نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۷۶-۱۲۶۴

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1264-1276

اثر غرقاب، لجن فاضلاب و کود دامی بر ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان در یک خاک شن لومی

نصرت اله نجفی[1*]- سنیه مردمی[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱۴
تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۳۰

چکیده

تأثیر مدت غرقاب شدن خاک، منبع و مقدار کود آلی بر ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط گلخانه‌ای بررسی گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار شامل مدت غرقاب در پنج سطح (۰، ۲، ۴، ۸، ۲۲ روز) و منبع و مقدار کود آلی در پنج سطح (شاهد، ۱۵ گرم کود گاوی، ۳۰ گرم کود گاوی، ۱۵ گرم لجن فاضلاب و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک) انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش مدت غرقاب شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه کاهش یافتند ولی ارتفاع گیاه و قطر ساقه در محل طوقه افزایش یافتند و سطح برگ‌ها تغییر معنی‌داری نکرد. با کاربرد هر دو کود آلی شاخص کلروفیل، سطح برگ‌ها، قطر ساقه در محل طوقه، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه افزایش یافتند ولی ارتفاع گیاه تغییر معنی‌داری نکرد. اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر شاخص کلروفیل برگ‌ها، سطح برگ و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. بیشترین وزن تر بخش هوایی و ریشه و سطح برگ‌ها در تیمار بدون غرقاب و کاربرد ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید. لجن فاضلاب رشد بخش هوایی و ریشه آفتابگردان را بیشتر از کود گاوی افزایش داد. حساسیت ماده خشک بخش هوایی آفتابگردان به تنش غرقاب بیشتر از ماده خشک ریشه بود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، رشد، غرقاب، کود آلی، لجن فاضلاب

مقدمه

پدیده گرمایش جهانی یکی از علل وقوع بارش‌ها به‌صورت رگبار است. این پدیده در کنار عواملی همچون بارندگی بیش از حد، سیلاب و آبیاری نادرست سبب غرقاب شدن زمین‌های کشاورزی می‌گردد که این امر امنیت غذایی جامعه جهانی را مورد تهدید قرار می‌دهد. اگرچه کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است اما هر ساله زمین‌های زیادی بر اثر عوامل مختلف از جمله بارندگی بیش از حد، بالا آمدن آب رودخانه‌ها و سیلاب، آبیاری نادرست و شیب کم زمین دچار مشکل غرقاب می‌شوند. همچنین یکی از پی‌آمدهای پدیده گرمایش جهانی وقوع بارندگی‌ها به‌صورت رگبار می‌باشد که سبب ایجاد سیل و غرقاب شدن خاک‌ها در دشت‌ها می‌گردد (۳ و ۴). با غرقاب شدن خاک، بیشتر گونه‌های گیاهی سازش نیافته با شرایط غرقاب، در مدت چند روز نشانه‌های آسیب‌دیدگی را نشان می‌دهند. کاهش یا توقف رشد طولی ساقه و زرد شدن برگ‌های پایین گیاه بر اثر کمبود نیتروژن از اولین نشانه‌ها هستند. پاسخ گیاهان به غرقاب بسته به ژنوتیپ، مرحله رشد گیاه، طول دوره غرقاب، شرایط محیطی، ویژگی‌های خاک از جمله pH، درصد ماده آلی و دمای خاک متفاوت است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تفاوت‌های زیادی از نظر تحمل غرقاب در میان گونه‌های مختلف گیاهان و نیز در داخل گونه‌ها وجود دارد (۱۸، ۲۰ و ۲۲).

آفتابگردان یکی از چهار گیاه روغنی مهم یک‌ساله‌ای است که برای تهیه روغن خوراکی و تغذیه دام کشت می‌شود. رطوبت اضافی برای آفتابگردان در هر مرحله از رشد مضر است و میزان خسارت مستقیماً به طول دوره غرقاب شدن خاک بستگی دارد. دوره‌های کوتاه ۳-۲ روزه بر بوته‌های جوان‌تر تأثیر جدی‌تری دارند تا بر بوته‌های پیرتر و زیان چند دوره کوتاه غرقاب از یک دوره منفرد ۷-۳ روزه کمتر است (۷).

با توجه به آهنگ رشد جمعیت و روند رو به افزایش مصرف

۱و۲- به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: n-najafi@tabrizu.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

چربی‌ها و روغن‌ها، در کشورمان تنگناهایی در تأمین نیاز مصرف‌کنندگان وجود دارد که یکی از عمده‌ترین این مشکلات تولید ناچیز دانه‌های روغنی از جمله آفتابگردان در کشور است (۷). امروزه برای افزایش میزان محصول در واحد سطح، مصرف انواع کودهای شیمیایی و آلی در کشت این محصول رایج گشته است. از طرفی، مقدار مواد آلی در خاک‌های کشورمان اغلب کمتر از یک درصد است. منابع سنتی مواد آلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود بوده و منحصر به کودهای دامی و گاهی کود سبز است. این منابع محدود به هیچ‌وجه پاسخ‌گوی نیاز روزافزون بخش کشاورزی به کودهای آلی نیست (۵). لجن فاضلاب یکی از موادی است که به عنوان کود آلی در زمین‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بر خواص فیزیکی، شیمیایی و غلظت عناصر به‌ویژه نیتروژن و فسفر خاک اثر می‌گذارد (۹). لجن فاضلاب دارای مقادیر فراوانی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است و می‌تواند به‌عنوان یک کود آلی در کشاورزی مصرف گردد. کاربرد لجن فاضلاب سبب افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردد (۱). این افزایش با غنی بودن لجن فاضلاب از عناصر غذایی ارتباط دارد. از طرفی وجود مقدار فراوانی ماده آلی در ترکیب لجن فاضلاب ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله پایداری خاکدانه‌ها، تهویه و رطوبت خاک را برای رشد بهتر گیاهان بهبود می‌بخشد (۱، ۱۰ و ۲۶). بررسی‌ها نشان داده است که با افزودن ماده آلی به خاک، پتانسیل ریداکس در طول دوره غرقاب بیشتر کاهش می‌یابد (۱۱ و ۱۶).

در این تحقیق، تأثیر غرقاب و کودهای آلی بر ویژگی‌های رشد گیاه آفتابگردان در شرایط گلخانه‌ای بررسی گردید. با توجه به اینکه شدت تأثیر غرقاب بر رشد گیاه به مقدار مواد آلی خاک بستگی دارد، انتظار این است که اثر متقابل غرقاب و کاربرد کود آلی بر رشد گیاه معنی‌دار شود. لذا، یکی از هدف‌های این تحقیق بررسی تأثیر کودهای آلی بر کاهش اثر تنش غرقاب بر رشد گیاه آفتابگردان در یک خاک شن لومی بود. بررسی منابع نشان داد که در این زمینه در ایران و دنیا تحقیقات بسیار کمی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در تابستان و پائیز ۱۳۸۷ انجام گردید. گیاهان در گلدان‌های حاوی ۲/۵ کیلوگرم خاک با بافت شن لومی رشد کردند. علت انتخاب خاک سبک بافت این بود که در پایان دوره رشد، جمع‌آوری سیستم ریشه‌ای گیاه و جداسازی آنها از خاک تسهیل گردد. خاک مورد نظر از ایستگاه تحقیقات خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انتخاب گردید و از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. بعد از هواخشک کردن و عبور دادن از الک دو میلی‌متری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم خاک تعیین گردید (۱۵ و ۲۳) که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. کودهای آلی مورد استفاده شامل لجن فاضلاب از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر میانه و کود گاوی از ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه گردید. ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده تعیین گردید (۲۳ و ۲۴) که نتایج مربوطه در جدول ۲ ارائه شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار، شامل مدت غرقاب شدن خاک در پنج سطح (۰، ۲، ۴، ۸، ۲۲ روز) و منبع و مقدار کود آلی در پنج سطح (شاهد، ۱۵ گرم کود گاوی، ۳۰ گرم کود گاوی، ۱۵ گرم لجن فاضلاب و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر هر کیلوگرم خاک) بود. کودهای آلی به میزان ۱۵ و ۳۰ گرم به هر کیلوگرم خاک (معادل ۳۰ و ۶۰ تن بر هکتار) قبل از کشت افزوده شد و با خاک کاملاً مخلوط گردید (۲۵). شش عدد بذر جوانه‌دار شده آفتابگردان رقم محلی قلمی در هر گلدان کشت شد و در مرحله دو برگی به دو گیاه در هر گلدان تنک گردید (۱۸). مدت زمان غرقاب ۰، ۲، ۴، ۸ و ۲۲ روز بود که در مرحله شش برگی اعمال شد (۲۱). ارتفاع آب در سطح خاک حدود سه سانتی‌متر بود که با کاربرد روزانه آب در این سطح نگهداری می‌شد (۱۸). در پایان هر یک از دوره‌های غرقاب، گلدانها با ایجاد سوراخ‌هایی در ته آنها زهکشی شدند و زه‌آب آنها جمع‌آوری شد و در مراحل بعدی رشد با آب زه‌آب آبیاری شد تا شوری و غلظتهای عناصر غذایی تغییر نکرده باشند. پس از زهکشی اجازه داده شد تا گیاهان به رشد خود ادامه دهند (حدود ۳۵ روز) تا معلوم شود، اثر غرقاب با گذشت زمان برطرف می‌شود یا این که تا مدت طولانی باقی می‌ماند. در پایان دوره رشد، قرائت دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD-502, Minolta, Japan)، ارتفاع گیاه با متر و قطر ساقه در محل طوقه با کولیس ورنیه تعیین گردید. دستگاه کلروفیل‌سنج غلظت نسبی کلروفیل را بدون تخریب برگ و سریع به‌صورت یک عدد نشان می‌دهد و به اختصار شاخص کلروفیل برگ‌ها نامیده می‌شود. برای این منظور از هر بوته شاخص کلروفیل چهار برگ تعیین گردید (هشت برگ در هر گلدان) و میانگین آنها برای هر گلدان محاسبه شد. سپس گیاهان از محل طوقه برداشت شده و سطح برگ‌ها با دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter-LI COR, model Li-1300) اندازه‌گیری شد. پس از تعیین وزن تر بخش هوایی، ریشه از خاک جدا شده و وزن تر آن نیز با ترازوی ۰/۰۰۱g± تعیین گردید. سپس ریشه و بخش هوایی گیاهان با آب مقطر شسته شدند و در داخل دستگاه خشک‌کن نمونه‌های گیاهی با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت نگهداری و خشک شدند. سپس وزن خشک ریشه و بخش هوایی با ترازوی ۰/۰۰۱g± تعیین گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

گروه بافت	آهک (٪)	ماده آلی (٪)	pH (۱:۱)	EC ($dS\ m^{-1}$)	Na	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb
					($mg\ kg^{-1}$)								
شن‌لومی	ناچیز	۰/۱۱	۷/۶۳	۰/۱۱	۸۱/۷	۲۵۰	۱۷/۱	۱/۸	۱/۱	۱/۳	۰/۳	۰/۴	۳/۴

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی کود دامی و لجن فاضلاب مورد استفاده

	pH (1:2)	$EC_{(1:2)}$ ($dS\ m^{-1}$)	OC (٪)	N (٪)	Na	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb
							($mg\ kg^{-1}$)						
کود گاوی	۸/۷	۲۱/۲	۱۵	۰/۹	۵۸۱۲	۳۸۱۲	۱۸۸	۶	۴	۲	۱۰	۰/۴	۳
لجن‌فاضلاب	۶/۲	۴/۱	۳۰	۲/۰	۶۷۶	۱۶۱۲	۴۷۵	۳۲	۲۷	۴۵	۲۸	۰/۹	۱۴

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای در جدول ۱ و برخی ویژگی‌های شیمیایی کود گاوی و لجن فاضلاب مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شده است.

شاخص کلروفیل برگ‌ها

غلظت کلروفیل برگ‌ها شاخص مستقیم سلامتی گیاه و وضعیت رشد آن و شاخصی از فعالیت فتوسنتزی برگ می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مدت غرقاب شدن خاک شاخص کلروفیل برگ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و بیشترین مقدار این صفت در سطح بدون غرقاب و کمترین آن در سطح ۲۲ روز غرقاب مشاهده گردید (جدول ۳). مشاهدات گلخانه‌ای نشان داد که با غرقاب شدن خاک، به علت ضعیف بودن سیستم ریشه‌ای گیاه در مرحله شش برگی و نیز سبک بودن بافت خاک، گیاهان آفتابگردان حالت ایستادگی خود را از دست داده، خم شده و افتادند. لذا، برای راست نگه‌داشتن آنها از تکیه‌گاه استفاده شد. این پدیده نشان می‌دهد که اگر در شرایط مزرعه و در مرحله پنج برگی گیاه آفتابگردان، خاک مزرعه برای مدت چند روز غرقاب شود، بر اثر افتادن گیاه در داخل آب غرقاب و احتمالاً گندیدگی و پوسیدگی آن، ممکن است افت شدید عملکرد مشاهده گردد. پس از چند روز غرقاب، برگ‌های پایین گیاه پیر شدند که با نتایج کنل و همکاران (۱۳) مطابقت داشت. آنان این پدیده را به کمبود نیتروژن نسبت دادند. ترافت و دریو (۲۸) گزارش دادند که پس از چند روز غرقاب، توقف رشد و تنفس ریشه، به افت شدید جذب و جابجایی مواد غذایی منجر می‌شود. جلوگیری از جذب مواد غذایی و به دنبال آن کمبود مواد غذایی مسئول مستقیم افزایش پیری بیش از اندازه برگ‌ها در گیاهان غرقاب شده می‌باشد. آنان بیان داشتند که نشانه‌های پیری برگ‌ها، که بر اثر غرقاب ایجاد شده است، با کاربرد روزانه نیتروژن بر سطح خاک غرقاب، که در آن ریشه‌های تازه در حال رشد هستند، قابل‌پیشگیری است. به عقیده بوتریل و همکاران (۱۲) از میان عناصر پرمصرف، نیتروژن و از میان عناصر کم‌مصرف منگنز، بیشترین تأثیر را بر تشکیل کلروفیل دارند. توانایی گیاه در حفظ کلروفیل خود در شرایط غرقاب به عنوان یک سازوکار تحمل گیاه در این شرایط محسوب می‌شود که در گیاهان متحمل غرقاب مشاهده می‌گردد (۲).

نتایج نشان داد که با افزایش مصرف هر دو کود آلی شاخص کلروفیل برگ‌ها افزایش یافت. بیشترین شاخص کلروفیل برگ‌ها در دو سطح ۱۵ و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین آن در سطح بدون کود آلی (شاهد) بود که با سطح ۱۵ گرم کود دامی بر کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۳). بنابراین، افزایش شاخص کلروفیل برگ‌ها با کاربرد لجن فاضلاب بیشتر از کود دامی بود. با توجه به جدول ۲ به‌نظر می‌رسد که برتری لجن فاضلاب بر کود دامی به‌دلیل داشتن pH، EC و غلظت سدیم کمتر و بیشتر بودن کربن آلی، غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی قابل‌جذب آن می‌باشد.

اثر متقابل غرقاب و کودهای آلی بر شاخص کلروفیل برگ‌ها معنی‌دار بود (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأثیر مدت غرقاب بر شاخص کلروفیل برگ‌ها به نوع ماده آلی و مقدار آن بستگی داشت. در سطح دو روز غرقاب، بیشترین شاخص کلروفیل برگ‌ها در دو سطح ۱۵ و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده شد که با شاهد و سطوح کود گاوی تفاوت معنی‌داری داشتند. در سطح ۲۲ روز غرقاب بیشترین شاخص کلروفیل برگ‌ها در سطح ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین آن در سطح ۱۵ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید.

شکل ۱ نشان می‌دهد که افزودن کودهای آلی در شرایط غرقاب شاخص کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد که به معنای افزایش غلظت کلروفیل برگ‌ها، افزایش شدت فتوسنتز و رشد گیاه بود. در ۲۲ روز غرقاب، میان شاخص کلروفیل و سطوح کود دامی رابطه $Chl=34.794-0.0767(Manure)$ با $r^2=0.9999$ مشاهده گردید در حالی که چنین رابطه معکوسی در سایر زمان‌های غرقاب میان سطوح

Archive of SID

www.SID.ir

کود آلی و مدت غرقاب مشاهده نگردید. به‌نظر می‌رسد روند کاهشی شاخص کلروفیل با افزایش سطوح کود دامی ناشی از تولید مواد سمی برای رشد گیاه در تیمار ۲۲ روز غرقاب می‌باشد؛ چون کود دامی مورد استفاده به‌طور کامل نپوسیده بود و دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای کاه و کلش بود در حالی که مواد آلی لجن فاضلاب کاملاً پوسیده شده بود. مارشنر (۲۰) بیان داشت که در غرقاب طولانی مدت خاک، بر اثر تجزیه مواد آلی به‌وسیله ریزجانداران خاک به‌ویژه پس از افزودن بقایای گیاهی، ترکیبات فنلی و اسیدهای چرب تصعید شونده انباشته می‌شوند و بر متابولیسم ریشه و رشد آن اثر مضر دارند.

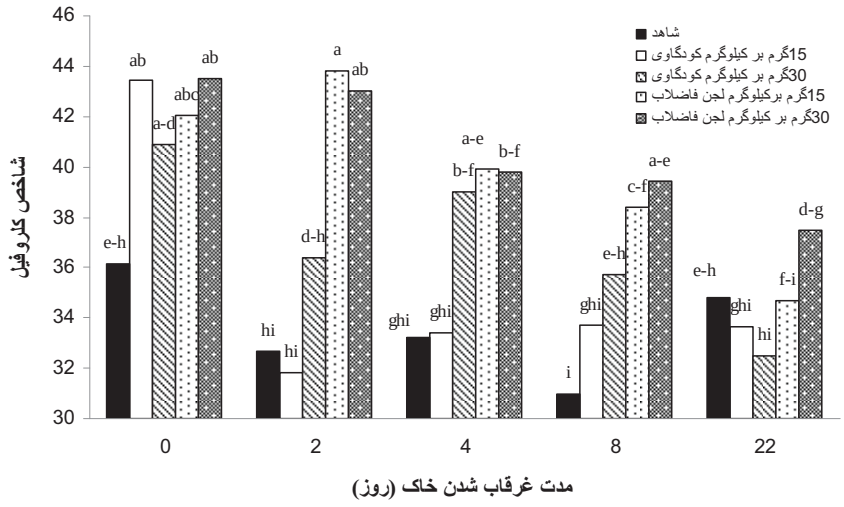
سطح برگ‌ها در هر گلدان

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح برگ‌ها در هر گلدان با افزایش مدت غرقاب شدن خاک کاهش یافت. بیشترین مقدار سطح برگ‌ها در هر گلدان در سطح بدون غرقاب (شاهد) و کمترین آن در سطح ۸ روز غرقاب بود و با سطح ۲۲ روز غرقاب تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). گراسینیا و همکاران (۱۸) نیز کاهش سطح برگ گیاه آفتابگردان در شرایط غرقاب را گزارش نمودند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های شاخص کلروفیل، سطح برگ، ارتفاع و قطر ساقه تحت اثر غرقاب و کودهای آلی

	شاخص کلروفیل	سطح برگ (dm^2)	ارتفاع گیاه (cm)	قطر ساقه در محل طوقه (cm)
مدت زمان غرقاب (روز)				
صفر	۴۱/۲a	۱۴/۹۵ a	۱۲۴ c	۰/۸۶ c
۲	۳۷/۵b	۱۴/۴۴ ab	۱۳۹ b	۱/۰۵ a
۴	۳۷/۰ bc	۱۵/۰۸ a	۱۳۴ b	۱/۰۹a
۸	۳۵/۶ cd	۱۳/۵۳b	۱۴۲ ab	۰/۹۶b
۲۲	۳۴/۶ d	۱۴/۷۵ ab	۱۴۹ a	۰/۹۱ bc
منبع و مقدار کود آلی				
شاهد	۳۳/۵ c	۱۱/۳۲ c	۱۳۹a	۰/۸۷c
کودگاوی (15g/kg)	۳۵/۲bc	۱۱/۹۴ c	۱۳۷ a	۰/۹۵bc
کودگاوی (30g/kg)	۳۶/۸ b	۱۴/۹۶ b	۱۳۸a	۰/۹۳c
لجن فاضلاب(15g/kg)	۳۹/۷a	۱۳/۷۷b	۱۳۹a	۱/۰۷a
لجن فاضلاب(30g/kg)	۴۰/۶a	۲۰/۷۶a	۱۳۴ a	۱/۰۳ab

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱- اثر متقابل غرقاب و کودهای آلی بر شاخص کلروفیل برگ‌های آفتابگردان

www.SID.ir

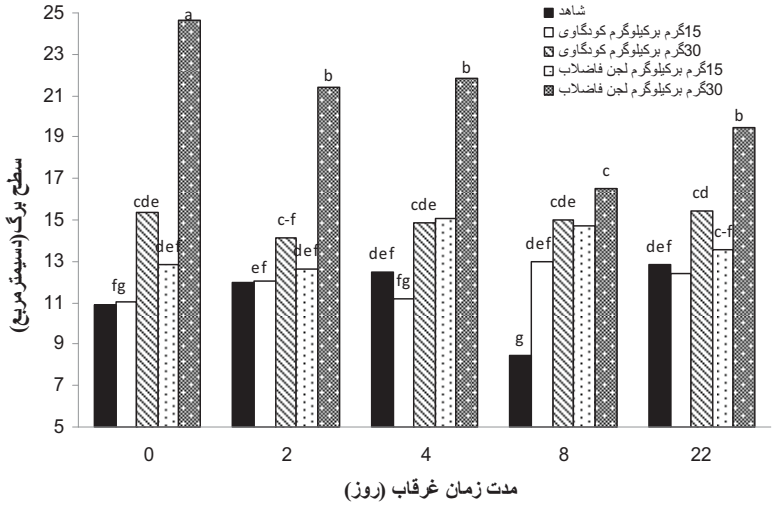
سوجکا و همکاران (۲۷) دریافتند که کاهش مقدار اکسیژن خاک در شرایط غرقاب، سطح برگ را کاهش داد. اورچارد و جسوپ (۲۱) مشاهده کردند که با غرقاب شدن خاک، سطح برگ در گیاه آفتابگردان و سورگوم به‌تدریج کاهش یافت. آنان بیان کردند که گیاه در مقابل غرقاب شدن خاک از خود سازگاری نشان می‌دهد و با سازوکارهای هورمونی میزان نیاز خود به اکسیژن را کم می‌کند که از جمله آنها کاهش سطح برگ و کاهش تعداد روزنه‌های هوایی گیاه است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح برگ‌ها در هر گلدان با کاربرد هر دو نوع کود آلی و با افزایش سطوح هر یک از آنها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). افزایش سطح برگ گیاهان با کاربرد هر دو نوع کود آلی را می‌توان ناشی از غنی بودن کودهای آلی استفاده شده از عناصر مورد نیاز گیاه دانست (جدول ۲). گیاهان در مقادیر بیشتر کودهای آلی، وضعیت رشدی بهتری داشته، بوته‌های آنها قوی‌تر و برگ‌های آنها نیز ابعاد بزرگتری داشتند. بیشترین سطح برگ‌ها با کاربرد ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک بدست آمد. چن و همکاران (۱۴) دریافتند که میزان تأمین عنصر نیتروژن در تولید هورمون سیتوکینین مؤثر است. با توجه به نقش این هورمون در رشد و توسعه سلولی به‌نظر می‌رسد افزایش شاخص‌های رشد گیاه از جمله سطح برگ گیاه مربوط به غنی بودن کودهای آلی و به‌ویژه لجن فاضلاب از عناصر پرمصرف نظیر نیتروژن و فسفر می‌باشد (جدول ۲).

اثر متقابل غرقاب و منبع و مقدار کود آلی بر سطح برگ‌های آفتابگردان در شکل ۲ ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که کاهش سطح برگ‌ها بر اثر غرقاب فقط در تیمارهای شاهد و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید و در سایر تیمارها این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. همچنین، با افزودن۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک، در تمامی سطوح غرقاب سطح برگ‌ها نسبت به شاهد (بدون کود آلی) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با این حال، بیشترین سطح برگ‌ها مربوط به تیمار ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و بدون غرقاب بود.

ارتفاع گیاه

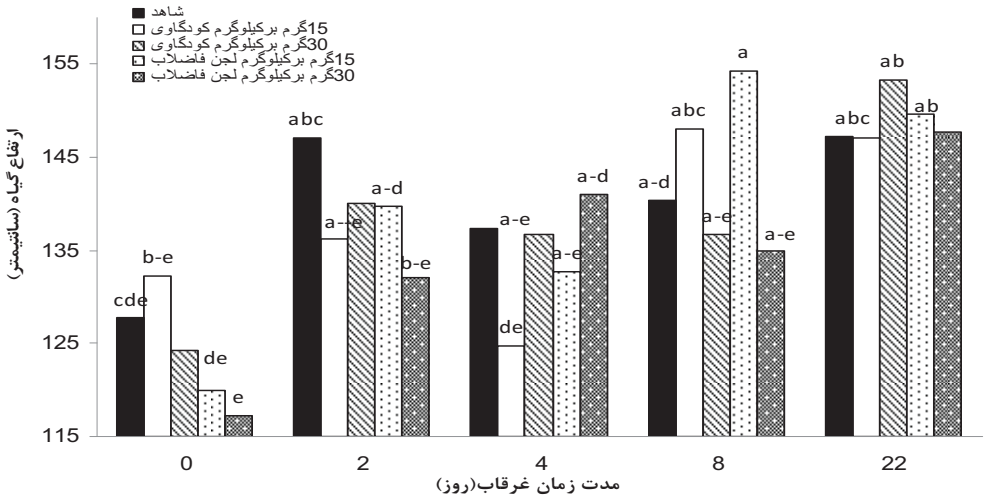
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مدت غرقاب شدن خاک ارتفاع گیاه افزایش یافت. مشاهدات گلخانه‌ای نشان داد که گیاهان در معرض غرقاب در قسمتهای بالای طوقه نازکتر بودند. بر خلاف نتایج این بررسی، اورچارد و جسوپ (۲۱) کاهش ارتفاع گیاه سورگوم و آفتابگردان را پس از غرقاب شدن خاک گزارش نمودند. ترافت و دریو (۲۸) جلوگیری از جذب مواد غذایی و به دنبال آن کمبود مواد غذایی را مسئول مستقیم توقف رشد ساقه در گیاهان در معرض غرقاب اعلام کردند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود (جدول ۳). مشاهده گردید که با کاربرد هر دو نوع کود آلی و افزایش سطوح آنها، ارتفاع گیاه تغییر معنی‌داری نکرد بلکه قطر ساقه آنها افزایش یافت (جدول ۳). همچنین، اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر ارتفاع گیاه آفتابگردان معنی‌دار نبود (شکل ۳).



شکل ۲- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر سطح برگ‌های آفتابگردان

Archive of SID

www.SID.ir

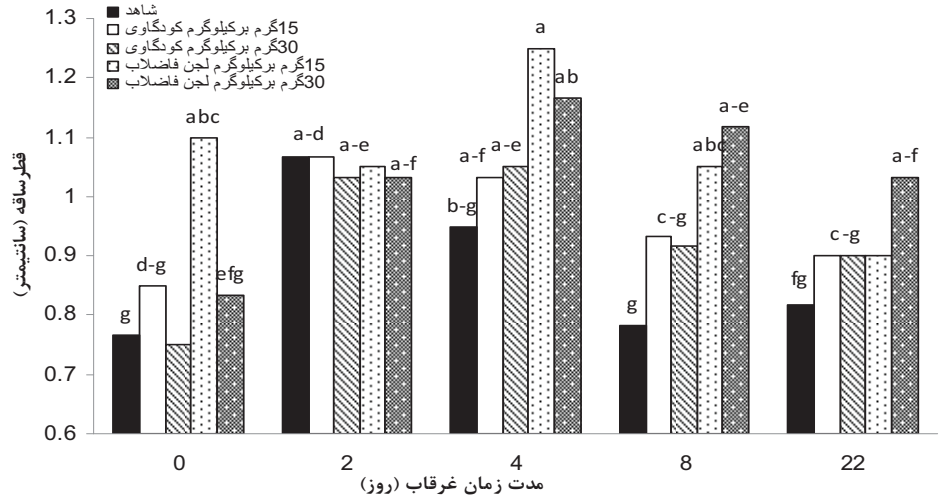


شکل ۳- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر ارتفاع گیاه آفتابگردان

قطر ساقه در محل طوقه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مدت غرقاب شدن خاک، قطر ساقه در محل طوقه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی مجدداً کاهش یافت. کمترین مقدار این صفت در شرایط بدون غرقاب بود هر چند با سطح ۲۲ روز غرقاب تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). افزایش قطر ساقه در محل طوقه بر اثر غرقاب به تشکیل پارانشیم هوایی در محل طوقه نسبت داده می‌شود. با ادامه یافتن شرایط غرقاب گاز اتیلن در خاک تجمع می‌یابد که تشکیل پارانشیم هوایی در ساقه را تحریک می‌نماید و باعث افزایش قطر ساقه در محل طوقه می‌گردد. تشکیل پارانشیم هوایی یک کانال تبادل گازی درونی از بخش هوایی به ریشه‌ها ایجاد می‌کند. هوا از راه روزنه‌های روی ساقه وارد شده و از راه شبکه پارانشیم هوایی به ریشه غرقاب می‌رسد (۲).

این نتایج نشان می‌دهد که با غرقاب شدن خاک در مرحله پنج برگی گیاه آفتابگردان، اثر غرقاب بر قطر ساقه در محل طوقه تا پایان دوره رشد باقی می‌ماند. نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی بر قطر ساقه در محل طوقه در هر دو زمان اندازه‌گیری اثر معنی‌دار نداشت ولی کاربرد لجن فاضلاب قطر ساقه در محل طوقه را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۳)؛ به طوری که گیاهان در دو سطح ۱۵ و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک نسبت به سایر تیمارها بوته‌های قوی‌تری داشتند که دلیل این پدیده قبلاً در قسمت شاخص کلروفیل بیان گردید. ماهیدیا (۱۹) بیان داشت که عناصر موجود در لجن فاضلاب به تدریج آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و باعث رشد بیشتر گیاه می‌گردد. اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر قطر ساقه در محل طوقه معنی‌دار نبود (شکل ۴).



شکل ٤- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر قطر ساقه در محل طوقه آفتابگردان

Archive of SID

www.SID.ir

وزن تر و خشک بخش هوایی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افـزایش مـدت غرقـاب شـدن خاک وزن تر بخش هوایی گیاه کاهش یافت به‌طـوری کـه کمتـرین وزن تر بخش هوایی گیاه در سطح ۲۲ روز غرقـاب و بیـشترین آن در سطح بدون غرقاب (شاهد) بود (جدول ۴). این نتایج با گزارش قبـادی و همکاران (۶) مطابقت داشت. آنان بیان داشتند که کاهش رشد گیـاه با شرایط غرقابی به‌صورت خطـی نبـوده بلکـه شـدت کـاهش آن بـا افزایش مدت ماندابی کمتر می‌شود. همچنین، با افزایش مـدت زمـان غرقاب وزن خشک بخش هوایی گیاه کاهش یافت. اورچارد و جسوپ (۲۱) و گراسینیا و همکاران (۱۸) نیز گـزارش نمودنـد کـه بـا غرقـاب شدن خاک وزن خشک بخش هوایی گیاه آفتابگردان کـاهش یافـت. آنان اصلی‌ترین علت کاهش وزن خشک بخش هوایی را صدمه ناشی از تنش کمبود اکسیژن بر گیاه بیان نمودند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاربرد هر دو نوع کود آلی وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه افزایش یافت. میان دو سـطح ۱۵ و ۳۰ گرم هر دو نوع کود آلی از نظر تأثیر بر وزن تر بخـش هـوایی تفـاوت معنی‌دار وجود نداشت. از نظر تأثیر بر وزن خشک بخش هوایی، میـان دو سطح ۱۵ و ۳۰ گرم لجن فاضلاب تفـاوت معنـی‌دار وجـود داشـت ولی میان دو سطح کود دامی تفاوت معنی‌دار وجود نداشـت. بیـشترین وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه در سطح ۳۰ گرم لجـن فاضـلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین آنها در سطح بدون کود آلی بـود (جـدول ۴). اقبال و همکاران (۱۷) نیز بیان داشتند که با افـزایش مقـدار کـود دامی مصرفی، وزن خشک گیاه ذرت افزایش یافت. واثقی و همکاران (۹) افزایش وزن خشک بخش هوایی گیاه گنـدم را بـا کـاربرد لجـن فاضلاب گزارش نمودند. اثر متقابل غرقاب و کـود آلـی بـر وزن تـر و خشک بخش هـوایی آفتـابگردان معنـی‌دار بـود. بیـشترین وزن تـر و خشک بخش هوایی مربوط به تیمار بدون غرقـاب و کـاربرد ۳۰ گـرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین آنها مربوط به تیمار ۲۲ روز غرقاب و بدون کود آلی بـود (شـکل‌هـای ۵ و ۶). شـکل‌هـای ۵ و ۶ نشان می‌دهند که کاربرد کودهای آلی در خاک اثر تـنش غرقـاب بـر رشد بخش هوایی گیاه آفتابگردان را کاهش می‌دهد.

وزن تر و خشک ریشه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد کـه بـا طـولانی شـدن مـدت زمـان غرقاب میانگین وزن تر ریشه مشابه وزن تر بخش هوایی گیاه کاهش یافت به‌طوری که کمتـرین وزن تـر ریـشه در سـطح ۲۲ روز غرقـاب مشاهده گردید. با طولانی شدن زمان غرقـاب، ریـشه‌هـای نابجـا یـا هوایی در محل طوقه تشکیل شد و در سطح آب غرقـاب و داخـل آن گسترش یافت به‌طوری که سطح خاک داخل گلدان پر از ریـشه‌هـای هوایی شده بود.

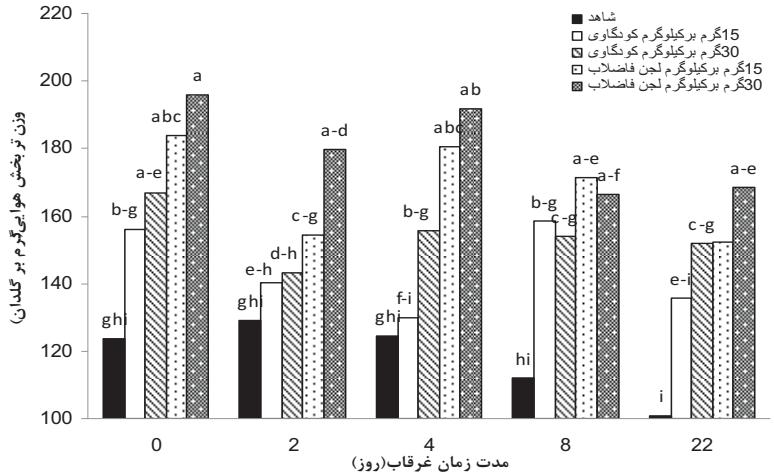
جدول ٤- مقایسه میانگین‌های وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه تحت اثر غرقاب و کودهای آلی

	وزن تر بخش هوایی (g/pot)	وزن خشک بخش هوایی (g/pot)	وزن تر ریشه (g/pot)	وزن خشک ریشه (g/pot)	نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه	نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه
مدت غرقاب (روز)						
صفر	۱۶۵/۴ a	۳۶/۰۰a	۸۷/۹۹ a	۸/۱۹ a	۱/۹۱ c	۴/۴۷ a
۲	۱۴۹/۳ b	۳۱/۸۱b	۵۳/۲۳ b	۸/۷۶ a	۳/۰۰ b	۳/۶۶ b
۴	۱۵۶ ab	۳۲/۸۹ab	۶۰/۳۰ b	۸/۰۴a	۲/۶۹ b	۴/۰۶ ab
۸	۱۵۳ab	۳۲/۴۷ab	۵۴/۸۱ b	۸/۳۶a	۲/۸۶ b	۳/۹۴ b
۲۲	۱۴۱/۹ b	۲۷/۵۲c	۳۵/۲۳ c	۷/۱۶ b	۴/۲۰ a	۳/۸۵ b
منبع و مقدار کود آلی						
شاهد	۱۱۸/۰c	۲۳/۶۷d	۴۰/۴۳b	۶/۸۸d	۳/۲۸a	۳/۵۳c
کودگاوی (15g/kg)	۱۴۴/۱b	۲۹/۰۹c	۵۸/۸۸a	۷/۵۳cd	۲/۶۵b	۳/۹۱bc
کودگاوی (30g/kg)	۱۵۴/۳b	۳۰/۵۵c	۵۹/۶۶ a	۸/۲۸ bc	۲//۸۶ab	۳/۷۶bc
لجن فاضلاب(15g/kg)	۱۶۸/۶a	۳۶/۶۸b	۶۳/۵۷a	۸/۷۰ab	۲/۹۹ab	۴/۲۲ab
لجن فاضلاب(30g/kg)	۱۸۰/۶a	۴۰/۷۰a	۶۹/۰۱a	۹/۱۲a	۲/۸۶ab	۴/۵۴a

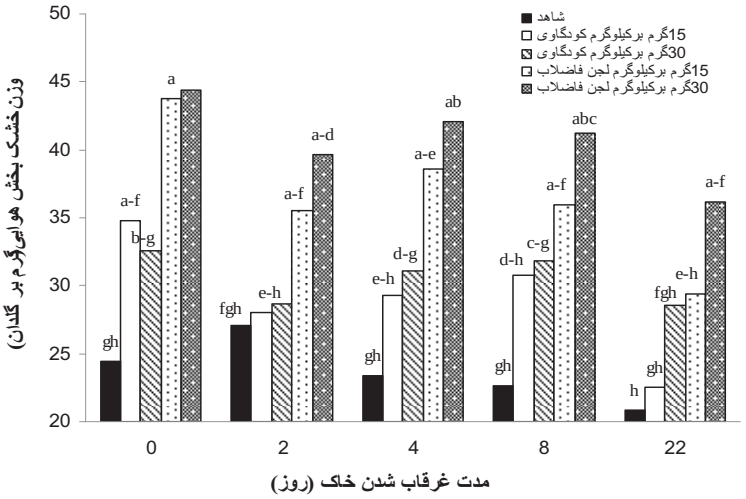
در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر وزن تر بخش هوایی آفتابگردان



شکل ٦- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر وزن خشک بخش هوایی آفتابگردان

به‌عقیده مارشنر (۲۰) تشکیل این ریشه‌ها یک سازوکار سازش گیاه به شرایط نامساعد غرقاب است که اجازه جایگزینی ریشه‌های اصلی با ریشه‌های جدید را می‌دهد. از آنجایی که این ریشه‌ها نزدیک سطح آب بوده و به ساقه و محل پارانشیم هوایی نزدیک‌تر هستند، نسبت به ریشه‌های اصلی اکسیژن بیشتری در اختیار دارند (۲). مارشنر (۲۰) بیان داشت که دو هورمون اکسین و اتیلن در تشکیل این ریشه-های نابجا نقش دارند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با ادامه شرایط غرقاب وزن خشک ریشه گیاه کاهش یافت و کمترین وزن خشک ریشه در گیاهانی مشاهده گردید که به مدت ۲۲ روز در شرایط غرقاب بودند. اورچارد و جسوپ (۲۲) مشاهده نمودند که با غرقاب شدن خاک، وزن خشک ریشه‌های دو گیاه آفتابگردان و سورگوم کاهش یافت. کمبود اکسیژن، رشد ریشه را به بخش‌های سطحی خاک محدود می‌کند و ریشه نمی‌تواند مانند شرایط مطلوب از حجم زیادی از خاک استفاده کند و رشد آن کاهش می‌یابد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد هر دو نوع کود آلی و در هر دو سطح مصرف شده، وزن تر و خشک ریشه را نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در سطح ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید هر چند که با برخی سطوح کود آلی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نداشت. واثقی و همکاران (۹) نیز افزایش ماده خشک ریشه گندم با کاربرد لجن فاضلاب را گزارش کردند.

اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر وزن تر و خشک ریشه آفتابگردان معنی‌دار بود (شکل‌های ۷ و ۸). این شکل‌ها نشان می-دهند که تأثیر غرقاب بر وزن تر و خشک ریشه بسته به نوع و سطح کود آلی مصرفی متفاوت بود. بیشترین وزن تر ریشه در تیمار بدون غرقاب و کاربرد ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین

www.SID.ir

آن در تیمار ۲۲ روز غرقاب و بدون کود آلی مشاهده گردید. بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۲ روز غرقاب و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین آن مربوط به تیمار ۸ روز غرقاب و بدون کود آلی است که تفاوت آن با برخی تیمارهای دیگر معنی‌دار نبود (شکل‌های ۷ و ۸). به‌نظر می‌رسد کمتر بودن وزن خشک ریشه در سطح ۸ روز غرقاب نسبت به سطح ۲۲ روز غرقاب ناشی از تشکیل ریشه‌های هوایی بیشتر در ۲۲ روز غرقاب بود که با افزایش مدت زمان غرقاب میزان تشکیل این ریشه‌های جدید و گسترش آنها در سطح خاک گلدان نیز افزایش یافت. همچنین، شکل‌های ۷ و ۸ نشان می‌دهند که روند تأثیر سطوح کودهای آلی مورد استفاده بر وزن تر و خشک ریشه بسته به مدت غرقاب متفاوت بود. در خاک‌های با مواد آلی زیاد غرقاب دراز مدت به تجمع ترکیباتی در خاک منجر می‌شود که عوامل تنش بوده و بر رشد ریشه اثر دارند. با توجه به اینکه در اکثر موارد عامل اصلی تنش برای گیاهان در خاک‌های غرقاب، کمبود اکسیژن است (۲۰)، به‌نظر می‌رسد علاوه بر تشکیل ترکیبات سمی برای گیاه در خاکهای با مواد آلی بیشتر در غرقاب طولانی مدت، مصرف اکسیژن خاک به‌وسیله ریزجانداران و تشدید بروز کمبود اکسیژن در این پدیده نقش داشته باشد؛ زیرا افزودن مواد آلی به خاک جمعیت ریزجانداران خاک را افزایش داده و اکسیژن بیشتری در خاک به‌وسیله تنفس آنها مصرف شده و بروز کمبود اکسیژن تشدید می‌شود. با این حال، شکل‌های ۷ و ۸ نشان می‌دهند که با کاربرد کودهای آلی شدت تأثیر تنش غرقاب بر رشد ریشه‌های آفتابگردان کاهش می‌یابد. این پدیده را اینگونه می‌توان توجیه کرد که در شرایط غرقاب قابلیت جذب عناصر غذایی نیتروژن و روی کاهش می‌یابد (۸). با توجه به جدول ۱ چون مقدار مواد آلی و در نتیجه نیتروژن و همچنین روی قابل جذب خاک مورد استفاده در این بررسی کم می‌باشد، با کاربرد کودهای آلی وضعیت تغذیه‌ای گیاه بهبود یافته و تحمل گیاه در برابر تنش غرقاب افزایش می‌یابد (۲۰).

نسبت وزن تر و خشک بخش هوایی به ریشه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مدت زمان غرقاب شدن خاک، نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه به تدریج افزایش یافت و در سطح ۲۲ روز غرقاب به حداکثر مقدار خود رسید هر چند که میان سطوح ۲، ۴ و ۸ روز غرقاب تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد که غرقاب شدن خاک، وزن تر بخش هوایی را کمتر از ریشه کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، حساسیت وزن تر بخش هوایی به تنش غرقاب کمتر از ریشه می‌باشد. با این حال، با افزایش مدت غرقاب، نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه کاهش یافت (جدول ۴) که نشان دهنده این است که ماده خشک بخش هوایی به تنش غرقاب حساستر از ریشه می‌باشد. به نظر می‌رسد این تفاوتها ناشی از خشبی بودن بخش هوایی نسبت به ریشه و تشکیل ریشه‌های نابجا در محل طوقه می‌باشد که دارای بافت پارانشیم هوایی هستند. تعداد زیادی از این ریشه‌ها از محل طوقه رشد کرده و در سطح و داخل آب غرقاب در داخل گلدان گسترش یافته بودند. با افزایش مدت غرقاب میزان تشکیل این ریشه‌ها افزایش می‌یابد.

نتایج نشان داد که نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه فقط با کاربرد ۱۵ گرم کود دامی بر کیلوگرم خاک به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و در سایر سطوح این کاهش معنی‌دار نبود در حالی که نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه با کاربرد هر دو کود آلی افزایش یافت و این افزایش در دو سطح لجن فاضلاب معنی‌دار بود (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد که با کاربرد لجن فاضلاب وزن خشک بخش هوایی بیشتر از وزن خشک ریشه‌ها افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که این پدیده ناشی از زیادی غلظت عناصر غذایی مختلف از جمله نیتروژن در لجن فاضلاب بود که رشد بخش هوایی را بیشتر از ریشه‌ها افزایش داد (۱۹). بیشترین نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه در سطح بدون کود آلی (شاهد) در حالی که بیشترین نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه با کاربرد ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک بدست آمد.

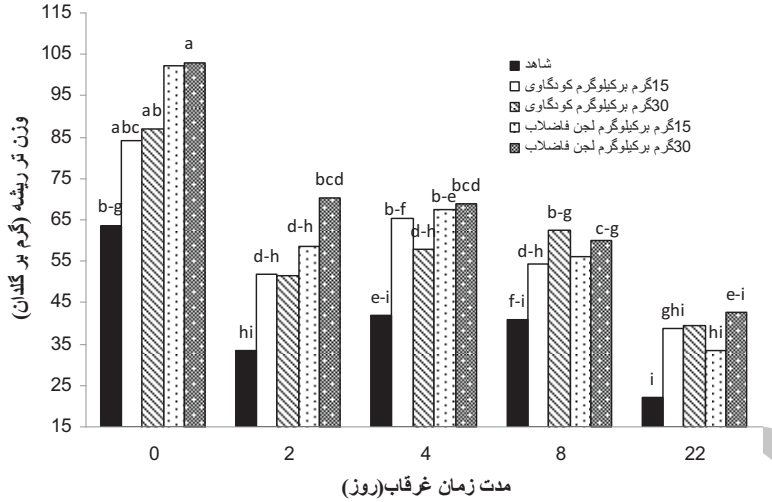
اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر نسبت وزن تر و خشک بخش هوایی به ریشه آفتابگردان در شکل‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده است. بیشترین نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه مربوط به تیمار ۸ روز غرقاب و ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار بدون غرقاب و بدون کود آلی بود هرچند تفاوت آن بر برخی تیمارها معنی‌دار نبود (شکل ۹). شکل ۱۰ نشان می‌دهد که تأثیر سطوح غرقاب بر نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه به سطوح کودهای آلی بستگی داشت و برعکس. در سطح بدون کود آلی بر اثر غرقاب نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه افزایش یافت سپس تقریباً ثابت باقی ماند. در دو سطح کود گاوی و سطح اول لجن فاضلاب غرقاب از نظر آماری تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه نداشت. در سطح دوم لجن فاضلاب، با افزایش طول مدت غرقاب نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه‌ها افزایش یافت هر چند که میان سطوح ۰، ۲، ۴ و ۸ روز غرقاب از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

نتیجه‌گیری

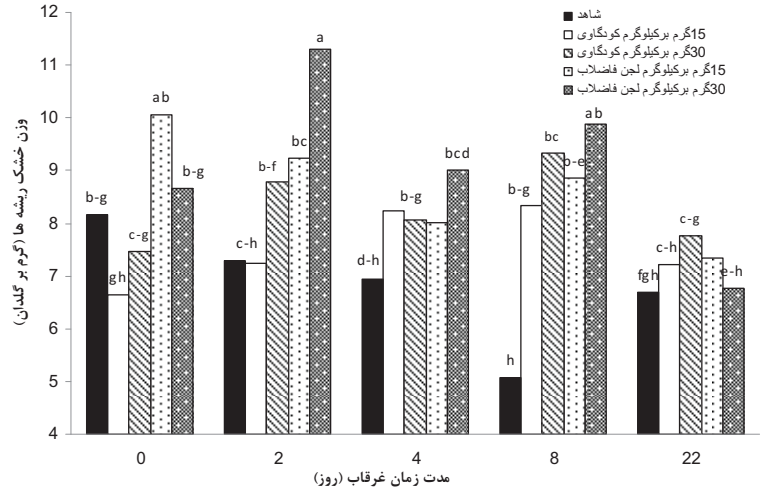
با افزایش مدت غرقاب شدن خاک شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه کاهش یافتند ولی ارتفاع گیاه و قطر ساقه در محل طوقه افزایش یافتند و سطح برگ‌ها تغییر معنی‌داری نکرد.

Archive of SID

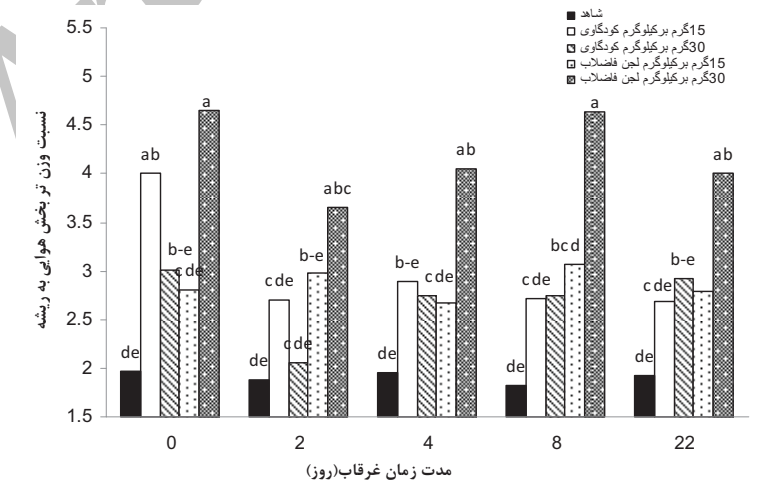
www.SID.ir



شکل ۷- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر وزن تر ریشه‌های آفتابگردان

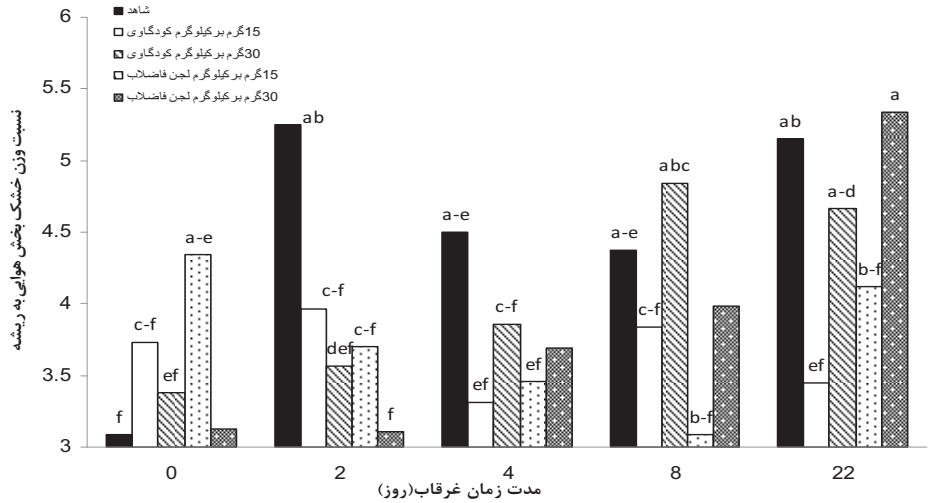


شکل ۸- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر وزن خشک ریشه آفتابگردان



شکل۹- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر نسبت وزن تر بخش هوایی به ریشه آفتابگردان

www.SID.ir



شکل ۱۰- اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه آفتابگردان

با کاربرد هر دو کود آلی شاخص کلروفیل، سطح برگ‌ها، قطر ساقه در محل طوقه، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه افزایش یافتند ولی ارتفاع گیاه تغییر معنی‌داری نکرد. اثر متقابل غرقاب و کود آلی بر شاخص کلروفیل برگ‌ها، سطح برگ و نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه معنی-دار بود ولی بر سایر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. بیشترین وزن تر بخش هوایی و ریشه و سطح برگ‌ها در تیمار بدون غرقاب و کاربرد ۳۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید. لجن فاضلاب رشد بخش هوایی و ریشه آفتابگردان را بیشتر از کود دامی افزایش داد. حساسیت ماده خشک بخش هوایی آفتابگردان به تنش غرقاب بیشتر از ماده خشک ریشه بود.

منابع

۱- افیونی م.، ریاضی‌نژاد ی. و خیامباشی ب. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به‌وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲ : ۳۰-۱۹.

۲- برومند ر.ز. و نظامی ا. ۱۳۸۶. واکنش‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه به تنش غرقاب. زیتون، ۱۸۳: ۴۲-۳۲.

۳- روزی طلب م. ح. ۱۳۸۶. اثر تغییر اقلیم در کشاورزی و پایداری خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک ایران. مجموعه مقالات دهمین‌کنگره علوم خاک ایران، ۴ تا ۶ شهریور، کرج، ایران.

۴- کافی م.، زند ا.، کامکار ب.، شریفی ح.ر. و گلدانی م. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران.

۵- کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاکهای ایران و نقش کود کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۰ تا ۱۳ شهریور، آموزشکده کشاورزی کرج، کرج، ایران.

۶- قبادی م.، بخشنده ع.، نادریان ح. و قبادی م. ۱۳۸۶. اثرات ماندابی خاک بر برخی عناصر موجود در دانه ارقام گندم بهاره. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحات ۳۸۷-۳۸۶. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

۷- میرنظامی ض.ح. ۱۳۸۰. فن آوری روغن و پالایش آن. نشر علوم دانشگاهی، تهران، ایران.

۸- نجفی ن. ۱۳۷۸. بررسی تغییرات الکتروشیمیایی در خاکهای شالیزاری شمال ایران و اثرات آن بر اشکال مختلف روی خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج، ایران.

۹- واثقی س.، افیونی م.، شریعتمداری ح. و مبلی م. ۱۳۸۳. اثر لجن فاضلاب بر غلظت تعدادی از عناصر غذایی و ویژگیهای شیمیایی خاک. آب و فاضلاب، ۱۶: ۲۲-۱۵.

10- Bauer A., and Black A.L. 1992. Organic carbon effect on available water capacity of three soil texture groups. Soil Science Society of American Journal, 56: 248-254.

11- Bonner F.T., and Ralston C.W. 1968. Oxidation reduction potential of forest soils. Soil Science Society of American Proceedings, 32: 111-112.

Archive of SID

www.SID.ir

12- Bottril D.E., Possigham J.V., and Kriedemann P.E. 1970. The effect of nutrient deficiencies on photosynthesis and respiration on spinach. Plant and Soil, 33: 424-438.
13- Cannell R.Q., Gales K., Snaydon R.W., and Suhail B.A. 1979. Effects of short-term warterlogging on the growth and yield of pea (*Pisum sativum*). Annals of Applied Biology, 93: 327-335.
14- Chen J.G., Cheng S.H., Cao W.X., and Zhou X. 1998. Involvement of endogenous plant hormones in the effect of mixed nitrogen source on growth and tillering of wheat. Journal of Plant Nutrition, 21: 87-97.
15- Dane J.H., and Topp G.C. 2002. Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods. ASA-CSSA-SSSA Publisher, USA.
16- Das M., Misra A.K., Sarkunan V., and Nayar P.K. 1993. Changes in Eh and pH of flooded soils as influenced by added chromium, iron, manganese and glucose. Journal of Indian Society of Soil Science 41: 548-550.
17- Eghbal B., Ginting D., and Gilley J.E. 2003. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy Journal, 96: 442-447.
18- Grassinia P., Indacoa G.I., Pereirab M.L., Hala A.J., and Troponia N. 2006. Responses to short-term waterlogging during grain filling in sunflower. Field Crops Research, 101: 352-363.
19- Mahidia U.N. 1981. Water Pollution and Disposal of Wastewater on Land. Teta-McGrow- Hill, New Delhi, India.
20- Marschner H. 2003. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, USA.
21- Orchard P.W., and Jessop R.S. 1984. The response of sorghum and sunflower to short-term waterlogging. I. Effects of stage of development and duration of waterlogging on growth and yield. Plant and Soil, 81: 119-132.
22- Orchard P.W., So H.B., and Jessop R.S. 1985. The response of sorghum and sunflower to short-term waterlogging. III. Root growth effects. Plant and Soil, 88: 421-430.
23- Page A.L., Miller R.H., and Keeney D.R. 1982. Methods of Soil Analysis; Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA-CSSA-SSSA Publisher, Madison, Wisconsin, USA.
24- Peters J. 2003. Recommended Methods of Manure Analysis. Cooperative Extension Publishing, University of Wisconsin, USA.
25- Sardoui J.S., Ronaghi A., Maftoun M., and Karimian N. 2003. Growth and composition of corn in three calcareous sandy soils of Iran as affected by applied phosphorus and manure. Journal of Agricultural Science and Technology, 5: 77-84.
26- Smith S.R. 1992. Sewage sludge and refuse composts as peat alternatives for conditioning impoverished soils. Journal of Horticultural Science, 67: 703-716.
27- Sojka R.E., Joseph H.A., and Stolzy L.H. 1972. Wheat response to short term heat stress and to soil oxygen stress at three stages of growth. Agronomy Journal, 64: 450-452.
28- Trought M.C.T., and Drew M.C. 1980. The development of waterlogging damage in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). I. Shoot and root growth in relation to changes in the concentration of dissolved gases and solutes in the soil solution. Plant and Soil, 54: 77-94.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1264-1276

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۲۷۶-۱۲۶۴

The Effects of Waterlogging, Sewage Sludge and Manure on the Growth Characteristics of Sunflower in a Sandy Loam Soil

N. Najafi[1*]- S. Mardomi[2]

Received:5-9-2010
Accepted:21-8-2011

Abstract

The effects of waterlogging and organic fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth characteristics were investigated in greenhouse conditions. A factorial experiment based on completely randomized design with three replications was conducted including duration of waterlogging at five levels (0, 2, 4, 8, 22 days) and source and amount of organic fertilizer at five levels (0, 15 and 30 grams of both manure and sewage sludge per kg of soil). The results showed that by increasing the duration of waterlogging, leaf chlorophyll index, wet and dry weight of root and shoot as well as shoot/root dry weight ratio were decreased but plant height and stem diameter were increased and leaf area did not change significantly. By application of both organic fertilizers chlorophyll index, leaf area, stem diameter, wet and dry weight of shoot and root, and shoot/root dry weight ratio were increased but plant height did not change significantly. The interactive effect of waterlogging and organic fertilizer on chlorophyll index, leaf area and shoot/root dry weight ratio was significant but on other studied characteristics was not significant. The highest amount of wet weight of shoot and root and leaf area was found in 30 grams of sewage sludge and without waterlogging treatment. The sewage sludge increased sunflower shoot and root growth more than cow manure. The results also showed that the dry matter of sunflower shoot was more sensitive than of roots to waterlogging stress.

Keywords: Sunflower, Waterlogging, Organic fertilizer, Sewage sludge, Growth

Archive of SID

1,2- Assistant Professor and Former MSc Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
(*- Corresponding Author Email: n-najafi@tabrizu.ac.ir)

www.SID.ir