

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Effects of different levels of vermicompost on growth indices and essential oils essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) under uifferent irrigation regimes

سیما آبیاری^۱، براتعلی فاخری^۲، نفیسه مهدی‌نژاد^{۳*} و مریم هراتی راد^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

چکیده

مدیریت عناصر خاک با استفاده از کودهای زیستی از ارکان کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. به منظور مطالعه مقادیر مختلف ورمی کمپوست و رژیم‌های آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری در سه سطح ظرفیت زراعی (شاهد)، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و ورمی کمپوست در سه سطح ۰، ۲۰ و ۴۰ درصد حجمی گلدان در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس نشان داد که بین سه سطح مختلف ظرفیت زراعی برای اکثر صفات اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد به طوری که بیشترین و کمترین مقدار برای صفات مورد بررسی به ترتیب از تیمار عدم تنش (شاهد) و آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. همچنین بیشترین مقدار درصد اسانس (۱/۴۲ درصد) از آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف کود ورمی کمپوست نیز اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. به طوری که کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست در شرایط عدم تنش بالاترین اجزای رشدی را در برداشت اثر متقابل آبیاری و کود ورمی کمپوست نیز برای برخی از صفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین مقدار صفت درصد اسانس (۱/۶۵ درصد) از تیمار آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۴۰ درصد حجمی گلدان حاصل شده است. برای پارامترهای وزن تر بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه از برهم کنش تیمارها اثر معنی‌داری مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: اسانس، کم‌آبی، کود زیستی، مورفولوژیک، نعناعیان.

۱- گروه باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۲- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۳- گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۴- گروه باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

*- مکاتبه کننده E- mail: nmahdinezhad@uoz.ac.ir

مقدمه

با روش صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارآیی استفاده از نهاده‌ها را افزایش داد. یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب مخصوصاً در مورد گیاهان دارویی ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. نعنای فلفلی با نام علمی (*Mentha piperita*) از تیره Lamiaceae از جمله گیاهان دارویی و معطر است که اسانس آن مصارف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد (Boyer, 1982). عمده‌ترین منابع تأمین‌کننده مواد آلی خاک، فضولات دامی و بقایای گیاهی می‌باشند که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک، استفاده از آن‌ها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Dursun et al., 2002). ورمی کمپوست که از تجزیه بیولوژیکی کمپوست و زباله‌های شهری با استفاده از کرم خاکی به‌وجود می‌آید، حاوی عناصر قابل دسترس و مفیدی برای گیاهان است. کرم‌های خاکی با خوردن کمپوست و تجزیه آن و تبدیل و تحولاتی که در شکل مواد غذایی ایجاد می‌کنند، قابلیت جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهند. از طرفی کمپوست با توجه به ویژگی‌های خاص خود، غالب مواد تشکیل‌دهنده، مقدار مورد مصرف در خاک، قابلیت بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، نقشی مشابه با کود دامی در خاک ایفا می‌کند. ورمی کمپوست علاوه بر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم حاوی عناصر ریز مغذی نیز می‌باشد که برای گیاه ضروری است. ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Arancon et al., 2004).

در رابطه با نقش کودهای آلی ورمی کمپوست نتایج نشان داد که کاربرد تنها ۲۵۰۰ کیلوگرم ورمی کمپوست در هکتار در مزرعه گندم، نتیجه بهتری نسبت به کودهای شیمیایی در بر داشته است، همچنین ورمی کمپوست توانست نیاز آبی گیاه را حدوداً به میزان ۳۰-۴۰ درصد کاهش دهد (Suhane et al., 2008). محققان رشد قابل توجه ذرت و گندم در شرایط گلخانه را به‌علت مصرف ورمی کمپوست در مقایسه با کمپوست‌های متعارف و کودهای شیمیایی دانستند (Sinha et al., 2010). در طول فرآیندهای تکامل و تولید متابولیت‌های ثانویه، متابولیسم گیاه و متابولیت‌های حاصل از آن تحت تأثیر پاسخ و سازگاری تنش‌های محیطی متفاوت پیوسته به عوامل محیطی از جمله عوامل زنده و غیر زنده می‌باشند. شرایط محیطی تنش‌زا از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است. عموماً خشکسالی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاه و تولید محصول در سراسر نقاط جهان است (Alizadeh et al., 2006). زمانی که از دست دادن آب به‌صورت تعرق بر میزان آب جذب شده از خاک پیشی می‌گیرد، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی مدت بر تمام فرآیندهای متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید گیاه می‌شود (Movahedi Dehnavi., 2004). در مطالعه‌ای بر روی بادرنجبویه مشخص شد که تنش کم‌آبی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه طول و میانگرمه تأثیر می‌گذارد (Ardakani et al., 2007). محققان اذعان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی و وزن خشک اندام‌های رویشی آویشن را کاهش می‌دهد (Babaii, 2010).

با توجه به این که خشکی و کم‌آبی در ایران همواره از مهم‌ترین مسائل و مشکلات کشاورزی است و از این پدیده طبیعی و غیر قابل تغییر راه فراری نیست و از طرفی، رویکرد جوامع بین‌المللی به حفاظت از منابع طبیعی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد، استفاده از کودهای زیستی از جمله ورمی

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی ...

کمپوست و تنش آبی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مطالعه گردید. تیمارهای ورمی کمپوست در سه سطح ۰، ۲۰ و ۴۰ درصد حجم گلدان و تیمار آبیاری در سه سطح ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و عدم تنش (آبیاری در حد ظرفیت زراعی) اعمال شد. در این مطالعه از ورمی کمپوست دارای منشأ کود گاوی استفاده گردید. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها خاک لومی بود. نتایج آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست و خاک در جدول ۱ آمده است.

کمپوست می‌تواند به عنوان ابزار مفید و کارآمد در کشاورزی پایدار به شمار آید. بنابراین، پژوهش حاضر، به منظور بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست به عنوان کود آلی در بهبود ویژگی‌های رشدی و اسانس گیاه نعناع فلفلی در شرایط تنش خشکی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زابل با ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریای آزاد پیاده شد. در این تحقیق اثرات دو عامل ورمی

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک و ورمی کمپوست

Table 1- analysis chemical of soiland vermicompost

نمونه Sample	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) (EC ds/m)	نیتروژن (درصد) N%	فسفر (درصد) P%	پتاسیم (درصد) K%
خاک Soil	7	7	0.13	0.12	0.58
ورمی کمپوست vermicompost	6.9	79.6	1.89	0.49	1.65

۱۰۰× وزن خشک / وزن خشک- وزن مرطوب = درصد رطوبت وزنی
در یک دستگاه محور مختصات مقادیر رطوبت و پتانسیل نسبت به یکدیگر رسم و بدین ترتیب منحنی رطوبتی خاک ترسیم گردید تا ۲۰ روز پس از کاشت، گلدان‌ها به مقدار مساوی آبیاری گردیدند و از این مرحله به بعد، برای محاسبه میزان آب مورد نیاز هر گلدان از روش توزین گلدان‌ها و تعیین میانگین آن به عنوان آب مصرفی تیمارها، استفاده گردید (Daneshmandi and Azizi, 2009). در طول دوره رشد، هر روزه گلدان‌ها با ترازوی حساس توزین و هر گلدان در وزن تیمار مربوطه ثابت نگه داشته شد. از مرحله ۶ تا ۸ برگی اعمال تیمارها برحسب تغییر رطوبت خاک انجام پذیرفت. درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی ۲۸/۵ درصد و نقطه پژمردگی ۱۲/۵ درصد بود. آبیاری برای شرایط نرمال در ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد حجمی) و برای شرایط تنش به

بذر گیاه مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و در سینی‌های نشاء کشت گردید. بعد از اینکه نشاها به ۴ تا ۶ برگی رسیدند به گلدان‌ها (گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) انتقال داده شدند. در مجموع ۲۷ گلدان برای کشت استفاده شد.

روش اعمال تیمارهای آبیاری به صورت وزنی بود. به منظور تعیین منحنی رطوبتی، سه نمونه از خاک مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد، نمونه‌های خاک اشباع روی صفحات اشباع شده دستگاه فشاری قرار داده شد. با ایجاد مکش توسط دستگاه صفحات فشاری، خاک تحت تنش قرار گرفت. بدین ترتیب در سه نمونه خاک، پتانسیل‌های آبی مد نظر ایجاد گردید. بعد از ۲۴ ساعت نمونه‌ها به دستگاه اون برده شده و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. بدین گونه در سه پتانسیل، درصد رطوبت وزنی خاک با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

کمپوست و عدم تنش آبی (شاهد) و کم‌ترین مقدار آن‌ها از تیمار آبی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم مصرف ورمی کمپوست به‌دست آمد (جدول ۵). همچنین در طی بروز تنش خشکی و کاهش میزان آب تا ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست، توانست با غلبه بر اثرات منفی تنش اعمال شده بیش‌ترین اجزای رشدی را به خود اختصاص دهد. در حالی که برای صفات وزن تر بوته، تعداد پنجه و قطر ساقه از برهم‌کنش ورمی کمپوست و تنش خشکی اثر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

گیاهان در تیمار ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست بیش‌ترین اجزای رشدی را داشتند و پس از آن تیمار ۲۰ درصد حجمی ورمی کمپوست اثر مطلوبی بر پارامترهای رشد رویشی داشت. پارامترهای رشد رویشی با افزایش تنش خشکی کاهش یافتند. به‌طور کلی در شرایط وقوع تنش خشکی، گیاهان تحت تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) و ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست بیش‌ترین تولید را داشتند. این اثر ممکن است حاکی از کمبود آب باشد، چرا که تنش خشکی موجب کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و رشد رویشی می‌گردد. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می‌باشند (Harper et al., 2000).

از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشارآماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌گردد. با کاهش رشد و نمو سلول، اندازه اندام محدود می‌شود. به‌عبارت دیگر کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به‌علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد پرورده به سمت

ترتیب در ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۴/۲۵ درصد حجمی) صورت گرفت. حدود ۸ هفته پس از شروع تیمارهای تنش (زمانی که ۵۰ درصد بوته‌ها در مرحله گلدهی کامل بودند) صفاتی نظیر ارتفاع بوته، فاصله میانگره، وزن تر و خشک بوته، تعداد پنجه، وزن تر و خشک ریشه، قطر ساقه و درصد اسانس برای هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای استخراج و اندازه‌گیری اسانس، بوته‌ها نیز در مرحله گلدهی کامل برداشت شده و در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و در سایه خشک گردیدند و سپس به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن) با استفاده از نسخه ۹/۲ نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

رشد رویشی

تأثیر ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته، فاصله میانگره، وزن تر و وزن خشک بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود (جدول ۲)، و بیش‌ترین مقدار پارامترهای ذکر شده از کاربرد ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست و کم‌ترین مقدار آن‌ها از تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست به‌دست آمد (جدول ۳). رژیم آبیاری اثر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر ارتفاع بوته، فاصله میانگره، وزن تر و وزن خشک بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه داشت (جدول ۲). بیش‌ترین ارتفاع بوته، فاصله میانگره، وزن تر و وزن خشک بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کم‌ترین مقدار آن‌ها از تیمار آبی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۴). برهم‌کنش ورمی کمپوست و تنش کمبود آب برای ارتفاع بوته، فاصله میانگره و وزن خشک بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. به‌طوریکه بیش‌ترین مقدار برای ارتفاع بوته، فاصله میانگره و وزن خشک بوته از کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی ...

(McGinnis *et al.*, 2003). نتایج این تحقیق در مورد تأثیر ورمی کمپوست بر افزایش ارتفاع با نتایج به‌دست آمده بر روی همیشه بهار (Atiyeh *et al.*, 2002) مطابقت دارد.

وزن تر و خشک ریشه

اثر تنش خشکی و ورمی کمپوست بر وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش سطح تنش خشکی از شاهد به ۷۵ درصد ظرفیت زراعی میزان وزن تر و خشک ریشه گیاه را کاهش داد (جدول ۳). کاربرد ورمی کمپوست نیز سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار وزن تر و خشک ریشه از کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست و کم‌ترین مقدار آن‌ها از عدم کاربرد ورمی کمپوست به‌دست آمد (جدول ۴). اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست و تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای وزن تر و خشک ریشه نشان داد. بیش‌ترین مقدار برای پارامترهای مذکور از کاربرد ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست در گلدان و عدم تنش خشکی و کم‌ترین مقدار برای این پارامترها از عدم کاربرد ورمی کمپوست در گلدان و تیمار آبی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۵). پارامتر وزن تر ریشه، با افزایش تخلیه رطوبت خاک تا ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و کاهش کاربرد ورمی کمپوست تا ۲۰ درصد حجمی گلدان اثر مطلوبی از خود نشان داده و با شرایط بهینه (کاربرد ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست در گلدان و عدم تنش خشکی) در یک گروه قرار گرفت. درحالی‌که وزن خشک ریشه با کاهش کاربرد ورمی کمپوست تا ۲۰ درصد حجمی گلدان و افزایش میزان تخلیه رطوبت خاک تا ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) اندکی کاهش یافت. در شرایط عدم تنش خشکی با افزایش مقدار ورمی کمپوست میزان وزن تر و خشک ریشه در هر گلدان افزایش یافت در حالی‌که با افزایش تخلیه رطوبت خاک از شاهد تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی میزان این دو پارامتر کاهش یافتند. با توجه به روند

اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش عملکرد سرشاخه‌های گلدان می‌گردد. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کم‌تر گیاهان تشخیص داد. ارتفاع بوته، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدان مانند هر اندام رویشی یا زایشی دیگر شدیداً تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرند (Chaudhry *et al.*, 1999). شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می‌گردد. بنابراین کاهش تعداد پنجه‌ها در شرایط کم‌آبی را شاید بتوان به‌عنوان یک مکانیسم سازگاری برای مقابله با شرایط تنش در گیاه دارویی نعناع فلفلی در نظر گرفت.

همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی هیومیک اسید موجود در ورمی کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Arancon *et al.*, 2005) و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها (Arancon *et al.*, 2004) باعث افزایش عناصر غذایی از جمله نیتروژن گیاه گردیده و به نسبت آن ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. از طرفی ورمی کمپوست یک کود بیوارگانیک و شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه تجزیه عمل تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد (Bremness, 1999).

کاربرد ورمی کمپوست در گیاه دارویی بابونه رومی باعث افزایش شاخص‌های رشدی از جمله تعداد گل در بوته گردید (Liuc and pank, 2005). بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که اثرهای مطلوب ورمی کمپوست به‌دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت (Atiyeh *et al.*, 2000) و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت زراعی نگهداری آب در محیط کشت است

وزن خشک ریشه بوآی کنتاکی (Kentuck bluegrass) را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

درصد اسانس

اثر تنش خشکی و ورمی کمپوست بر درصد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان درصد اسانس از تیمار آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد. در حالی‌که بیش‌ترین درصد اسانس از کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست به‌دست آمد. با افزایش تخلیه رطوبت خاک از شاهد تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی درصد اسانس افزایش یافت، در صورتی‌که از تیمارهای کاربرد ورمی کمپوست کم‌تر از ۴۰ درصد حجمی گلدان (۲۰ درصد حجمی گلدان و عدم کاربرد) اختلافی مشاهده نشد و هر دو تیمار در یک گروه قرار گرفتند. اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد ورمی کمپوست برای درصد اسانس معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). بیش‌ترین درصد اسانس (۱/۶۵ درصد) از تیمار آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست و کم‌ترین میزان آن (۱/۱۴ درصد) از عدم تنش آبیاری و کاربرد ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست به‌دست آمد (جدول ۵). همواره همراه با افزایش شدت تنش، میزان اسانس افزایش نمی‌یابد، زیرا در تنش‌های شدیدتر، گیاه بیش‌تر مواد فتوسنتزی خود صرف تولید ترکیب‌های تنظیم‌کننده اسمزی از جمله پرولین، گلايسين، بتائين و ترکیب‌های قندی مانند ساکارز، فروکتوز و فروکتان‌ها می‌کند تا شرایط لازم برای ادامه حیات آن فراهم شود (Arazmjoo et al., 2010). تحقیقات نشان داده که اعمال تنش خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی، درصد اسانس افزایش می‌یابد. تنش خشکی درصد اسانس غالب گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در زمان تنش، متابولیت‌های بیش‌تری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از اکسیداسیون در سلول می‌شوند (Farahani et al., 2008). همچنین با نظر به افزایش میزان اسانس در اثر

تغییرات، علت افزایش میزان وزن تر و خشک بوته در شرایط وجود تنش را می‌توان این‌گونه توجیه کرد. در شرایط تنش، ورمی کمپوست سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک گردیده و گیاه رطوبت مورد نیاز خود را دریافت می‌کند، به همین دلیل با افزایش تخلیه رطوبت خاک تا ۲۵ درصد ظرفیت زراعی تغییر چندانی در میزان وزن تر و خشک ریشه گیاه مشاهده نشد. تنش خشکی سبب کاهش وزن تر و خشک ریشه گردید. گیاه در شرایط بدون تنش خشکی از وضعیت آماس سلولی مناسبی برخوردار است که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم می‌باشد. لذا این شرایط باعث افزایش فعالیت متابولیسمی و رشد و سرعت توسعه ریشه می‌گردد، به‌طوری‌که با رشد ریشه جذب یون‌های غذایی بیش‌تر می‌شود و با تولید اندام‌های هوایی زیادتر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد. ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت‌های تغذیه‌ای که از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش داده و به تبع آن تولید اندام‌های هوایی کم‌تر و انرژی موجود از طریق فتوسنتز کاهش می‌یابد (Gregory, 2006). مطالب فوق نشان می‌دهد که در شرایط تنش و وضعیت نامناسب آماس سلولی، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه قادر نخواهد بود کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد را فراهم کند. همچنین در شرایط بدون تنش ریشه‌ها قوی‌تر هستند در صورتی‌که در شرایط تنش با این‌که ریشه‌ها دارای طول مناسبی هستند اما به‌دلیل این‌که نازک هستند، دارای وزن کم‌تری می‌باشند که این امر موجب کاهش وزن ریشه نسبت به شرایط بدون تنش می‌شوند.

در ارتباط با تنش خشکی بر گیاهان دارویی گزارش شده که در ریحان، تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Hasani, 2005). جیانگ و هوانگ (Jiang and Huang, 2000) نیز دریافتند که تنش خشکی

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی ...

از افزایش میزان اسانس و بهبود کیفیت اسانس ریحان (Azizi *et al.*, 2007) و بابونه رومی (Liuc and pank, 2005) در اثر کاربرد ورمی کمپوست بود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی در گیاه نعناع فلفلی، با افزایش تخلیه رطوبت خاک، رشد اجزای رویشی گیاه کاهش یافت، در حالی که با کاربرد ورمی کمپوست گیاه توانست تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد تولیدی بکاهد. همچنین کاربرد ورمی کمپوست در شرایط وجود تنش منجر به دستیابی به بالاترین میزان درصد اسانس گردید، به‌طوری که کاربرد ۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست و تنش تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بالاترین میزان درصد اسانس را داشت.

مصرف تیمارهای مختلف ورمی کمپوست، می‌توان گفت از آنجا که اسانس‌ها، ترکیبات ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH می‌باشد و با توجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات آن‌ها ضروری می‌باشد (Loomis and Corteau, 1972)، افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق فراهم نمودن جذب بیش‌تر فسفر و نیتروژن که در اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس حضور دارند موجب افزایش میزان اسانس پیکر رویشی می‌گردد. در همین راستا در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر روی گیاه ریحان صورت گرفت، مشخص شد که مصرف ۵ تن ورمی کمپوست برتری محسوسی از نظر میزان اسانس نسبت به شاهد داشت (Anwar *et al.*, 2005). نتایج تحقیقات دیگر نیز حاکی

مجله زراعت و اصلاح نباتات جلد ۱۳، شماره ۲، بهار ۱۳۹۶

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر ورمی کمپوست بر شاخص های رشدی و اسانس گیاه نعناع فلفلی تحت تنش خشکی

Table 2- Analysis of variance of Effects of vermicompost on growth indices and essential oil of peppermint (*Menthapiperita* L.) under different irrigation regimes

میانگین مربعات										
درصد اسانس Essential oil	وزن خشک ریشه root dry weight	وزن تر ریشه root Fresh weight	قطر ساقه stalk diameter	تعداد پنجه Number of Tiller	وزن خشک بوته Dry weight	وزن تر بوته Fresh weight	فاصله میانگره Internode distance	ارتفاع بوته plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.12**	42.98**	176.98**	4.07**	48.64**	54.75**	527.96**	5.51**	379.60**	2	تنش خشکی Drought stress
0.04**	10.80**	85.13**	1.41**	16.59**	20.67**	164.21**	2.38**	232.21**	2	ورمی کمپوست vermicompost
0.03**	1.93**	48.24**	0.08 ns	0.52 ns	2.50**	2.99 ns	0.20**	4.09**	4	خشکی*ورمی کمپوست Drought stress×vermicompost
0.001	0.22	2.33	0.05	0.67	0.16	0.88	0.01	0.44	18	خطا Error
2.49	3.18	3.57	3.90	5.81	3.34	2.18	5.71	2.70		ضریب تغییرات (%) Cv

**،* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار بودن می باشد.

*,** and ns are significant at 5 and 1% probability levels and non-significant, respectively

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی ...

جدول ۳-مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر ساده ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و اسانس گیاه نعناع فلفلی

Table 3- Mean comparison of simple effect of vermicompost on growth indices and essential oil of peppermint (*Menthapiperita* L.)

درصد اسانس Essential oil%	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) root dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه) (root Fresh weight (g/plant)	قطر ساقه (میلی متر) stalk diameter	تعداد پنجه No. Tiller	وزن خشک بوته (گرم در گیاه) Dry weight(g/plant)	وزن تر بوته (گرم در گیاه) Fresh weight(g/plant)	فاصله میانگره (سانتی متر) Internode distance	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height(cm)	ورمی کمپوست vermicompost
1.25b	13.57c	39.31c	5.66c	12.74c	10.60c	38.67c	1.44c	19.66c	عدم کاربرد (شاهد) Vitness
1.27b	15.06b	43.55b	6.10b	14.14 b	12.13b	43.04b	2.10b	24.44b	۲۰ درصد حجم گلدان 20% of the volumepot
1.38a	15.72a	45.29	6.45a	15.46a	13.63a	47.21a	2.45b	29.81a	۴۰ درصد حجم گلدان 40 % of the volumepot

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

in each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels.

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح مخلف اثر ساده تنش خشکی بر شاخص‌های رشدی و اسانس گیاه نعناع فلفلی

Table 4- Mean comparison of simple effect of Drought stress on growth indices and essential oil of peppermint (*Menthapiperita L.*)

درصد اسانس Essential oil%	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) (root dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه) (root Fresh weight (g/plant)	قطر ساقه (میلی متر) stalk diameter	تعداد پنجه Number of Tiller	وزن خشک بوته (گرم در گیاه) Dry weight(g/plant)	وزن تر بوته (گرم در گیاه) Fresh weight(g/plant)	فاصله میانگره (سانتی متر) Internode distance	ارتفاع بوته (سانتی متر) plant height(cm)	خشکی Drought stress
1.42a	12.36c	37.66b	5.43c	11.62c	9.72c	34.63c	1.20c	18.06c	۵۰ درصد ظرفیت زراعی 50% FC
1.28b	15.39b	۴۴/۵۷a	6.02b	14.51b	12.01b	44.60b	2.02b	24.81b	۷۵ درصد ظرفیت 75% FC
1.19c	16.60a	45.93a	6.77a	16.22	14.65a	49.69a	2.77a	31.04a	عدم تنش (شاهد) Vitness

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

In each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels.

اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشدی و درصد اسانس نعناع فلفلی ...

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل خشکی و ورمی کمپوست بر اجزای رشدی و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی

Table 5- Mean comparison of interaction effects of drought stress and vermicompost on growth indices and essential oil of peppermint (*Menthapiperita L.*)

درصد اسانس Essential oil%	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) (root dry weight (g/plant)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه) Fresh weight (g/plant)	قطر ساقه (میلی متر) stalk diameter	تعداد پنجه Number of Tiller	وزن خشک بوته (گرم در گیاه) Dry weight(g/pla nt)	وزن تر بوته (گرم Fresh در گیاه) weight(g/pla nt)	فاصله میانگره (سانتی متر) Internode distance	ارتفاع بوته (سانتی متر) plant height(cm)	خشکی*ورمی کمپوست vermicompos t× Drought stress
1.32b	10.14e	29.00d	5.04f	1.11f	8.69g	29.37f	0.37g	13.60f	A1*B1
1.30b	13.03d	40.28c	5.48e	11.30f	9.65f	34.83e	1.48f	17.83e	A1*B2
1.65a	13.90c	43.70b	5.76ed	13.44ed	10.82e	39.70d	1.76e	22.74d	A1*B3
1.29b	14.42c	43.80b	5.78ed	13.03e	9.34fg	40.09d	1.78e	18.60e	A2*B1
1.28b	15.74b	44.60ab	5.98cd	14.67cd	12.23d	45.15c	1.98d	25.80c	A2*B2
1.29b	16.00b	45.30ab	6.30c	15.83abc	14.44bc	48.58b	2.30c	30.03b	A2*B3
1.14d	16.15b	45.14ab	6.16cd	15.08bc	13.78c	46.55c	2.16cd	26.78c	A3*B1
1.22c	16.40b	45.77ab	6.86b	16.64ab	14.52d	49.15b	2.86b	29.69b	A3*B2
1.22c	17.26a	46.88a	7.29a	17.11a	15.64a	53.36a	3.29a	36.66a	A3*B3

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

for each column for every treatment, common letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels.

A1 (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، A2 (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، A3 (عدم تنش)، B1 (عدم کاربرد ورمی کمپوست)، B2 (۲۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست)، B3 (۴۰ درصد حجمی گلدان ورمی کمپوست).

References

فهرست منابع

- Alizadeh, A., M. Esfahani., and M. Azizi. 2006.** Effects of water stress along with application of natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of *Dr acocephalummoldavica*. *Research and Reconstruction of Natural Resources*, 73: 96-102. (In Persian).
- Anwar, M., D. D. Patra., S. Chand., and S. P. S. Khanuja. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, Nutrient Accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in soil science and plant analysis*, 36(13-14): 1737-1746.
- Arancon, N., C. A. Edwards., P. Bierman., C. Welch., and J. D. Metzger. 2004a.** Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
- Arancon, N. Q., C. A. Edwards., R. M. Atieyh., and J. D. Metzger. 2004b.** Effect of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93: 139-143.
- Arancon, N. Q., P. A. Galvis., and C. A. Edwards. 2005.** Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology*, 96(10): 1137-1142.
- Arazmjoo, A., M. Heidari., and A. Ghanbari. 2010.** Effect of drought stress and fertilization on yield and quality of German chamomile. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(2): 100-111.
- Ardakani, M. R., B. Abbaszade., A. Sharifi Ashorabadi., M. H. L. Ebaschi., and F. Paknezhad. 2007.** The impact of water shortages on the quantity and quality of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(2): 251-261. (In Persian).
- Atieyh, R. M., C. A. Edwards., S. Subler., and J. D. Metzger. 2000.** Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*, 8(3): 215-223.
- Atieyh, R. M., N. Arancon., C. A. Edwards., and J. D. Metzger. 2002.** Incorporation of earth worm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. *Bioresource Technology*, 81(2):103-108.
- Azizi, M., A. Lakzian., H. Aroii., and M. Baghani. 2007.** The effect of different doses of vermicompost and vermin wash spraying on morphological characteristics and active ingredients of basil (*Ocimumbasilicum*). *Agricultural Industrial Science*, 21(2): 41-52. (In Persian).
- Babaii, K., M. AminiDehghi., S. A. M. ModarresSanavi., V. R. Jabbari. 2010.** Effect of drought stress on morphological characteristics and concentration of proline and thymol in thyme (*Thymus vulgais* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 26(2): 251-259. (In Persian).
- Boyer, J. S. 1982.** Plant productivity and environment. *Science*. 218:443-448.
- Bremness, L. 1999.** Herbs. *Eyewitness Handbook*, London, 176 p.
- Chaudhry, M. A., A. Rehman., M. A. Naeem., and N. Mushtaq. 1999.** Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. *Pakistan Journal Soil Science*, 16: 63-68.
- Daneshmandi, M. H., and M. Azizi. 2009.** Effects of drought and application of mineral zeolite on quantitative and qualitative characteristics of basil, Hungarian cultivars. *Iranian Horticultural Science Congress*, 123-129. (In Persian).

- Dursun, A., I. Guvenc., and M. Turan. 2002.** Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agrobotanica*, 56: 81-88.
- Farahani, H. A., A. Valadabadi., and N. Rahmani. 2008.** Effects of nitrogen on oil yield and its component of *Calendula* (*Calendula of ficinalis L.*) in drought stress conditions. *African Journal of Traditional. Complementary and Alternative medicines, Abstracts of the World Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, Cape Town November, 364p. (In Persian).
- Gregory, P. J. 2006.** *Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils)*, Blackwell Publishing pp: 150-173.
- Harper, S. M., G. L. Kerven., C. A. Edwards., and Z. Ostatek-Boczynski. 2000.** Characterization of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biochem*, 32: 1331-1336.
- Hasani, A. 2005.** Effects of water stress induced by polyethylene glycol on germination of basil (*Ocimum basilicum L.*). *Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran*, 21(4): 543-535. (In Persian).
- Jiang, Y., and B. Huang. 2000.** Effect of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky Bluegrass, *Crop Science*, 40: 1358-1362.
- Liuc, J., and B. Pank. 2005.** Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. *Scientia Pharmaceutica*, 46: 63-69.
- Loomis, W. D., and R. Corteau. 1972.** Essential oil biosynthesis. *Recently Advance Phytochem*, 6: 147-185.
- Mcginnis, M., A. Cooke., T. Bilderback., and M. Lorscheider. 2003.** Organic Fertilizers for basil transplant production. *Acta Horticulturae*, 491: 213- 218.
- Movahedi Dehnavi, M. F., S. A. M. ModarresSanavi., A. M. Soroushzade., and M. Jalali. 2004.** Changes in proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) and chlorophyll fluorescence of winter safflower under stress and foliar application of zinc and Manganese. *Desert*. 9(1): 109-93. (In Persian).
- Sinha, R. K., V. Dalsukh., C. Krunal., and A. Sunita. 2010.** Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermin culture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Journal of Agriculture Biotechnol. Sustainable Development*, 2(7): 113-128.
- Suhane, R. K., R. K. Sinha., and P. K. Singh. 2008.** Vermicompost, cattle-dung compost and chemical fertilizers: Impacts on yield of wheat crops. *Communication of Rajendra Agriculture University, Pusa, Bihar, I*

Effects of different levels of vermicompost on growth indices and essential oils essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) under uifferent irrigation regimes**S. Abyar¹, B. Fakheri², N. Mahdinajad^{*3}, M. Harati Rad⁴**

Received date: 9 April 2016

Accepted date: 5 July 2017

Abstract

Management of soil nutrients using organic fertilizers is among major pillars of sustainable agriculture. This experiment was conducted to evaluate the effects different level of vermicompost and irrigation regimes as factorial completely randomized design with three replications at Zabol University Greenhouse. Treatments included irrigation at 100 (control), 75 and 50% FC and application of humic acid at 0, 20 and 40% of pot volume. The greatest and the least plant height, internode length, fresh and dry weight of plants, stem diameter, number of tillers, dry and fresh weight of roots was observed at irrigation at 100% FC and 50% FC, respectively. Whilst, the greatest essential oil percentage was achieved in irrigation at 50% FC. Cultivated plant at 40% volume of pot vermicompost had the greatest growth components and essential oil percentage. Interaction of 40% volume of pot vermicompost and irrigation at 100% FC had the greatest plant height, internode length, plant dry weight, root dry and fresh weight. Meanwhile application of 40% volume of pot vermicompost and irrigation at 50% FC had the greatest essential oil percentage. The interaction was not significant for plant fresh weight, stem diameter and number of tillers. These results suggested that application of 40% volume of pot vermicomposting in free drought stress conditions had the greatest growth components and at 50% FC had the greatest essential oil percentage in peppermint.

Keywords: Essence, Dehydration, Bio-fertilizer, Morphological, Lamiaceae.

1- M.S.C student, Department of Horticulture and Landscape, School of Agriculture, university zabol, Iran.

2- Associate Professor, School of Agriculture, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Zabol, Iran.

3- Assistant Professor, School of Agriculture, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Zabol, Iran.

4- M.S.C student, Department of Horticulture and Landscape, School of Agriculture, university zabol, Iran.

*- Corresponding author: nmahdinezhad@uoz.ac.ir