اثر مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک بر بهبود برخی ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus*) در شرایط تنش خشکی در شهرستان خوی

سولماز کاظم‌علیلو [۱]، نصرت‌اله نجفی [۲]، عادل ریحانی‌تبار [۲] و مهدی غفاری [۳]
۱. دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز ، ۲. دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳. عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی

چکیده
در شرایط تنش خشکی، علاوه‌بر کاهش جذب آب، فراهمی و جذب عناصر غذایی مختلف نیز محدود می‌شود. تغذیه مناسب و تلفیقی گیاهان به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت پایداری حاصلخیزی خاک در شرایط تنش‌های مختلف محیطی مؤثر شناخته شده است. این تحقیق با هدف بررسی اثر زمان آبیاری در دو سطح (آبیاری پس از ۶۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A)، سوپرفسفات تریپل در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه آفتابگردان روغنی تحت شرایط مزرعه‌ایانجام شد. نتایج نشان داد که اثر زمان آبیاری و کمپوست بر ارتفاع، شاخص سطح برگ و کلروفیل معنی‌دار و اثر کمپوست و سوپرفسفات بر ارتفاع، قطر، شاخص سطح برگ و کلروفیل معنی‌دار شد. برهمکنش زمان آبیاری، فسفر و کمپوست تنها برشاخص سطح برگ معنی‌دار شد. مصرف تلفیقی کمپوست و سوپرفسفات سبب کاهش اثرات منفی تنش خشکی شد.

واژه های کلیدی: تغذیه تلفیقی، تنش خشکی، فسفر، کمپوست لجن فاضلاب

مقدمه
یکی از اثرهای زیان‌بار تنش خشکی، مختل شدن جذب عناصر غذایی به‌وسیله گیاهاناست که علاوه‌بر هدررفت کود و افزایش هزینه‌ها، باعث بروز تنش کمبود عناصر غذایی در گیاهان و کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود؛ چون با کاهش رطوبت خاک، سرعت عرضه و فراهمی عناصر غذایی به ریشه از طریق فرآیند پخشیدگی و جریان توده‌ای کاهش می‌یابد (Havlin et al., ۲۰۰۴). تنش خشکی سبب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش شدت تعرق، کاهش پتانسیل آب بافت‌ها، کاهش رشد و شدت فتوسنتز گیاهان می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها سبب افزایش پراکسیدی شدن چربی‌ها به‌دلیل کاهش غلظت CO_2 می‌شود. کاهش پخشیدگی CO_2 نه‌تنها مستقیماً میزان کربوکسیلی شدن را کاهش می‌دهد بلکه سبب تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن از طریق انتقال الکترون می‌شود. کاهش هدایت روزنه‌ای به‌عنوان عامل اصلی کاهش شدت فتوسنتز در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Shah et al., ۲۰۱۴). علی‌رغم سازگاری‌های ذاتی گیاهان به تنش خشکی، اثرهای آن را می‌توان با استفاده از مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و فراهمی کافی و متعادل عناصر غذایی کاهش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه معدنی گیاهان نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی دارد. در شرایط کمبود آب، گیاهان نمی‌توانند مقادیر کافی از عناصر غذایی را جذب کنند؛ در نتیجه رشد آنها کاهش می‌یابد. گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت. بنابراین، مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهان یکی از مسائل مهم در تولید محصولات کشاورزی در شرایط تنش خشکی محسوب می‌شود (Waraich et al., ۲۰۱۱).

خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دلیل داشتن اقلیم نامناسب، به‌طور ذاتی از نظر میزان مواد آلی فقیر بوده و حاصلخیزی و ظرفیت نگهداشت آب پایینی دارند. خاکی که کمتر از دو درصد ماده آلی داشته باشد، می‌توان خاکی ضعیف از نظر حاصلخیزی به شمار آورد و این در حالی است که بیشتر خاک‌های ایران کمتر از نیم درصد ماده آلی دارند (پیمانی و همکاران، ۱۳۹۰). بررسی‌ها نشان داده است که بهبود حاصلخیزی خاک و تغذیه معدنی گیاهان نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی دارد. تلفیق کودهای شیمیایی و آلی، اهمیت زیادی در حفظ حاصلخیزی، ساختمان و فعالیت بیولوژیک، ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب و در نهایت اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك دارد (Ghosh et al., ۲۰۰۴). بعد از نیتروژن، کمبود فسفر اغلب محدودکننده‌ترین عامل در تولید گیاهان می‌باشد. خشکی باعث کاهش جذب و انتقال فسفر در گیاهان از طریق کاهش شکل‌های قابل‌جذب فسفر و افزایش تثبیت فسفر در خاک می‌شود. معلوم شده است کمبود فسفر، سرعت جذب نیترات و همگون‌سازی آن به‌وسیله آنزیم نیتراتریداکتاز را کاهش می‌دهد (Waraich et al., ۲۰۱۱) . برخی مطالعات نشان داده است که افزودن فسفر می‌تواند اثرهای منفی تنش خشکی بر عملکرد گیاهان را کاهش دهد؛ به‌عبارت دیگر، تحمل گیاهان در برابر تنش خشکی با تغذیه بهینه فسفر افزایش می‌یابد(Elizamar et al., ۲۰۱۱) .

لجن فاضلاب شهری جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی بوده و با افزودن ماده آلی به خاک باعث افزایش حاصلخیزی خاک شده و تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دارد .(Eghball et al., ۲۰۰۴) لذا،در نظام‌های کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی مانند لجن فاضلاب، مورد توجه قرار گرفته است. ارزش لجن فاضلاب به‌عنوان منبع تأمین عناصر غذایی برای گیاهان در پژوهش‌های متعددی نشان داده شده است (Singh and Agrawal, ۲۰۰۸). با این حال، لجن فاضلاب ممکن است

حاوی فلزات سنگین مانند کادمیم، کروم، سرب و غیره باشد که از جنبه‌های زیست محیطی حائز اهمیّت بوده و لازم است مقدار مصرف آن و تعداد دفعات مصرف آن بر اساس نتایج بررسی‌ها باشد (Anonymous, ۱۹۹۳).

با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی کشور و لزوم استفاده از تلفیق کودهای شیمیایی و آلی برای تحقق کشاورزی پایدار، هدف از این تحقیق، بررسیتلفیق اثر سطوح مختلف فسفر و کمپوست لجن فاضلاب بر ارتفاع، قطر ساقه، شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ‌ها در گیاه آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب و محدود و تعیین میزان بهینه مصرف کودهای شیمیایی و آلی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ فاکتور و ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، زمان آبیاری در دو سطح (پس از ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به‌ترتیب برای آبیاری مطلوب و تنش خشکی)، فاکتور دوم، سوپرفسفات تریپل ($Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور سوم، کمپوست لجن فاضلاب در چهار سطح (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) بود. سایر عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک، کود نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره ($CO(NH_2)_2$) و به‌صورت سرک در سه نوبت (قبل از کاشت، مرحله ۸ برگی و مرحله R_1[۱۷۳])، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (K_2SO_4) و روی از منبع سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) به‌صورت خاکی مصرف شد. قبل از کاشت بذر آفتابگردان (رقم فرخ)، نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر مزرعه مورد مطالعه تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). کمپوست لجن فاضلاب مورد استفاده در این تحقیق از تصفیه خانه فاضلاب شهرستان خوی تهیه و قبل از کشت گیاه به خاک افزوده شد و سپس به‌خوبی با خاک مخلوط گردید. زمین متشکل از ۷۲ کرت و کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۳ متر بودند که فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذر ۵ سانتی‌متر بود. در پایان دوره رشد، صفات ارتفاع ساقه (با استفاده از متر)، قطر ساقه (با استفاده از کولیس در ۱۰ سانتی‌متری بالای خاک) و شاخص کلروفیل برگ‌ها با دستگاه کلروفیل‌سنج(SPAD ۵۰۲, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. درپایان،تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك مزرعه مورد آزمایش

بافت خاک	N کل	OM	pH	EC	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P
	(%)		-	(dS m^{-1})	قابل استفاده (mg kg^{-1})					
رسی	۰۵/۰	۶/۰	۹/۷	۸/۰	۵۲/۲	۴۶/۰	۲/۶	۴/۹	۲۲۰	۱/۱

نتایج و بحث

ارتفاع آفتابگردان: تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری، کمپوست لجن فاضلاب و فسفر و اثرهای متقابل دوجانبه زمان آبیاری×کمپوست، کمپوست×فسفر، زمان آبیاری× فسفر بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه‌جانبه آنها غیرمعنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح کمپوست و فسفر، ارتفاع گیاه افزایش یافت (جدول ۳) و بیشترین ارتفاع مربوط به تیمارهای تلفیقی (۱۵ تن کمپوست بر هکتار و ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار) بود که علت آن را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و فراهمی تدریجی عناصر غذایی در تیمارهای تلفیقی نسبت داد. گزارش شده است کمبود آب میزان جذب و انتقال عناصر غذایی از ریشه به بخش هوایی گیاهان را از طریق کاهش پخشیدگی عناصر غذایی از خاک به سطح ریشه، شدت تعرق، انتقال فعال و آسیب به تراوایی غشاهای سلولی کاهش داد. این عامل‌ها سبب کاهش رشد گیاه، ارتفاع و قطر ساقه بر اثر تنش خشکی شد (Yuncai and Schmidhalter, ۲۰۰۵). محققان گزارش کردند که تنش خشکی رشد گیاه، عملکرد، جذب فسفر و انتقال فسفر به بذرها را کاهش داد ولی کوددهی فسفر توانست اثرهای منفی خشکی بر دو رقم سویا را کاهش دهد (Jin et al., ۲۰۰۶). اثرهای مثبت فسفر بر رشد گیاه در شرایط تنش خشکی را می‌توان به افزایش کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ها (افزایش پتانسیل آب برگ)، فتوسنتز، پایداری غشای سلولی، روابط آبی، افزایش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و مقاومت به خشکی نسبت داد Waraich et al., ۲۰۱۱). محققان با بررسی تأثیر کودهای شیمیایی (NPK)، کود دامی و ورمی‌کمپوست بر حاصلخیزی خاک و رشد گیاه ذرت گزارش کردند که تیمارهای تلفیقی (NPK + ورمی‌کمپوست) و (NPK + کود دامی) بیش‌ترین ارتفاع و عملکرد دانه را داشتند. آنان گزارش کردند که در بین تمام تیمارها، تیمار تلفیقی NPK + ورمی‌کمپوست بهترین نتایج را نشان داد (Kannan et al., ۲۰۱۳).

قطر ساقه آفتابگردان: اثرهای اصلی زمان آبیاری و کمپوست و اثرهای متقابل کمپوست×فسفر و زمان آبیاری ×فسفر بر قطر ساقه معنی‌دار ولی اثر متقابل سه جانبه زمان آبیاری×کمپوست×فسفر غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمارهایی بود که فقط کمپوست دریافت کرده‌اند و با افزایش سطوح کمپوست، قطر ساقه نیز افزایش یافت. پس از آن بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمارهای تلفیقی بود ولی در تیمارهای تلفیقی که ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و کمپوست دریافت کرده بودند قطر ساقه کاهش یافت. در اینجا هم مصرف تلفیقی ۳۰ تن کمپوست لجن فاضلاب و ۱۰۰ کیلوگرم

[۱۷۳]. جوانهٔ انتهایی طبق مینیاتوری به صورت خوشه‌ای از برگ‌ها را تشکیل می‌دهد. در نمای از بالا براکته‌ها ساختمان منشعب ستاره‌ای را بوجود می‌آورد

سوپرفسفات تریپل به‌عنوان بهترین تیمار معرفی شد. احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که برای کاهش مصرف کودهای نیتروژن، افزایش عملکرد گندم و بهبود کیفیت آن، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره به همراه ۶۰ تن در هکتار از لجن فاضلاب شهری یا کود دامی و یا کمپوست زباله شهری توصیه می‌شود.

شاخص کلروفیل برگ‌های آفتابگردان: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی زمان آبیاری،کمپوست لجن فاضلاب، فسفر و اثرهای متقابل زمان آبیاری ×کمپوست،کمپوست×فسفر و زمان آبیاری ×فسفر بر شاخص کلروفیل برگ‌ها معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه جانبه آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). با افزایش تنش کمبود آب، شاخص کلروفیل برگ‌ها از ۳/۱۷ در تیمار آبیاری مطلوب به ۴/۱۴ در تیمار تنش خشکی کاهش یافت (جدول ۳). مطلبی‌فرد و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که تنش شدید آب سبب افزایش شاخص کلروفیل برگ‌های گیاه سیب‌زمینی شد ولی کوددهی فسفر توانست اثرهای منفی تنش خشکی را کاهش دهد. وجود اختلاف در مورد تأثیر کمبود آب بر شاخص کلروفیل برگ‌ها احتمالاً به توانایی گیاه در مواجهه با شرایط تنش کمبود آب مربوط می‌شود. اگر گیاه سرعت رشد خود را در شرایط تنش حفظ نماید، تنش باعث کاهش تولید کلروفیل شده و شاخص کلروفیل برگ‌ها کاهش می‌یابد ولی اگر رشد گیاه شدیداً کاهش یابد، کلروفیل تجمع یافته و شاخص کلروفیل برگ‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین، در هنگام تنش خشکی با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، تخریب کلروفیل نیز افزایش می‌یابد که به تلفات کلروفیل منجر خواهد شد (Ahmadi and Ceiocemardeh, ۲۰۰۴). بیشترین میزان شاخص کلروفیل برگ‌ها مربوط به تیماری بود که ۶۰ تن کمپوست در هکتار دریافت کرده بود و پس از آن تیمار تلفیقی (۶۰ تن کمپوست و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل) حداکثر مقدار را داشت (شکل ۴). افزایش این شاخص با مصرف کود فسفر را می‌توان به نقش فسفر در ذخیره و انتقال انرژی (Marschner, ۱۹۹۵) نسبت داد که انرژی لازم برای تشکیل کلروفیل را فراهم می‌کند. گزارش شده است که کود فسفر از طریق افزایش غلظت نیتروژن سبب افزایش شاخص کلروفیل برگ گیاهان شده است. با توجه به رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و غلظت کلروفیل (Chango and McVetty, ۲۰۰۱) و رابطه مثبت میان شدت فتوسنتز و رشد گیاه (نجفی و همکاران، ۱۳۸۹)، با افزایش غلظت کلروفیل، محصولات فتوسنتزی زیاد شده و در نتیجه رشد گیاه در حضور کود فسفر بهبود می‌یابد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان برای افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش مصرف کودهای شیمیایی، بهبود ویژگی‌های کیفی خاک و افزایش سلامت محصولات کشاورزی، مصرف تلفیقی ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار و ۳۰ تن کمپوست بر هکتار را در شرایط مشابه توصیه کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع، قطر ساقه، شاخص سطح برگ و کلروفیل گیاه آفتابگردان

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع (cm)	قطر ساقه (mm)	شاخص کلروفیل
تکرار	۲	۲۱/۴۷۰ ns	۷۷/۶ ns	۲۵/۰
زمان ابیاری	۳	۴۵/۱۱۱۹ **	۳۸/۲۱ **	۹۹/۲۵ **
کمپوست لجن فاضلاب	۱	۹۳/۸۳۴۰ *	۰۲/۲۰۷ **	۲۱/۱۴۹ *
زمان آبیاری×کمپوست لجن فاضلاب	۳	۵۵/۳۸۰ *	۳۹/۴ ns	۷۱/۷ **
TSP	۲	۰۷/۱۱۸۳ **	۹۰/۲ ns	۷۰/۱۹ **
کمپوست لجن فاضلاب ×TSP	۶	۹۹/۳۰۹ *	۱۶/۲۲ **	۶۳/۱۶ **
زمان آبیاری×TSP	۱	۸۲/۷۹۵ **	۴۸/۹ *	۷۳/۶ *
کمپوست لجن فاضلاب×زمان آبیاری×TSP	۳	۵۷/۱۵۱ ns	۶۱/۴ ns	۵۷/۲ ns
خطا		۴۴	۴۲/۲	۵۴/۱
ضریب تغییرات (%)		۸۴/۷	۳۸/۸	۸۲/۷

ns، * و **به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵% و ۱%

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده گیاه آفتابگردان در سطوح مختلف زمان آبیاری، کمپوست و فسفر.

عامل	سطوح	ارتفاع cm))	قطرساقه (mm)	شاخص کلروفیل
زمان آبیاری	۶۰ میلی‌متر تبخیر	a۵/۱۵۶	a۲۹/۲۰	a۳۱/۱۷
	۱۲۰ میلی‌متر تبخیر	b۹/۱۳۴	b۹۰/۱۶	b۴۳/۱۴
کمپوست لجن فاضلاب (t/ha)	۰	b۷۲/۱۳۴	c۱۸/۱۷	c۸۲/۱۴
	۱۵	a۸۵/۱۴۷	b۴۶/۱۸	c۱۳/۱۵
	۳۰	a۴۴/۱۵۳	ab۹۶/۱۸	b۰۶/۱۶
	۴۵	a۹۲/۱۴۶	a۷۹/۱۹	a۴۹/۱۷

	۰	b۸۸/۱۳۹	a۸۹/۱۸	b۳۸/۱۵
	۱۰۰	b۸۰/۱۴۳	a۲۱/۱۸	b۳۲/۱۵
سوپر فسفات تریپل (kg/ha)	۲۰۰	a۵۲/۱۵۳	a۶۸/۱۸	a۹۲/۱۶

در هر ستون و فاکتور، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک تفاوت معني‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

منابع

احمدی‌نژاد، ر.، نجفی، ن.، علی اصغرزاد، ن. و اوستان، ش. ۱۳۹۲. اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۴.

پیمانی، ن.، فرد، س. و گل‌بابایی، ا. ۱۳۹۰. استفاده از کود سبز با کاشت گیاه ماش در تناوب با گندم. ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۲۲۲، صفحه‌های ۲ تا ۸.

مطلبی‌فرد، ر.، نجفی، ن.، اوستان، ش.، نیشابوری، م.ح. و ولی‌زاده، م. ۱۳۹۳. اثر رطوبت خاک، فسفر و روی بر ویژگی‌های رشد سیب‌زمینی در شرایط گلخانه‌ای. تحقیقات آب و خاک ایران، جلد ۴۵، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۶.

نجفی، ن. و توفیقی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر کود فسفر بر رشد برنج، جذب فسفر و برخی عناصر در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

AhmadiA. and Ceiocemardeh A. ۲۰۰۴. Effect of drought stress on soluble carbohydrate,chlorophyll and Proline in four adopted wheat cultivars with various climate of Iran. Iranian Journal of Agricultural Science, ۳۵: ۷۵۳-۷۶۳.

Anonymous. ۱۹۹۳. Standards for the use or disposal of sewage sludge. Environmental Protection Agency, ۳۴۸pp.

ChangoG.and McVetty P.B.E. ۲۰۰۱. Relationship of physiologicalcharacters to yieldparameters in oilseed rape. Canadian Journal of Plant Science, ۸۱: ۱-۶.

Eghball B., GintingD. and GilleyJ.E. ۲۰۰۴. Residual effect of manure and compost application on maize production and soil properties. Agronomy Journal, ۹۶: ۴۴۲-۴۴۷.

Elizamar Ciriaco D.S., Rejane Jurema M.C.N., Marcelle Almedia D.S. and Manoel Banderia D.A. ۲۰۱۱. Drought stress and plant nutrition. Plant Stress, ۵(۱): ۳۲-۴۱.

Ghosh P.K., Ramesh P., Bandyopadhay K.K., Tripathi A.K., Hati K.M. and Misra A.K. ۲۰۰۴. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology, ۹۵ (۱): ۷۷-۸۳.

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. ۲۰۰۴. Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.

Jin J., Wang G., Liu X., Pan X., Herbert S.J. and Tang C. ۲۰۰۶. Interaction between phosphorus nutrition and drought on grain yield and assimilation of phosphorus and nitrogen in two soybean cultivars differing in protein concentration in grains. Journal of Plant Nutrition, ۲۹(۸): ۱۴۳۳-۱۴۴۹.

Kannan R.L, Dhivya M., Abinaya D., Lekshmi Krishna R. and Krishnakumar S. ۲۰۱۳. Effect of integrated nutrient management on soil fertility and productivity in maize. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., ۲(۸): ۶۱-۶۷.

Marschner H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants. (۲nd Ed). Academic Press, USA.

Shah S., Xin L., Yang C., Lu Z., Shah F., Saddam H., Arooj S. and Yajun C. ۲۰۱۴. Silicon application increases drought tolerance of *Kentucky Bluegrass* by improving plant water relationsand morphophysiological functions. The Scienti c World Journal, ۱۰ pp.

Singh R.P. and AgrawalM. ۲۰۰۸. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. Waste Management, ۲۸: ۳۴۷-۳۵۸.

Waraich E.A., Ahmad R., Saifullah A.M. and EhsanullahY. ۲۰۱۱. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants,Australian Journal of Crop Science, ۵(۶): ۷۶۴-۷۷۷.

Yuncai H. and Schmidhalter U. ۲۰۰۵. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal Plant of Nutrition and Soil Science, ۱۶۸: ۵۴۱-۵۴۹.

Abstract

In terms of drought stress, in addition to reducing water absorption, availability and absorption of nutrients is also limited. Balanced and integrated plant nutrition as a method of the soil fertility sustainable management in different environmental stresses are known. This study was conducted for evaluating the effect of irrigation time at two levels (irrigation after ۶۰ and ۱۵۰ mm evaporation from class-A pan), triple superphosphate at three levels (۰, ۱۰۰

and ۲۰۰ kg per hectare) and composting of sewage sludge at four levels (۰, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ tons per hectare) on some morphological and physiological characteristics of the oil sunflower under field conditions. The results showed that the effect of interaction between irrigation and compost on plant height, leaf area index and chlorophyll were significant and the effect of compost and superphosphate on height, diameter, leaf area index and chlorophyll were significant. interaction between irrigation time, P, compost was significant only in leaf area index. Integrated nutrition of compost and superphosphate reduces the negative effects of drought stress.