

ارزیابی اثر بسترهای کشت حاوی ورمی کمپوست، کمپوست و کود دامی تحت شرایط تنش خشکی در گیاه اطلسی ایرانی (*Petunia spp.*)

مرتضی گلدانی^{۱*} و مریم کمالی^۲

*۱- نویسنده مسئول: دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد (goldani@um.ac.ir)

۲- دانشجوی دکتری گروه باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۷

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای آلی بر جبران خسارت ناشی از تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک توده اطلسی ایرانی آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح آبیاری، (آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به میزان ۳۶۰ سی سی (D₁)، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به میزان ۱۸۰ سی سی (D₂) و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به میزان ۹۰ سی سی (D₃) و ۴ تیمار بستر کاشت (شاهد، کمپوست، ورمی کمپوست و دامی) بود. نتایج نشان داد اثر ساده استفاده از تیمارهای کودی بر صفات وزن تر گل، طول، قطر و تعداد گل، محتوای رطوبت نسبی و شاخص پایداری غشاء معنی دار است. برهمکنش دو عامل مورد بررسی نیز بر صفات وزن تر ساقه و گل، تعداد و طول گل، سطح برگ، حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسنتز II، محتوای رطوبت نسبی و شاخص پایداری غشاء معنی دار شد. تیمار دامی در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (D₃) طول گل را نسبت به شاهد ۱۴ درصد افزایش داد و در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (D₂) میزان پایداری غشاء در بستر دارای کود ورمی کمپوست ۶۲ درصد بود که نسبت به شاهد تیمارهای کودی در همین سطح از آبیاری، ۶۷ درصد افزایش داشت. به نظر می رسد استفاده از کودهای دامی و ورمی کمپوست در بهبود اثرات سوء ناشی از کم آبیاری مؤثر باشند.

کلید واژه‌ها: شاخص میزان کلروفیل، سطح برگ، گل اطلسی، محتوای رطوبت نسبی، وزن تر.

مقدمه

تنش خشکی یک محدودیت رو به گسترش در تولید و بهره برداری گیاهان در بسیاری از نواحی خشک و نیمه خشک مانند ایران است. تنش خشکی باعث آسیب به غشاء و سیستم فتوسنتزی می شود و فرآیند فتوسنتز را از طریق بسته شدن روزنه ها و در نتیجه نرسیدن دی اکسید کربن به کلروپلاست ها و کاهش پتانسیل آب سلول و تأثیر منفی آن روی ساختمان پیچیده فتوسنتزی تحت تأثیر قرار می دهد (Hopkins and Huner, 2004). غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می شود، زیرا غلظت کلروفیل

برگ ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می باشد (Ghush et al., 2004). گزارشات مختلفی در رابطه با کاهش یا افزایش غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی وجود دارد (Kafi and Rostami, 2008). برخی مطالعات حاکی از قابل اطمینان بودن میزان رطوبت نسبی به عنوان شاخص تحمل به خشکی می باشد.

Munne and Alegre (۱۹۹۹) با بررسی اثر شبنم و تنش خشکی بر بادرنجبویه نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش ۳ مگا پاسکالی پتانسیل آب گیاه، کاهش ۳۴ درصدی محتوای آب برگ، بسته

منجر شود. یکی از راهکارهای مهم برای رسیدن به حداکثر محصول در حداقل زمان و تولید گل‌های با کیفیت قابل قبول، استفاده از مواد آلی و معدنی به‌عنوان بستر کاشت گیاهان زینتی می‌باشد. همچنین مقدار رشد چمن، قرنفل و گل میمون با کاربرد لجن فاضلاب افزایش یافته است. کودهای دامی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت این که به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند. در تحقیقی مشخص شد که اثر ورمی کمپوست در کشت رازیانه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و فتوسنتز در این گیاه می‌شود. نتایج آزمایشات بر روی گیاه زینتی ماگنولیا^۱ نشان داده که کاربرد ۱۰ درصدی ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری وزن خشک گیاه را افزایش می‌دهد (Bachman and Davis, 2000).

گیاه اطلسی (*Petunia spp.*) یک‌ساله، گلدار و زینتی متعلق به خانواده *Solanaceae* می‌باشد. این گیاه بومی آمریکای جنوبی (مکزیک و آرژانتین) است که دارای ارقام گلدانی و مناسب برای کاشت در فضای سبز است. نوع بومی آن در ایران که به اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*) معروف است، از عطر دلپذیری برخوردار می‌باشد. این گیاه مناسب کشت در فصول گرم سال است و به‌طور وسیع در سطح فضای سبز کشت می‌شود (Khalighi, 1997). با توجه به کاربرد فراوان گل اطلسی در فضای سبز و هم‌چنین ضرورت مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی به‌ویژه در فضای سبز شهری، آزمایش فوق با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی بیولوژیک ورمی کمپوست، دامی و کمپوست بر میزان نگهداری آب و هم‌چنین کنترل رشد در شرایط کم آبیاری طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پاییز و زمستان ۱۳۹۲ در دانشکده

شدن روزنه‌ها و در نتیجه سبب پایین آمدن جذب دی‌اکسیدکربن، کاهش میزان فتوسنتز و عملکرد گردید. بنابراین کاهش میزان رطوبت نسبی در اثر تنش رطوبتی تأثیر منفی در فتوسنتز دارد. تحت شرایط تنش رطوبتی یکی از اولین بخش‌های گیاه که آسیب می‌بیند غشای پلاسمایی است (Liang et al., 2003). زیرا در شرایط تنش خشکی، تولید و تجمع گونه‌های فعال اکسیژن، نظیر رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل افزایش می‌یابد (Foyer et al., 1994). این ترکیبات به بسیاری از ترکیبات سلولی نظیر چربی‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌زنند و با تغییر ساختمان غشاء، در اثر پراکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها تراوایی غشای سلولی را افزایش می‌دهند که منجر به نشت الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون می‌شود و در نتیجه رشد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Blum et al., 1982).

با توجه به این که میزان مواد آلی خاک‌های کشور کمتر از یک درصد است که این امر معلول مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به خصوص کودهای نیتروژنه و عدم استفاده از کودهای آلی در چند سال اخیر است. یک راه‌حل برای افزایش مقدار مواد آلی خاک، استفاده از کودهای آلی از قبیل کود حیوانی، کود سبز و ورمی کمپوست می‌باشد. اگرچه با مصرف کودهای شیمیایی میزان زیادی از عناصر غذایی به خاک افزوده می‌شوند، اما گیاهان قادر به جذب تمام این مواد نبوده و تجمع این مواد در خاک طی چندین سال سبب مشکلاتی نظیر آلودگی‌های زیست‌محیطی، انباشت نمک‌ها و تغییر pH خاک و در نتیجه کاهش باروری، ایجاد کمپلکس‌های نامطلوب، کاهش میزان کربن آلی، کاهش تنوع‌زیستی و فرسایش ژنتیکی شده است (Hassan zade, 2007).

بررسی‌ها نشان دادند که استفاده از منابع‌زیستی (ارگانیک مانند کود دامی، ورمی کمپوست و کمپوست می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول

جوان کاملاً توسعه یافته بین ساعات ۹-۱۲ روز با استفاده از دستگاه فلورومتر OPI (مدل OSI-FL) با سه نمونه گیری در تکرار اندازه گیری شد. میزان پایداری غشاء از روش اندازه گیری میزان نشت الکتریکی برگ ارزیابی شد. برای این منظور، نمونه های برگ درون آب مقطر با حجم ۲۰ میلی لیتر منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس میزان هدایت الکتریکی آب مقطر همراه نمونه به عنوان نشت اولیه اندازه گیری شد. نشت ثانویه نیز از طریق اندازه گیری میزان هدایت الکتریکی نمونه ها پس از حرارت دادن آن ها به مدت یک ساعت در ۱۰۰ درجه سلسیوس تعیین گردید. شاخص پایداری غشاء از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$100 \times \left(\frac{\text{نشت ثانویه}}{\text{نشت اولیه}} - 1 \right) = \text{شاخص پایداری غشاء}$$

محتوای رطوبت نسبی^۱ برگ نیز بعد از مشاهده علایم تنش مطابق با رابطه زیر محاسبه شد:

$$100 \times \frac{\text{وزن تر برگ} - \text{وزن خشک برگ}}{\text{وزن آماس برگ} - \text{وزن خشک برگ}} = \text{محتوای رطوبت نسبی} (\%)$$

آنالیز آماری داده های این تحقیق با استفاده از نرم افزار MSTAT-C صورت گرفت و برای رسم نمودارها از برنامه EXCEL استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

وزن تر برگ، ساقه و گل

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول (۱) اثرات ساده تیمار خشکی و تیمارهای کودی بر وزن تر برگ، وزن تر ساقه و وزن تر گل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. برهمکنش تیمارهای خشکی و کودی نیز بر وزن تر ساقه ($p < 0.01$) و وزن تر گل ($p < 0.05$) معنی داری شد.

کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه ای اجرا شد. دمای محیط حدود ۳۰ درجه سانت گراد در طول روز و ۱۸ درجه سانتی گراد در شب با رطوبت نسبی حدود ۷۵ درصد تنظیم شد. به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و گلدهی اطلسی ظرفیت زراعی خاک اولیه (شاهد) محاسبه و بر اساس آن تیمار سطوح کم آبیاری اعمال شد: ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۳۶۰ سی سی آب به ازای هر گلدان) D₁، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۸۰ سی سی آب به ازای هر گلدان) D₂ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (۹۰ سی سی آب به ازای هر گلدان) D₃ جهت محاسبه ظرفیت زراعی پنج گلدان با وزن و اندازه یکسان انتخاب و درون تمام آن ها به میزان مساوی از خاک تهیه شده برای آزمایش پر شد و به اندازه کافی با آب اشباع گردید. گلدان ها در زیر نایلون قرار گرفتند تا آب فقط از نیروی ثقل خارج گشته و هر هشت ساعت یک بار وزن آن ها یادداشت گردید. بعد از ثابت شدن منحنی آب با توزین گلدان ها میزان آب در ظرفیت زراعی مشخص و با وزن شدن روزانه گلدان ها بر اساس کمبود آب نسبت به سطح مربوطه میزان آب آبیاری تعیین شد (Masoomi et al., 2006). برای فاکتور دوم از سه تیمار کمپوست، ورمی کمپوست و دامی به میزان ۶۰ گرم به ازای هر یک کیلو گرم خاک گلدان استفاده شد. در ضمن ترکیبی از خاک مزرعه، ماسه و خاک برگ به نسبت ۲:۲:۱ به عنوان خاک اصلی و پایه بستر کشت در نظر گرفته شد. گلدان های در نظر گرفته شده برای این آزمایش گلدان های ۴ کیلویی با قطر دهانه ۲۰ سانتی متر بود. ۷۰ روز پس از کشت و پس از طی فاز گلدهی، وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن تر تک گل و تعداد گل اندازه گیری شد. میانگین طول و قطر گل در هر تیمار با استفاده از کولیس دیجیتال، سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج و شاخص میزان کلروفیل توسط دستگاه (Spad-502) اندازه گیری شد. مقدار حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II (نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر) در برگ های

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات اندازه‌گیری شده در گل اطلسی
 Table 1. Average square of analysis variance of some traits in *Petunia*

وزن تر ساقه Shoot fresh weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر گل Flower fresh weight	تعداد گل Flower number	طول گل Flower length	قطر گل Flower diameter	سطح برگ Leaf area	شاخص میزان کلروفیل Chlorophyll Index	حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسنتز II Maximum quantum yield	محتوای رطوبت نسبی Relative water content	شاخص پایداری غشا Electrolyte leakage	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
272.86**	215.34**	0.048**	41.851**	0.782**	3.94*	126686**	76.60 ^{ns}	0.0053**	260.405**	697.56**	3	تیمار کودی Fertilizer treatment
2611.13**	1561.42**	0.155**	666.083**	1.11**	44.41**	874581**	843.81**	0.0008 ^{ns}	2096.49**	36.32**	2	تنش خشکی Drought stress
91.19**	46.68 ^{ns}	0.011*	17.93*	0.851**	0.55 ^{ns}	25355.06*	67.13 ^{ns}	0.0063**	163.73**	83.37*	6	تنش خشکی × تیمار کودی Fertilizer treatment × Drought stress
10.26	43.19	0.003	7.652	0.155	1.08	8383.54	91.80	0.0008	32.832	138.29	24	خطا Error
13.08	34.25	27.38	23.18	41.52	33.80	20.10	65.97	40.00	24.62	39.28		ضریب تغییرات C.V

ns, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, * and ** no significant differences, significant at the 5 and 1 % probability level, respectively.

در حالی است که تعداد گل با کاربرد کودهای دامی، ورمی کمپوست و کمپوست به ترتیب ۶۵، ۴۳ و ۲۴ درصد نسبت به شاهد در سطح D_1 تنش افزایش یافت (جدول ۳). تعداد گل در سطح D_3 تنش نیز (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) با کاربرد کود ورمی کمپوست در بستر کشت ۲/۸ و با استفاده از کود دامی ۱/۴ برابر شاهد (بستر کشت فاقد تیمارهای ورمی کمپوست، کمپوست و دامی) در همین سطح از تنش شد. کاربرد تیمارهای کودی طول گل را نیز در شرایط تنش افزایش داد. به عنوان مثال تیمار دامی در شرایط آبیاری با ۲۵ درصد ظرفیت زراعی (D_3) طول گل را نسبت به شاهد ۱۴ درصد افزایش داد کاهش زیست توده تولیدی و عملکرد گل در طی افزایش سطح تنش خشکی براساس نظر Sreevalli و همکاران (۲۰۰۱) می تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش تعداد گل و شاخه جانبی در بوته، کاهش سطح برگ تولیدی و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد. از طرفی افزایش عملکرد گل در طی استفاده از کودهای دامی در سطح بالای تنش می تواند مربوط به تأثیر آن در افزایش عناصر غذایی خاک و فراهم آوردن قابلیت جذب آنها توسط گیاه باشد که کارآیی جذب عناصر را افزایش می دهد. کاربرد کمپوست بر گیاه دارویی بابونه باعث افزایش شاخص های رشدی از جمله تعداد گل در گیاه، و عملکرد گل تازه و خشک گردید. بررسی های صورت گرفته نیز نشان می دهد که اثرات مطلوب کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و هم چنین تنظیم pH و افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در محیط ریشه گیاه است (Mcginnis *et al.*, 2003).

عملکرد کوانتومی فتوسنتز II

طبق نتایج حاصله، میانگین مربعات اثرات ساده و متقابل دو عامل تنش و تیمارهای کودی بر سطح برگ معنی دار بود، به طوری که در شرایط بدون تنش (شاهد) و تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، استفاده از کودهای دامی، ورمی کمپوست و کمپوست در بستر کشت سطح

نتایج نشان داد که وزن تر تک گل در هر بوته نیز با کاربرد کودهای ورمی کمپوست، کمپوست و دامی به ترتیب ۲۶/۱۶، ۹/۶۵ و ۸/۴۰ درصد نسبت به شاهد در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی افزایش داشت (جدول ۲). طی تحقیقات مختلف در شرایط کم آبی، جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و رشد و توسعه برگ ها محدود می گردد. متعاقب کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می یابد و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن دچار نقصان می شود (Ashraf and Foolad, 2007).

کاهش ظرفیت زراعی بر وزن تر اجزاء گیاه (وزن تر برگ، ساقه و گل) اثر منفی داشت. این در حالی است که استفاده از کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و دامی منجر به افزایش وزن تر شد. نتایج حاصل از بر همکنش خشکی و تیمارهای کودی نیز نشان داد بیشترین مقدار وزن تر ساقه در ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی (D_1) و با کاربرد تیمار کود دامی به دست آمد (جدول ۳). در آزمایشی دیگر، ورمی کمپوست وزن خشک، سطح برگ، تعداد ساقه و تعداد گل را در توت فرنگی نسبت به تیمار کود شیمیایی افزایش داد. احتمالاً اثر مطلوب ورمی کمپوست نسبت به کمپوست به دلیل مقادیر نسبتاً بیشتر عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف می باشد، به طوری که افزایش فراهمی عناصر غذایی موجب بهبود کیفیت خاک و افزایش تولید شده است (Jat and Ahlawat, 2008؛ Sharifi *et al.*, 2011).

تعداد، طول و قطر گل

تجزیه واریانس حاصل از جدول (۱) نشان داد اثر ساده تیمارهای کودی بر تعداد گل و طول گل در سطح احتمال ۱ درصد و بر قطر گل در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. اثر ساده سطوح خشکی نیز بر صفات فوق اثر معنی داری داشت ($p < 0.01$). اثرات متقابل تیمارهای خشکی و کودی هم در دو صفت تعداد گل و طول گل به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار شد. این

میزان فلورسنس برگگی در تیمارهای کودی دامی، ورمی کمپوست، کمپوست و شاهد در شرایط عدم تنش به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۷۵، ۰/۶۴ و ۰/۷۴ بود. در بستر کشت تأثیر معنی داری بر دو صفت درصد محتوای رطوبت نسبی و درصد پایداری غشا داشت ($p < 0.01$). ضمن این که بر همکنش تیمارهای استفاده شده نیز اثر معنی داری بر این صفات داشت (جدول ۱). مطابق نتایج این پژوهش، Barraclough and Kyle (۲۰۰۱) نیز بیان کردند که با افزایش تنش رطوبتی، شاخص کلروفیل افزایش می یابد. به طوری که به علت کاهش تعرق، جذب نیتروژن گیاه کاهش می یابد و بدین ترتیب جریان توده ای در محلول خاک و ریشه ها نیز کم می شود. Bredemeier (۲۰۰۵) اظهار داشته است شاخص مقدار کلروفیل در تنش آبی نسبت به گیاه شاهد بیشتر بود و همچنین نتیجه گرفت که تجمع زیست توده در اثر تنش آبی نسبت به جذب نیتروژن بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت و به همین علت، غلظت بیشتر نیتروژن و در نتیجه شاخص کلروفیل در برگ های گیاه در تیمار تنش آبی مقادیر بالاتری دارد که با نتیجه آزمایش اخیر مطابقت دارد.

برگ را افزایش داد. به این ترتیب طبق نتایج حاصل از جدول (۳) سطح برگ در شاهد تنش و در ستر حاوی کود دامی ۸۵۹ سانتی متر مربع در هر گیاه بود که نسبت به بستر فاقد تیمارهای کودی در همین سطح تنش ۱/۷ برابر افزایش داشت. یکی از اولین نشانه های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول ها خصوصاً در ساقه و برگ هاست. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر گیاهان را می توان از روی اندازه کوچک تر برگ ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد. در ارتباط با عدد اسپد نتایج نشان داد که اثر ساده تیمارهای کودی و همچنین برهمکنش دو عامل مورد بررسی (تیمارهای کودی و تنش خشکی) در هیچ یک از سطوح معنی دار نشد و تنها اثر ساده تنش در سطح خطای احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری نشان داد. به عبارتی با کاهش میزان آب آبیاری از ۳۶۰ سی سی (D_1) به ۱۸۰ سی سی (D_2) عدد اسپد از ۳۵/۹۰ به ۴۹/۸۰ افزایش یافت. در تیمار ۹۰ سی سی آبیاری نیز (D_3) این عدد برابر ۵۰/۹۰ بود (جدول ۲). هم چنین نتایج نشان داد اثرات ساده تیمارهای کودی و برهمکنش تیمارهای کودی و تنش بر میزان فلورسنس برگگی نیز معنی دار بود.

جدول ۲- اثرات ساده تنش خشکی و تیمارهای کودی بر برخی صفات اندازه گیری شده در گیاه اطلسی

Table 2. The simple effects of drought and fertilizer treatments on some traits in *Petunia*

وزن تر برگ Leaf Fresh Weight (gr)	قطر گل Flower diameter (cm)	شاخص میزان کلروفیل Chlorophyll Index	تیمار Treatments
28.39 ^a	5.07 ^a	35.09 ^b	D_1
17.47 ^b	5.03 ^a	49.8 ^a	D_2
6.12 ^c	1.72 ^b	50.99 ^a	D_3
			شاهد
16.57 ^b	3.26 ^a	-	Contol
14.81 ^b	3.87 ^{ab}	-	کمپوست
			تیمارهای کودی
24.66 ^a	3.77 ^b	-	Compost
			Fertilizer
			دامی
			Manure
13.98 ^b	4.85 ^b	-	ورمی کمپوست
			Vermicompost

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، اختلاف معنی داری ندارند. D_1 ، D_2 و D_3 به ترتیب برابر ۳۶۰، ۱۸۰ و ۹۰ سی سی آبیاری هر گلدان است. Means in each column by similar letter(s) are not significant different. Irrigation rate= D_1 : 360 cc, D_2 : 180 cc and D_3 : 90 cc per pot.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی و تیمارهای کودی بر وزن تر ساقه و گل، تعداد و طول گل، سطح برگ و حداکثر عملکرد کوانتومی در گل اطلسی
 Table 3. Interaction effects of drought and fertilizer treatments on shoot and flower fresh weight, number of flower, length of flower, leaf area and maximum quantum yield in petunia

وزن تر ساقه Shoot fresh weight (gr)	وزن تر گل Flower fresh weight (gr)	تعداد گل Flower number	طول گل Flower length (cm)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسنتز II Maximum quantum yeild	تیمارهای کودی Fertilizer	سطوح تنش Drought stress
21.77 ^c	0.32 ^{abc}	12.33 ^{cd}	3.73 ^{abc}	492.47 ^b	0.743 ^{ab}	Control	شاهد D ₁
30.73 ^b	0.35 ^{ab}	15.33 ^{bc}	4.006 ^{ab}	619.09 ^b	0.642 ^e	Compost	کمپوست D ₁
48.99 ^a	0.34 ^{ab}	20.33 ^a	3.74 ^{ab}	858.93 ^a	0.742 ^{ab}	Manure	دامی D ₁
29.18 ^b	0.4 ^a	17.66 ^{ab}	3.8 ^{ab}	641.66 ^b	0.753 ^{ab}	Vermicompost	ورمی کمپوست D ₁
7.61 ^f	0.22 ^{cde}	6 ^{ef}	3.61 ^{abc}	168.24 ^d	0.737 ^{abc}	Control	شاهد D ₂
14.45 ^{de}	0.06 ^{fg}	2 ^{fg}	3.30 ^{bc}	330 ^c	0.745 ^{ab}	Compost	کمپوست D ₂
16.43 ^d	0.31 ^{abc}	3.66 ^{fg}	3.73 ^{ab}	550.51 ^b	0.66 ^{de}	Manure	دامی D ₂
13.17 ^e	0.28 ^{bc}	9.66 ^{de}	3.58 ^{abc}	153.69 ^d	0.752 ^{ab}	Vermicompost	ورمی کمپوست D ₂
1.01 ^h	0.13 ^{ef}	1.66 ^{fg}	3.50 ^{abc}	64.74 ^d	0.779 ^a	Control	شاهد D ₃
5.07 ^g	0.006 ^g	0.33 ^g	2 ^d	160.5 ^d	0.756 ^{ab}	Compost	کمپوست D ₃
5.13 ^g	0.15 ^{def}	2.33 ^{fg}	4 ^a	145.6 ^d	0.694 ^{cd}	Manure	دامی D ₃
4.02 ^g	0.23 ^{de}	4.66 ^f	3.05 ^c	119.49 ^d	0.715 ^{bc}	Vermicompost	ورمی کمپوست D ₃

Means in each column by similar letter(s) are not significant different.

Irrigation rate= D₁: 360 cc, D₂: 180 cc and D₃: 90 cc per pot.

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، اختلاف معنی داری ندارند.

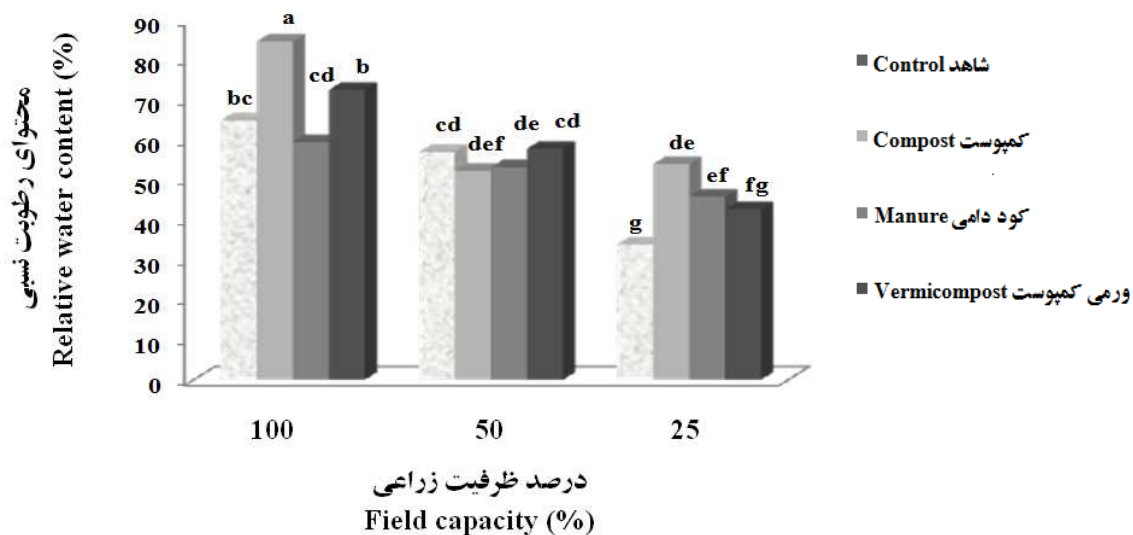
D₁, D₂ و D₃ به ترتیب برابر ۳۶۰، ۱۸۰ و ۹۰ سی سی آبیاری هر گلدان است.

محتوای رطوبت نسبی و درصد پایداری غشاء

همان‌طور که از نتایج جدول (۱) مشخص است هم تیمارهای خشکی اعمال شده و هم کودهای استفاده شده طبق شکل (۱) با افزایش سطوح تنش درصد محتوای رطوبت نسبی کم شد. در خشکی D₃ محتوای رطوبت نسبی در سه کود کمپوست، دامی و ورمی کمپوست به ترتیب ۵۴، ۴۵ و ۴۲ درصد بود. در ارتباط با کاهش محتوای رطوبت نسبی در شرایط تنش به نظر می‌رسد گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد آن‌ها شود که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش خشکی می‌گردد. کاهش محتوای آب نسبی برگ در اثر تنش‌هایی مثل تنش خشکی، دارای رابطه مستقیمی با محتوای رطوبتی خاک می‌باشد.

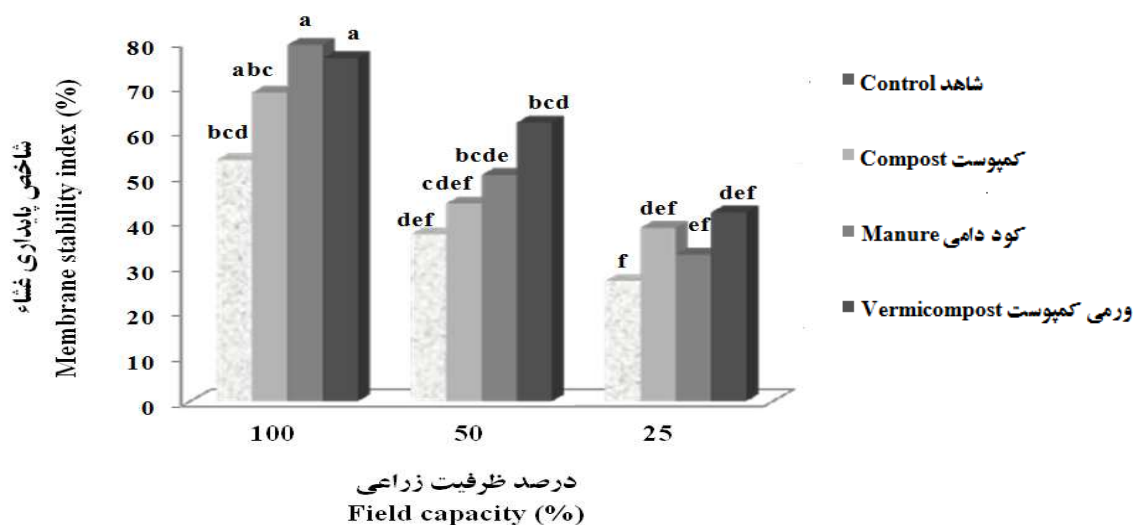
استفاده از تیمارهای کودی شاخص پایداری غشا را نیز افزایش داد. به عبارتی گیاهانی که در بستر کشت

آن‌ها تیمارهای کودی دامی، ورمی کمپوست و کمپوست بود نسبت به شاهد در هر سه سطح آبیاری نشت الکترولیت کمتری داشتند (شکل ۲). در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (D₂) میزان پایداری غشا در بستر دارای کود ورمی کمپوست ۶۲ درصد بود که نسبت به شاهد تیمارهای کودی در همین سطح از آبیاری ۶۷ درصد افزایش داشت. بهره‌گیری از تعیین نشت الکترولیت‌ها و محاسبه شاخص پایداری غشا یکی از پرکاربردترین نشانگرهایی است که برای تخمین میزان اثر فرآیندهای تخریب‌گر غشاء در بافت‌های گیاهی تحت تأثیر عوامل نامساعد محیطی مثل خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر افزایش مقدار کود دامی و ورمی کمپوست دلیلی بر کاهش شدت تنش خشکی باشد، از لحاظ این صفت، میزان سودمندی کود دامی و ورمی کمپوست با افزایش شدت تنش افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد این کودها شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشیده و با افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، گیاه کمتر با خشکی مواجه شده است.



شکل ۱- اثر برهمکنش تیمارهای آبیاری و کودی بر محتوای رطوبت نسبی در اطلسی

Fig. 1. The interaction of irrigation and fertilizer on relative water content in petunia



شکل ۲- اثر برهمکنش تیمارهای آبیاری و کودی بر شاخص پایداری غشا در اطلسی

Fig. 2. Effect of irrigation and fertilizer interaction on membrane stability index in petunia

افزایش پایداری غشاء و محتوای رطوبت نسبی مؤثر باشند. در این میان استفاده از کودهای دامی و ورمی کمپوست نتایج مطلوب تری داشتند.

نتیجه گیری

به نظر می رسد استفاده از کودهای دامی، ورمی کمپوست و کمپوست در بهبود اثرات سوء ناشی از کم آبیاری از طریق افزایش وزن تر اجزاء عملکرد،

References

1. Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine, betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
2. Bachman, G.R. and Davis, W.E. 2000. Growth of magnolia virginiana liners in vermicompost-amended media. *Pedo Biologia*, 43: 579-590.
3. Barraclough, P.B. and Kyle, J. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter reading in winter wheat. *Plant Nutrition-Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems*, pp: 722-723.
4. Blum, A., Mayer, J., and Gozland, G. 1982. Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. *Field Crops Research*, 5: 137-146.
5. Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize, Ph. D. Thesis, Technical University, Munich, 219 P.
6. Foyer, C.H., Leadis, M., and Kunert, K.J. 1994. Photo oxidative stress in plants. *Plant Physiology*, 92: 696-717.
7. Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure,

- phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*, 95: 85-93.
8. Hasan zade, A. 2007. Impact of biological fertilizers containing phosphorus uptake facilitator on the amounts of phosphorus fertilizer on yield and yield components of barley. Agriculture Master's thesis, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, 215 P.
 9. Hopkins, W.G. and Huner, N.P. 2004. Introduction to plant physiology. 3rd ed., John Wiley and Sons. Pub., New York.
 10. Jat R.S. and Ahlawat, I.P.S. 2008. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea fodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(1): 41-54.
 11. Kafi, M., and Rostami, M. 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. *Journal of Agronomy Research*, 5(1):121-131. [In Farsi]
 12. Khalighi, A. 1997. Floriculture. Gulshan publications. Tehran, 360 P.
 13. Liang, Y., Chen, Q., Liu, Q., Zhang, W., and Ding, R. 2003. Exogenous silicone (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid per oxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum Vulgare L.*). *Journal of Plant Physiology*, 99: 872-878.
 14. Masoomi, A., Kafi, M., Nezami, A., and Hoseyni, S.H. 2006. Effects of drought stress on morphological traits in chickpea (*Cicer arietinum L.*) genotypes in greenhouse. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3(2): 277-289. [In Farsi]
 15. McGinnis, M., Cooke, A., Bilderback, T., and Lorscheider, M. 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulturae*, 491: 213-218.
 16. Munne, S. and Alegre, L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinallis L.* *Journal of Plant Physiology*, 154(5-6): 759-766.
 17. Shabaniyan Borojeni, H., Haj Abbasi, M.A., Mobli, M., and Afuni, M. 2005. Effects of wastewater and sewage sludge of Iran polyacryle factory on some morphological characteristics and Ion concentration of lawn, snapdragon and sewweet williams. *Journal of Horticul Science Technology*, 6(3): 135-148. [In Persian with English abstract]
 18. Sharifi, M., Afyuni, M., and Khoshgoftarmanesh, A.H. 2010. Effect of Sewage sludge, compost and cow manure on growth and yield and Fe, Zn, Mn and Ni uptake in tagetes flower. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 1(2): 43-53. [In Farsi]
 19. Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., kuikkarni, R., SuShil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmar Singh, K., Srikant, S., and Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 22: 356-358.