شیمیایی، کودها و سموم شیمیایی اهمیت زیادی در ازدیاد محصول و حاصلخیزی خاک‌ها دارند، اما هزینه زیاد و نیز تأثیر نامطلوب آن‌ها بر محیط‌زیست و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی منجر به توجه بیشتر به استفاده از روش‌هایی شده است که در آن‌ها نیاز به مصرف مواد شیمیایی‌کم باشد و یا مواد شیمیایی به‌طور کلی استفاده نشوند (Koocheki et al., 2000). از جمله موادی‌که منشأ طبیعی داشته و در سیستم‌های ارگانیک مورد توجه می‌باشند

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
(*- نویسنده مسئول: (Ghalavand_a@yahoo.com
DOI:10.22067/jag.v10i1.50765

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست است. این مواد حاصل از بستر رشد کرم‌های خاکی می‌باشند که پس از دفع از سیستم‌گوارش کرم، در محیط باقی می‌مانند و باعث تأمین مواد غذایی، حفظ و نگهداری عناصر غذایی، تقویت خاک و بهبود خواص فیزیکی خاک و ... می‌شود (Abdoli & Roshani, 2007). در مطالعه‌ای گلخانه‌ای حیدریان پور و همکاران (Heyderianpour et al, 2012) مشاهده نمودند که استفاده از ورمی‌کمپوست (۲۵ درصد خاک گلدان) سبب افزایش میانگین وزن تر و خشک، افزایش جذب K, Fe, Zn,Mn و Cu در مقاسیه با عدم کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) می‌شود.

خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید و این عامل زمانی ایجاد می‌شود که ترکیبی از عوامل محیطی و غیرمحیطی باعث تنش در داخل‌گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش می‌دهند (Khaje poor, 2006). ایران سرزمینی است بسیار خشک با نزولات جوی بسیارکم، درحالی‌که میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین حدود ۸۴۰ میلی‌لیتر تخمین زده می‌شود متوسط بارندگی سالانه در ایران حدود ۲۴۰ میلی‌لیتر است (Alizadeh, 2007). از این‌رو، مطالعه بر روی تنش خشکی، اثرات آن و چگونگی مدیریت و کاهش خسارت ناشی از آن ضروری به نظر می‌رسد.

در کشاورزی و به‌ویژه در زراعت، زئولیت‌های طبیعی‌کاربردهای وسیعی دارند. زئولیت‌ها خانواده بزرگی از کانی‌های آلومینوسیلیکاته را تشکیل می‌دهند که دارای یک شبکه تتراهیدرال از اتم‌های اکسیژن در اطراف اتم‌های آلومینیوم و سیلیس هستند که منتج به ایجاد یک شبکه سه بعدی در این‌کانی می‌شود. ساختمان حاصل به دلیل وجود آلومینیوم در مرکز تتراهیدرال دارای بار منفی است که این بار منفی توسط کاتیون‌های مختلف خنثی می‌گردد. بنابراین، می‌توان گفت که زئولیت‌ها با ساختمان کریستالی خود، مواد متخلخلی هستند که مانند غربال عمل کرده و به دلیل داشتن کانال‌های باز در شبکه خود به‌طور انتخابی اجازه عبور بعضی از یون‌ها را می‌دهند که در نهایت، این امر باعث می‌شود بعضی از انواع زئولیت‌ها به عنوان اصلاح‌کننده به خاک اضافه شده و به بهبود رشد گیاه کمک کنند (Kazemiyan, 2005). در پژوهشی غلامحسینی و همکاران (Gholamhoseini et al., 2007) دریافتند که استفاده از کود آلی به همراه زئولیت سبب بهبود عملکرد و ماده خشک آفتابگردان و همچنین کاهش آبشویی نیترات می‌شود. آفتابگردان زراعی چهارمین زراعت یک‌ساله در جهان است‌که اغلب به خاطر روغن خوراکی آن موردکشت و زرع قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر، سطح زیر کشت آفتابگردان به‌خاطر نیازهای زراعی متوسط، عملکرد روغن زیاد و مقاومت نسبی به تنش‌کم‌آبی‌کوتاه مدت افزایش یافته‌است. با توجه به بافت لوم شنی خاک محل آزمایش (جدول ۱) سعی شد تا با کاربردکود آلی (ورمی‌کمپوست) ساختمان خاک بهبود، و همچنین مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن‌-کاهش داده‌شود از طرفی زئولیت (کلینوپتیلولیت) با داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی نسبتاً خوب (جدول ۴) سبب جذب کاتیون‌ها و جلوگیری از آبشویی آن‌ها می‌شود و همچنین به دلیل جذب بالای آب و عدم تجزیه سریع زئولیت در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت (Kazemiyan, 2005). انتخاب آفتابگردان نیز به دلیل عملکرد روغن زیاد، نیازهای زراعی متوسط و مقاومت نسبی به تنش خشکی و با توجه به نیاز کشور به تولید داخلی روغن انجام گرفت و در نهایت، این پژوهش با هدف بررسی امکان تقلیل اثرات تنش کم آبی با استفاده از ورمی‌کمپوست و زئولیت در گیاه آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی 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 در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌-های‌کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عوامل مورد بررسی عبارت بود از: تیمار تغذیه تلفیقی شامل F_1 (تأمین۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره (معادل ۲۶۰/۸۷۰ کیلوگرم اوره در هکتار) + ۱۷۵ درصد زئولیت[1] (معادل ۱۵۷۵۰ کیلوگرم در هکتار))، F_2 (تأمین ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسطورمی‌کمپوست (معادل ۱۴۲۱/۸۰۱ کیلوگرم در هکتار) + تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط‌کود شیمیایی اوره (معادل ۱۹۵/۶۵۳ کیلوگرم اوره در هکتار) + ۱۵۰ درصد زئولیت (معادل ۱۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار))، F_3 (تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه توسط ورمی‌کمپوست (معادل ۲۸۴۳/۶۰۲ کیلوگرم در هکتار)+ تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره (معادل ۱۳۰/۴۳۵ کیلوگرم اوره در هکتار) + ۱۲۵ درصد زئولیت (معادل ۱۱۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)) و F_4 (تأمین

۱- زئولیت مورد استفاده در این آزمایش از نوع کلینوپتیلولیت بود که از شرکت افرند توسکا واقع در کردان کرج تهیه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از ورمی‌کمپوست (معادل ۴۲۶۵/۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) + تأمین ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره (معادل ۶۵/۲۱۸ کیلوگرم اوره در هکتار) + ۱۰۰ درصد زئولیت توصیه‌شده (معادل ۹۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)) و سه سطح تنش‌کم آبی شامل شاهد S_1: ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی (۵۰ درصد FC[1])، S_2: ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی (۴۰ درصد FC) و S_3: ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی (۳۰ درصد FC) بودند. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری انجام و به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و خصوصیات مربوط به قابلیت دسترسی آب در خاک به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده‌است.

برای اعمال ورمی‌کمپوست، میزان عناصر غذایی این کود تعیین (نتایج تجزیه ورمی‌کمپوست در جدول ۳ آورده شده است) و سپس بر حسب نیاز غذایی آفتابگردان و بر حسب درصد نیتروژن موجود در خاک و کود ورمی‌کمپوست، برای هر یک از سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از طریق ورمی‌کمپوست به‌ترتیب بر مبنای ۱۴۲۱/۸۰۱، ۲۸۴۳/۶۰۲ و معادل ۴۲۶۵/۴۰۳ کیلوگرم در هکتار، در اسفندماه ۱۳۹۰ در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل دستی وارد خاک شد. بر اساس منابع موجود (Khajepoor, 2006; Alyari & Shekari, 2000)، نیاز کودی آفتابگردان برای نیتروژن از منبع شیمیایی (کود اوره)، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد که نیمی از این مقدار در زمان کاشت و نیم دیگر آن بعد از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه گردید.

میزان ۹ تن در هکتار زئولیت (خصوصیات زئولیت مورد استفاده در جدول ۴ آورده شده‌است) (Khodaei Joghan, 2010) عنوان مبنا (جهت تأمین نیاز ۱۰۰ درصد زئولیت) در نظر گرفته شد و بر درصد آن در تیمارها افزوده شد تا اثر این افزایش بر تیمارها آزموده شود .

آماده‌سازی مزرعه، شامل شخم عمیق پاییز سال قبل، شخم متوسط و دو مرحله دیسک عمود بر هم در بهار و قبل از کاشت بود. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر، که فاصله کاشت روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و بذرها به‌صورت خشکه‌کاری به عمق سه سانتی‌متر در تاریخ ۱۱ تیر ماه سال ۱۳۹۰ کشت شدند. به‌دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک جوی آبیاری جداگانه و فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به‌ترتیب ۱/۵ و ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت به روش خطی، تنک محصول و وجین علف‌های هرز به‌روش مکانیکی و به کمک دست انجام گرفتند. آبیاری تمام کرت‌های آزمایشی تا مرحله تمایز طبق یا مرحله ستاره‌ای شدن به طور یکسان و همزمان صورت گرفت پس از این مرحله دور آبیاری بر اساس کاهش رطوبت خاک تنظیم شد و به کمک دستگاه TDR مدل trime_FM آب مورد نیاز هر تیمار اندازه‌گیری و برای دقت بیشتر از روش تعیین رطوبت وزنی خاک (Aghaalikhani & Ghooshchi, 2005) نیز استفاده شد.

برای محاسبه عملکرد دانه، متوسط تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی کامل انجام شد، به این صورت که از هر کرت آزمایش دو مترمربع با در نظر گرفتن حاشیه برداشت و پس از رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد عملکرد دانه اندازه‌گیری شد، و متوسط تعداد دانه در طبق با شمارش دانه‌های جدا شده از ۱۰ طبق در هر تیمار، پس از بوجاری با استفاده از دستگاه بذر شمار تعیین گردید، همچنین تعداد ۱۰۰۰ عدد دانه از بین توده دانه هر واحد آزمایشی به وسیله دستگاه بذرشمار شمارش‌گردید و وزن آن‌ها به وسیله ترازوی دیجیتالی حساس (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) بر حسب گرم تعیین شد تا وزن هزار دانه محاسبه گردد. کلروفیل برگ با روش استاندارد آرنون (Arnon, 1949) استخراج و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (GBC-Cintra 6- Australia) در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر خوانده شد. محتوای پرولین برگ از روش بیتز (Bates, 1973) استخراج و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. لازم به ذکر است که نمونه‌ها (برگ) جهت بررسی کلروفیل و پرولین، از برگ سوم نزدیک گل‌آذین به‌طور تصادفی از تمامی واحدهای آزمایشی در مرحله باز شدن گل‌آذین و قبل از آبیاری تهیه شد. در هر تیمار، نمونه‌برداری از دو خط وسط هرکرت و با رعایت نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای هر خط صورت گرفت. به‌منظور جلوگیری از تغییر غلظت پرولین و رنگدانه‌های کلروفیل، نمونه‌ها در فویل آلومینیومی و تانک نیتروژن قرار داده شدند و برای اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل گردید و تا زمان استفاده در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

1- Field capacity

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physical and chemical properties of the experimental soil (0 – 50 cm depth)

بافت Texture	پتاسیم قابل دسترس (میلی-گرم برکیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل دسترس (میلی گرم برکیلوگرم Available P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	شن (درصد) Sand (%)	رس (درصد) Clay (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
لوم شنی Sandy loam	880	300	0.15	67	14	1.58	1.58	7.29	1.80

جدول ۲- ویژگی های خاک مزرعه در ارتباط با قابلیت دسترسی آب

Table 2- Soil characteristics in relation to water availability

عمق (سانتی-متر) Depth (cm)	نقطه پژمردگی دائم درصد وزنی Permanent wilting point (pwp)	ظرفیت مزرعه درصد وزنی Field Capacity (weight percent)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Apparent density ($g.cm^{-3}$)
0-20	7.18	15.38	1.45
20-40	8.39	19.53	

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست

Table 3– Chemical properties of vermicompost

مس (میلی‌گرم برکیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی‌گرم برکیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	آهن (میلی‌گرم برکیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (درصد) N (%)	منگنز (میلی‌گرم برکیلوگرم) Mn ($mg.kg^{-1}$)
2.8	37	339	2.11	68.65

جدول ٤- مهمترین خصوصیات شیمیایی زئولیت (کلینوپتیلولیت) مورد استفاده

Table 4- Most important chemical properties of used zeolite

ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی‌اکی والان بر صد گرم) Cation Exchange Capacity ($meq.100g^{-1}$)	P_2O_5 (%)	TiO_2 (%)	MnO (%)	Fe_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	AL_2O_3 (%)	K_2O (%)	Na_2O (%)	MgO (%)	CaO (%)	CL (%)
200	0.02	0.03	0.05	1.3	61	10.01	2.5	1.08	0.1	2.5	0

برای اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه از روش استاندارد کجلدال (Kjeldah, 1883)استفاده شد. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله (Model No SCMS-F100-6H) بدست آمد (Talebi Kasvaei, 2012) و عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه محاسبه شد. در پایان، داده‌ها در نرم‌افزار Excel 2010 ثبت شد و برای آنالیز از نرم افزار آماری SAS[1] 9.1 استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل میانگین مربعات (LSD[2]) در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

1- Statistical analysis system

2- Least significant diffrence

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل تنش‌کم آبی و تغذیه‌ی تلفیقی بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، قطر طبق و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما شاخص برداشت تنها بر اثرات ساده فاکتورهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه (۴۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار بدون تنش کم آبی و با تغذیه تلفیقی ۷۵درصد ورمی‌کمپوست + ۲۵ درصد کود شیمیایی + ۱۰۰درصد زئولیت (S_1F_4) و کمترین عملکرد مربوط به تیمار S_3F_1 بود، همچنین مشاهد شد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌کم آبی، سطح F_4 تغذیه تلفیقی باعث افزایش عملکرد دانه آفتابگردان شد (جدول ۶). شاید بتوان دلیل این افزایش عملکرد را فراهمی بیشتر مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن به جهت عدم آبشویی و همچنین آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در طول فصل رشد به دلیل وجود زئولیت و ورمی‌کمپوست دانست، فراهمی نیتروژن باعث ساخت اسمیلات بیشتر توسط گیاه و انتقال آن به بخش‌های مختلف گیاه می‌شود (Ahmadi & Bahrani, 2009). تنش کم آبی سبب کاهش عملکرد دانه آفتابگردان شد (جدول ۶). پژوهشگران بسیاری از جمله اردم و همکاران (Erdem et al., 2006) و مبصر و توسلی (Mobasser & Tavassoli, 2013) کاهش عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش کم آبی را گزارش کردند. در آزمایشی که توسط یوسف وند و همکاران (Yousefvand et al, 2011) انجام شد دریافتند که مصرف هشت تن زئولیت در هکتار در شرایط تنش کم آبی در مقایسه با عدم کاربرد زئولیت سبب افزایش ۳۴/۱۶ درصد عملکرد آفتابگردان شد.

یکی از عوامل تعیین‌کننده عملکرد، وزن هزار دانه می‌باشدکه بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار S_1F_4 وکمترین مقدار آن متعلق به تیمار S_3F_1 بود (جدول ۶). افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول پر شدن دانه در سطوح تیمار بدون تنش S_1 قابل توجیه می‌باشد؛ محققینی نظیر غلامحسینی و همکاران (Gholiezhad et al, 2009) و امیدی اردلی و همکاران (Omidi Ardali et al, 2011) نیز کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش کم آبی در آفتابگردان را گزارش کردند. بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق و همچنین قطر طبق به‌ترتیب مربوط به تیمارهای S_1F_4 و S_3F_1 بود. در تمامی سطوح تنش کم آبی مورد مطالعه، با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی، تعداد دانه بر طبق و قطر طبق افزایش یافت (جدول ۶).

تشدید تنش کم آبی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک شد، به‌طوری‌که در سطوح دوم و سوم تنش کم‌آبی، عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب با کاهش ۲۰ و ۴۱ درصدی نسبت به تیمار شاهد مواجه شد. در همین راستا الهدادی و همکاران (Alahdadi et al., 2011) کاهش عملکرد بیولوژیک را در شرایط تنش آبی در هیبریدهای آفتابگردان گزارش نمودند. در شرایط تنش بیشترین عملکرد بیولوژیک آفتابگردان در تیمار تغذیه تلفیقی F_4 (تیمارهای S_2F_4 و S_3F_4) مشاهده شد.

یکی از معیارهای مورد ارزیابی در سرمایه‌گذاری گیاهان زراعی در اندام‌های اقتصادی، شاخص برداشت می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده کاهش شاخص برداشت با افزایش شدت تنش بود (جدول ۷). نتایج فررز و همکاران (Fereres et al., 1986) نشان داد که تنش کمبود آب سبب کاهش شاخص برداشت در تمام ژنوتیپ‌های آفتابگردان شد و علت آن کاهش تعداد دانه در طبق و قطر طبق و افزایش پوکی دانه اعلام گردید، اما فانت و همکاران (Flenet et al., 1996) نتایجی متفاوت بدست آورند و بیان نمودند که اعمال تنش خشکی در سرتاسر دوره رشد آفتابگردان تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت این گیاه نداشت. بیشترین شاخص برداشت در سیستم تغذیه-ی تلفیقی مربوط به سطح F_4 بود که از نظر آماری اختلاف معنی-داری با F_3 نداشتند (جدول ۷)؛ که این امر ممکن است به دلیل عملکرد بالاتر این دو تیمار نسبت به تیمارهای دیگر باشد، چون بنا به تعریف شاخص برداشت نشان‌دهنده مقدار مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به اندام اقتصادی گیاه نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره شده در طول دوره رشد و نمو است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تنش کم آبی و تغذیه تلفیقی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) for the effects of nutrition and water stress on some quantitative and qualitative characteristics of sunflower

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد روغن Oil yield	درصد روغن Percentage of oil	درصد پروتئین Percentage of protein	شاخص برداشت harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	قطر طبق Head diameter	تعداد دانه در طبق The number of seeds per head	کلروفیل a chlorophyll a	کلروفیل b chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	پرولین Proline
تکرار Repeat	2	10170.32^{ns}	0.0175^{ns}	9361.73*	0.002^{ns}	0.05^{ns}	0.194^{ns}	14389.7^{ns}	0.06^{ns}	401.083*	0.0061^{ns}	0.0074^{ns}	0.094*	5.298*
تنش کم آبی Water Stress (S)	2	17962164.25**	533.66**	3480600.83**	489.60**	643.62**	2324.78**	67678802.3**	222.77**	744024.58**	3.778**	0.82**	7.46**	2148.21**
تغذیه تلفیقی Integrated Fertilizer (F)	3	1452846.89**	63.28**	326336.96**	21.70**	11.73**	64.67**	4382471.2**	16.98**	54302.22**	0.13**	0.009^{ns}	0.16**	7.83**
S × F	6	91435.81**	1.06**	60406.58**	0.63**	2.26**	2.26^{ns}	473921.30**	0.62**	16383.88**	0.02^{ns}	0.016^{ns}	0.014^{ns}	20.75**
خطا Error	22	8132.79	0.09	4881.31	0.01	0.11	1.23	29406.0	0.16	40.33	0.0038	0.0040	0.0044	0.164
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		7.18	5.50	7.72	2.36	1.203	13.05	11.88	9.48	10.68	4.28	5.40	3.49	2.37

ns غیر معنی‌دار، *معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

ns= Non significant; * = Significant at 5% and ** = Significant at 1% .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش کم‌آبی و تغذیه تلفیق بر برخی خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان

Table 6- Mean comparison for the interaction effect of water stress and integrared nutrition on some qualitative characteriatics of sunflower

تنش کم آبی (بر اساس ظرفیت زراعی) Water stress (based on % field capacity)	تغذیه تلفیقی Integrared nutrition	عملکرد پروتئین دانه (درصد) Seed protein (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم برهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	قطر طبق (سانتی‌متر) Head diameter (cm)	تعداد دانه در طبق Number of seeds per head	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	روغن دانه (درصد) Seed oil (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم برهکتار) Oil yield (kg.ha^{-1})	پرولین (میلی-گرم بر گرم) Proline (mg.g^{-1})
50	F_1	19.23^{k}	12574.9^{a}	18.92^{c}	1028^{d}	62.43^{c}	3776^{d*}	32.17^{d}	1053.22^{c}	8.91^{i}
	F_2	19.54^{hi}	11945.9^{b}	18.85^{c}	1147.67^{c}	64.56^{b}	4049^{c}	32.47^{c}	1331.68^{b}	9.85^{i}
	F_3	19.90^{hi}	10739.5^{c}	19.90^{b}	1311.33^{b}	67.93^{a}	4249^{b}	35.25^{b}	1674.01^{a}	11.31^{h}
	F_4	20.17^{h}	10714.9^{c}	20.92^{a}	1360.67^{a}	69.37^{a}	4565^{a}	36.17^{a}	1832.22^{a}	13.07^{g}
60	F_1	27.07^{g}	9735.9^{e}	14.34^{f}	706^{g}	48.73^{fg}	2373^{g}	29.86^{f}	688.75^{e}	20.13^{f}
	F_2	27.56^{g}	9735.9^{e}	14.60^{ef}	727.67^{fg}	49.93^{f}	2594^{fg}	29.16^{g}	756.6^{ed}	18.37^{f}
	F_3	30.19^{f}	9845.5^{d}	15.77^{de}	763.33^{ef}	52.67^{e}	2907^{f}	31.54^{e}	917.05^{cd}	14.85^{e}
	F_4	31.0^{e}	9843.9^{d}	16.23^{d}	781^{e}	55.63^{d}	3145^{e}	31.95^{d}	1004.8^{c}	15.24^{d}
70	F_1	33.85^{c}	6031.7^{h}	11.12^{i}	623^{j}	38.57^{j}	1682^{j}	20.45^{j}	316.68^{h}	32.97^{a}
	F_2	32.66^{d}	6375.9^{gh}	11.56^{hi}	664^{ij}	40.13^{i}	1800^{j}	20.60^{j}	357^{gh}	31.33^{b}
	F_3	34.67^{b}	6742.3^{g}	12.05^{h}	673.33^{i}	45.83^{h}	2113^{i}	22.28^{i}	441.22^{fg}	29.05^{c}
	F_4	35.50^{a}	7823.6^{f}	12.86^{g}	658.33^{h}	47.53^{g}	2271^{h}	23.29^{h}	490.25^{f}	28.27^{c}

*میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

*Mean with the same letters in each column by LSD test at 1% are not significantly different.

F_1: ۱۰۰٪ اوره+ ۱۷۵٪ زئولیت، F_2: ۲۵٪ ورمی کمپوست + ۱۵۰٪ اوره + ۴۵٪ زئولیت، F_3: ۵۰٪ ورمی کمپوست + ۱۲۵٪ زئولیت و F_4: ۷۵٪ ورمی کمپوست + ۲۵٪ اوره + ۱۰۰٪ زئولیت.

F_1: 100% urea+ 175% zeolite, F_2: 25% vermicompost + 75% urea + 150% zeolite, F_3: 50% vermicompost + 50% urea + 125% zeolite and F_4: 75% vermicompost + 25% urea + 100% zeolite.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ساده تنش کم آبی و تغذیه تلفیقی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان

Table 7- Maean comparisons for the simple effects of water deficit and integrated nutrition fertilizer on some quantitative and qualitative characteristics of sunflower.

تیمارها Treatment		کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم بافت تازه) Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم بافت تازه) chlorophyll b ($mg.g^{-1}$)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم بافت تازه) chlorophyll a ($mg.g^{-1}$)	عملکرد پروتیئن (درصد) Protein yield (%)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)
تنش کم آبی (بر اساس ظرفیت زراعی) Water deficit (based on % field capacity)	50	2.65^{a*}	0.64^{a}	1.92^{a}	849.34^{a}	51.5^{a*}
	60	1.95^{b}	0.33^{b}	1.62^{b}	797.79^{a}	33^{b}
	70	1.08^{c}	0.23^{c}	0.83^{c}	631.04^{b}	24.16^{c}
تغذیه تلفیقی Integrared nutrition	F_1	1.73^{d}	0.40^{a}	1.30^{c}	592.50^{d}	33.44^{b}
	F_2	1.84^{c}	0.38^{a}	1.43^{b}	694.14^{c}	34.44^{b}
	F_3	1.94^{b}	0.37^{a}	1.52^{a}	836.46^{b}	38.11^{a}
	F_4	2.05^{a}	0.37^{a}	1.57^{a}	914.45^{a}	33.88^{a}

*میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون و برای هر جزء بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

*Mean with the same letters in each column and for each component, by LSD test at 1% are not significantly different.

F_1: ۱۰۰٪ اوره+ ۱۷۵٪ زئولیت، F_2: ۲۵٪ ورمی‌کمپوست + ۷۵٪ اوره + ۱۵۰٪زئولیت، F_3: ۵۰٪ ورمی‌کمپوست + ۵۰٪ اوره + ۱۲۵٪ زئولیت و F_4: ۷۵٪ ورمی‌کمپوست + ۲۵٪ اوره + ۱۰۰٪ زئولیت.

F_1: 100% urea+ 175% zeolite, F_2: 25% vermicompost + 75% urea + 150% zeolite, F_3: 50% vermicompost + 50% urea + 125% zeolite and F_4: 75% vermicompost + 25% urea + 100% zeolite.

درصد پروتئین دانه

اثرات متقابل تنش کم‌آبی و تغذیه تلفیقی بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین مقدار پروتئین دانه مربوط به تیمار S_3F_4 (۳۵/۵۰ درصد) و کمترین مقدار آن (۱۹/۲۳ درصد) مربوط به تیمار S_1F_1 بود. تنش خشکی باعث افزایش پروتئین دانه آفتابگران شد (جدول ۶)، که این امر احتمالاًبه دلیل افزایش پرولین در شرایط تنش رخ داد، در همین راستا امیدی اردلی و بحرانی (Omidi Ardali & Bahrani, 2011) افزایش پروتئین در شرایط تنش در آفتابگردان را گزارش‌کردند. در تیمارهای سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای مشاهده شد که در هر سه سطح تنش بیشترین مقدار پروتئین، مربوط به تیمار تغذیه‌ای F_4 بودکه شاید بتوان دلیل این امر را دسترسی بیشتر نیتروژن تیمار ذکر شده به دلیل رها سازی مداوم نیتروژن از منبع کود آلی دانست، در این راستا کرامر و همکاران (Kramer et al., 2002) دریافتند با وجود این‌که کل نیتروژن جذب شده در سیستم ارگانیک‌کمتر از سیستم شیمیایی است ولی رهاسازی مداوم نیتروژن از منبع‌آلی باعث شده جذب نیتروژن از آن تداوم بیشتری نسبت به‌کود شیمیایی داشته‌باشد و در نتیجه همزمانی بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس وجود داشته باشد.

درصد روغن و عملکرد روغن دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر متقابل تنش‌کم آبی و تغذیه تلفیقی در سطح احتمال یک درصد بر دو فاکتور درصد و عملکرد روغن دانه معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین درصد روغن (۳۶/۱۷) و عملکرد روغن (۱۸۳۲/۲۲) در تیمار S_1F_4 وکمترین آن‌ها در تیمارهای S_3F_1 (درصد روغن ۲۰/۴۵ عملکرد روغن ۳۱۶/۶۸) و S_3F_2 (درصد روغن ۲۰/۶۰ عملکرد روغن ۳۵۷) که از نظر آماری اختلاف معنی-داری با هم نداشتند مشاهده شد. تنش‌کم آبی سبب‌کاهش درصد و عملکرد روغن دانه آفتابگردان شد (جدول ۶). بررسی اثر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای نشان داد که تیمار کودی F_4 در تمام سطوح تنش بیشترین درصد روغن و عملکرد روغن را سبب شد، به بیان دیگر با افزایش کود آلی ورمی‌کمپوست و کاهش کود شیمیایی اوره و میزان توصیه‌شده ماده معدنی زئولیت، می‌توان باعث افزایش درصد روغن در شرایط تنش کم آبی در گیاه آفتابگردان رقم فرخ شد. شاید بتوان

www.SID.ir

Archive of SID

دلیل کاهش درصد روغن در شرایط تنش خشکی را تسریع در رسیدگی که عاملی است برای فرار گیاه از خشکی توجیه کرد (Kafi & Mahdavi, 2000)، زیرا تسریع در رسیدگی فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین‌های ذخیره شده در دانه را از گیاه سلب می‌کند، بنابراین، درصد روغن کاهش خواهد یافت. در همین خصوص، میرآخوری و همکاران (Mirakhori et al., 2009) به نتایج مشابه ای در گیاه سویا (*Glycine max* L.) و سیه جانی و همکاران (Seyahjani et al., 2010) در گیاه آفتابگردان دست یافتند.

کلروفیل

تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تنش کم آبی و تغذیه تلفیقی بر کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما اثر متقابل تنش × تغذیه‌ی تلفیقی از این نظر معنی‌دار نشد و تنها اثر ساده تنش کم آبی بر کلروفیل b معنی‌دارشد (جدول ۵). تنش کم آبی سبب کاهش کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود (جدول ۷) بیشترین مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مربوط به تیمار S_1 و کمترین آن‌ها مربوط به تیمار S_3 بود. کاهش میزان کلروفیل‌ها در اثر تنش خشکی، احتمال دارد به علت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد که این رادیکال‌های آزاد باعث اکسیداسیون و در نتیجه تجزیه و کاهش مقدار این کلروفیل‌ها می‌گردد (Schutz & Fangmeir, 2001). در همین راستا اُراکی و همکاران (Oraki et al., 2012) با اعمال تنش بر هیبریدهای آفتابگردان گزارش کردند که اعمال تنش کم آبی (رژیم‌های آبیاری شامل: آبیاری بعد از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) سبب کاهش کلروفیل a و افزایش کلروفیل b در تمام هیبریدها شد. همچنین جلیلیان (Jalilian, 2009) مشاهده نمود که اعمال تنش (آبیاری در ۸۵ ، ۷۰ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) سبب کاهش کلروفیل a، b و کل در گیاه آفتابگردان شد. یکی از دلایل کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی افزایش میزان پرولین می‌باشد، یعنی با افزایش میزان پرولین از میزان کلروفیل کاسته می‌شود. چرا که گلوتامات پیش ماده مشترک سنتز کلروفیل و پرولین می‌باشد و چون در شرایط تنش خشکی سنتز پرولین افزایش می‌یابد، از میزان کلروفیل کاسته می‌شود (Kafi & Mahdavi Damghani, 2000).

مقایسه میانگین‌های اثر ساده سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر روی کلروفیل a و کلروفیل کل نشان داد که بیشترین و کمترین کلروفیل a و کلروفیل کل به ترتیب در تیمارهای F_4 و F_1 بدست آمد (جدول ۷).

پرولین

پرولین در شرایط تنش در برگ‌ها ساخته می‌شود و از آن‌جا به بافت‌های مریستمی برای حفاظت و ایجاد تنظیم اسمزی در بافت‌های در حال رشد منتقل می‌گردد. پرولین به‌طور کلی از دو مسیر عمده ساخته می‌شود. مسیرگلوتامات‌که آنزیم‌های آن در سیتوپلاسم قرار دارند و مسیر اورنتین که آنزیم‌های آن در میتوکندری واقع هستند. مسیر گلوتامات در گیاهان آلی اهمیت بیشتری دارد (Haydari Sharif Abad, 2000) اثرات ساده تنش کم آبی، سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر میزان پرولین معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار S_3F_1 و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار S_1F_1 بود (جدول ۶). محققین دیگری (Akhondi et al., 2006; Oraki et al., 2012) تجمع پرولین را در شرایط تنش کم آبی را در گیاهان آفتابگردان و یونجه (*Medicago sativa* L.) گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

بیشترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان رقم فرخ در شرایط تنش کم آبی (S_2 و S_3) در سطح F_4 تغذیه تلفیقی مشاهده شد و همچنین بیشترین میزان درصد روغن و عملکرد روغن در شرایط بدون تنش (S_1) در سطح F_4 حاصل گردید، بیشترین میزان درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار S_3F_4 بود. بنابر نتایج ذکر شده، می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از ترکیب کود آلی (ورمی-کمپوست)، کود شیمیایی (اوره) و ماده معدنی زئولیت (کلینوپتیلولیت) به‌طوری‌که ورمی‌کمپوست ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز آفتابگردان و اوره ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز آفتابگردان رقم فرخ را تأمین کند، به همراه کاربرد ۹ تن زئولیت در هکتار می‌توان اثرات نامطلوب تنش کم‌آبی را تا حدی تقلیل داد. با توجه به بحران آب در کشور و به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتراته که سبب آلودگی و تخریب محیط‌زیست می شود، ترکیب تغذیه‌ای فوق

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند مدنظر گرفته شود.

منابع

Abdoli, M.A., and Roshani, M.R. 2007. Vermicompost (Design, Build and Implementation). Tehran University Press. Tehran, Iran 252 pp. (In Persian)

Aghaalikhani, M., and Ghooshchi, F. 2005.Experimental Plant Ecology. Public by Islamic Azad University Varamin-Pishva Branch 217 pp. (In Persian)

Ahmadi, M., and Bahrani, M.J. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 5(6): 755-761.

Akhondi, M., Safarnejad, M., and Lahouti, M. 2006. Effect of drough stress on proline accumulation and mineral nutrients changes in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Crop Production and Processing 10(1): 165-175. (In Persian with English Summary)

Alahdadi, I., Oraki, H., and Parhizkar Khajani, F. 2011. Effect of water stress on yield and yield components of sunflower hybrids. African Journal of Biotechnology 10(34): 6504-6509

Alizadeh, A. 2007. Principles Applied Hydrology. Thirteenth Edition. Publication Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran 807 pp. (In Persian)

Aliyari, H, and Shekary, F. 2000. Oilseed Crops and Physiology. First Edition. Publications of Hamidi Tabriz, Tabriz, Iran 182 pp. (In Persian)

Erdem, T.Y., Erdem, A., Orta, H., and Okursoy, H. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annus* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 11-20.

Fereres, W., Gimenez, C., and Femandez, J.M. 1986. Genetic variability in sunflower cultivrs under drought, yield relation ships. Australian Journal of Agricultural Research 37: 573-582.

Flenet, F., Bouniols, A., and Saraiva, C. 1996. Sunflower response to a range of soil water contents. European Journal of Agronomy 5: 161-167.

Gholamhoseini, M., Ghalavand, S.A., Modarres Sanavy, M.A., and Jamshidi, E. 2007 Effect of zeolite compost application in loamy sand field on grain yield and other traits of sunflower. Environmental Sciences. 5(1): 23-36 (In Persian with English Summary)

Gholiezhad, A., Aeenehband, A., Hasanzade Ghorttappe, A., Barnoosi, A., and Rezaei, H. 2009. Effects of water stress on nitrogen levels and plant density on yield, harvest index and yield components of sunflower varieties air flowr address. Journal of Plant Production 16(3): 27-1

Haydari Sharif Abad, H. 2000. Plants, Dry and Droughts. Print Droughts. Publication Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran 171 pp. (In Persian)

Heyderianpour, M.B., Sameni, A.M., Sheikhi, J., Karimian, N., and Zarei, M. 2012. Effect of vermicompost and nitrogen on growth, concentration, and uptake of nutrients in sunflower. Environmental Engineering and Management Journal. 7(5): 547-558.

Jalilian, J. 2009. Effects of biofertilizer (*Azotobacter* & *Azospirillum*) and different levels of nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of sunflower inwater deficit stress condition. PhD dissertation. Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Kafi, M., and Mahdavi Damghani, A. 2000. Mechanisms of Resistance of Plants to Environmental Stresses. Compilation A.S. Bra, R.K, Bra. Mashhad University Press, Mashhad, Iran 467 pp. (In Persian)

Kazemian, H. 2005. Introduction to Zeolites, Magic Minerals. First Edition. Publication of Heaven, Tehran, Iran 100 pp. (In Persian)

Khaje poor, M.R. 2006. Industrial Plants. Second Edition. Isfahan University Jihad Publishing, Isfahan, Iran 564 pp (In Persian)

Khodaei Joghan, A. 2010. Influence of organic, chemical and integrative nutrition methods amended by zeolite on qualitative and quantitative yield of wheat. Master dissertation. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Hosseini, M., and Hashemi Desfoli, A. 2000. Sustainable Agriculture, University Press of Mashhad. 164

www.SID.ir

Archive of SID

pp. (In Persian)

Kramer, A.W., Timothy, A.D., Horwath, W.R., and Kessel, C.V. 2002. Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems of California. Agriculture, Ecosystems and Environment 91: 233-243.

Mirakhori, M., Paknezhad, F., Ardakani, M., Pakzi, A.R., Nazeri, P. 2009. To evaluate the effect of methanol and water stress on yield, protein and oil, soybean grain filling rate and duration (L17). Journal of Agricultural Sciences Environmental Stress 2(2): 183-171. (In Persian with English Summary)

Mobasser, H.R., and Tavassoli, A. 2013. Effect of water stress on quantitative and qualitative characteristics of yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Novel Applied Sciences 2(9): 299-302. (In Persian)

Omidi Ardali, G, and Bahrani, M.J. 2011. Effects of water stress, nitrogen levels and application times on yield and yield components of sunflower at different growth stages. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 5: 207-199. (In Persian with English Summary)

Oraki, H., Khajani, F.P., and Aghaalikhana, M. 2012. Effect of water deficit stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and grain yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. African Journal of Biotechnology 11(1): 164-168.

Schutz, M., and Fangmeir, E. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO_2 and water limitation. Environmental Pollution 114: 187-194.

Seyahjani, A.E., Farhvash, F., Khorshidi Benam, M.B., and Sadeghi, A. 2010. Studying the effect of drought stress on yield and yield components of three sunflower cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences 3(1): 59-68. (In Persian with English Summary)

Talebi Kasvaei, 2012. F.S. Effect of different nutrition systems using zeoponix and urea on yield and quality of Sunflower under redroot pigweed competition condition. Master dissertation. Faculty of Agriculture. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Yousefvand, P., Sajedi, N., and Mirzakhani, M. 2011. The effects of drought, taking zeolite and selenium on yield and yield components of sunflower. New Findings in Agriculture 3: 325-339. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 81-93

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۹۳-۸۱

Reducing the Effects of Water Stress using Vermicompost and Mineral Zeolite in Sunflower (*Helianthus annus* L.)

H. Tahramooz[1] and A. Ghalavand[2*]

Submitted: 25-11-2015
Accepted: 15-06-2016

Tahramooz, H., and Ghalavand, A. 2018. Reducing the effects of water stress using vermicompost and mineral zeolite in Sunflower (*Helianthus annus* L.). Journal of Agroecology 10(1): 81-93.

Introduction

The population of developing countries is dramatically increasing, thus acute food supply challenges are threatening them in case of quality and quantity. One of the successful strategies for improving agricultural production and food supply is to preserve, maintain, and enrich the soil .Iran has an arid and semi-arid climate with an average rainfall of 240 mm per year, so improving water use efficiency and reducing the effects of water stress can help farmers increase their agricultural products. Another serious problem of Iranian agricultural system is the widespread application of chemical fertilizers in the recent decades, which has caused soil degradation and environmental pollution. Therefore, by addressing these two concerns, this research was to evaluate the possibility of reducing the unpleasant effects of water stress on sunflower using organic fertilizers of Vermicompost and Mineral Zeolite (Clinoptilolite).

Materials and Methods

This study was conducted at the agricultural research farm of Tarbiat Modares University in Tehran, Iran (lattitude: 35° 44´N and longitude: 51° 10´E) during the growing season of 2010 to 2011. The factorial arrangement was done on Randomized complete block design (RCBD) with three replications. The main-plot factors were different nutritional systems, such as, F1(0% vermicompost + 100% chemical (urea)+ 175% zeolite), F2 (25% vermicompost + 75% chemical (urea) + 150% zeolite), F3(50% vermicompost + 50% chemical (urea) + 125% zeolite), F4(75% vermicompost + 25% chemical + 100% zeolite); and sub-plot factors were deficit irrigation at three levels including control treatment (S1): 50% moisture depletion/moisture content (or, 50% FC), (S2): 60% moisture content (or, 40% FC) and (S3): 70% moisture content (or, 30% FC).

All the experimental plots were irrigated equally until the R4 phase. Irrigation regimes was set after R4 based on soil moisture reduction measured with a TDR device models trime_FM, and for more accurate results, a gravimetric soil moisture was used too. Chlorophyll extraction was performed by Arnon's (1949) standard method and was read with a spectrophotometer model (GBC-Cintra 6- Australia), at wavelengths of 663 and 645 nm. The proline content was extracted with Bates' (1973) method and was read with a spectrophotometer at a wavelength of 520 nm. The protein content was measured using the standard Kjeldahl (1883) method. Also, seed oil content was measured using Soxhlet (Model No SCMS-F100-6H), and oil yield was calculated by multiplying the seed oil content in grain yield. Data were recorded in Microsoft Excel ver. 2010 and statistical analysis was done with SAS ver. 9.1 software. Means compared using LSD at the 1% probability level.

Results and Discussion

ANOVA (Analysis of Variance) results showed that the effect of stress/deficit irrigation, nutritional systems and their interactions were significant ($P<0.01$) on grain yield, thousand grain weight, number of seeds per head, head diameter, biological yield, oil content, oil yield and proline content. Also the simple effects of both water stress and fertilizers application were significant on harvest index, chlorophyll a and total chlorophyll content. This is while in Chlorophyll b only the effect of water stress was significant (Table 5).

Drought stress reduced yield, yield components, oil percentage, oil yield, chlorophyll a and b and total chlorophyll; but increased proline and percentage of protein. The F4 fertilizer treatment had the highest grain yield, thousand grain weight, head diameter, number of seeds per head, oil content and oil yield in stress conditions (Table 6).

1 and 2- MSc student in Cultivation and Associate Professor, Department of Cultivation, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: Ghalavand_a@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i1.50765

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion

Since the highest yield, yield components, oil content and oil yield under water stress treatments (S2 and S3) were observed in the F4 nutritional treatment, it is therefore suggested that a combination of organic fertilizers (vermicompost), chemical fertilizer (urea) and mineral zeolite (clinoptilolite) can supply the required nitrogen for sunflower and reduce the undesirable effects of water stress. Based on the recent water crisis in Iran, the consumption of fertilizers, particularly nitrate fertilizers that cause environmental pollution and degradation, should be substituted with ecological friendly and cost effective nutritional mixtures which meanwhile meet the plant's needs. The nutritional composition suggested in this research can be considered in this way.

Keywords: Chlorophyll, Oil percentage, Proline, Sunflower, Yield

www.SID.ir