به زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶
صفحه‌های ۳۰-۱۵

تأثیر ورمی‌کمپوست بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های سنبله‌ای کرکدار در گلخانه

حامد حیدری[۱]، امین صالحی[۲]*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران (نویسنده مسئول مکاتبات *)

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۴

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کود آلی ورمی‌کمپوست بر وزن ریشه، وزن ساقه، طول ریشه، طول ساقه، میزان رنگیزه های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه دارویی سنبله‌ای‌کرکدار (*Stachys pilifera* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور شامل کود آلی ورمی‌کمپوست در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) و اکوتیپ در چهار سطح (مارگون، لوداب، آب‌نهر کاکان و سپیدار)؛ در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که گیاهان اکوتیپ لوداب و مارگون دارای بیشترین میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلروفیل b و گیاهان اکوتیپ سپیدار و آب‌نهر نیز دارای کمترین میزان این صفات بودند. تیمارهای ۱۵ درصد و صفر درصد ورمی کمپوست نیز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلروفیل b بودند که کاربرد ورمی کمپوست ۱۵ درصد در صفات ذکر شده بترتیب باعث افزایش ۷۱/۴۳، ۶۱/۲۴، ۳۳/۳۳ و ۷۵ درصد نسبت به شاهد گردید. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و کارتنوئید به ترتیب مربوط به اکوتیپ آب‌نهر و سپیدار با ورمی‌کمپوست ۱۵درصد و صفر درصد بود. در مجموع نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که اکوتیپ‌های مربوط به رویشگاه‌های مناطق پست‌تر نسبت به شرایط گلخانه سازگاری بهتری داشتند. همچنین نشان داده شد که کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست در سطح ۱۵درصد، دارای نقش قابل توجهی در بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی سنبله‌ای‌کرکدار بوده و می‌توان از این کود آلی جهت ایجاد بستر کشت مناسب برای این گیاه استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: فسفر، رویشگاه، سنبله‌ای‌کرکدار، نیتروژن، کلروفیل

* نویسنده مسئول
Email: aminsalehi@yu.ac.ir

۱. مقدمه

روند رو به رشد مصرف گیاهان دارویی و تولید داروهای گیاهی بدون توسعه روش‌های مناسب کاشت، داشت و برداشت باعث تخریب و نابودی گونه‌های ارزشمند موجود در طبیعت می‌شود، بنابراین کشت گیاهان دارویی در سطوح زراعی و فرآوری صنعتی آنها توسط متخصصان مربوطه بعد از مطالعات اصلاحی ضروری می‌باشد[۲۲و۲] . سنبله‌ای‌کرکدار (*Stachys pilifera* L.) گیاهی بوته‌ای، چندساله و بسیار معطر است که متعلق به خانواده نعنائیان می‌باشد. این گیاه اغلب در دامنه ارتفاعات کوهستانی که تحت تأثیر زه‌آب چشمه‌سارها و قنوات می‌باشند، رویش می‌یابد. سنبله‌ای‌کرکدار دارای ساقه‌های کوتاه پوشیده از کرک، برگ‌های ساده و باریک، گل‌های صورتی متمایل به سفید و اندام هوایی دارای عطر بسیار نافذ بوده و حالت چسبندگی دارد. محدوده ارتفاعی رویشگاه این گیاه در منطقه کوهستانی کاشان، بین ۲۳۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا است. عمده رویشگاه‌های شاخص این گیاه به صورت لکه‌ای و در نواحی نسبتاً مرطوب حاشیه رودخانه‌ها، اطراف چشمه‌سارهای کوهستانی استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، لرستان، اصفهان، تهران، یزد، مرکزی، فارس و تهران می باشد [۶]. در قدیم از سنبله‌ای‌کرکدار به عنوان دارو، ادویه و غیره استفاده می‌شده است. هم‌اکنون علاقه محققین به این گیاه به لحاظ از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، افزایش یافته است؛ که می‌توان به اثرات ضدباکتریایی، ضدالتهابی، ضدسمی، آنتی‌اکسیدانی و غیره اشاره نمود [۱۹]. کاشت ارگانیک گیاهان دارویی بدلیل اهمیت آن در مصارف دارویی و بهداشتی دارای اهمیت زیادی می باشد. مصرف کودهای آلی به خصوص ورمی‌کمپوست، به دلیل داشتن ماهیت آلی، علاوه بر تأمین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، از آلودگی‌های خاک جلوگیری نموده و منبع خوبی برای حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود. ورمی‌کمپوست می‌تواند علاوه بر افزایش عملکرد گیاهان، مشکلات استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش دهد [۲۵]. ورمی‌کمپوست دارای ساختمان مناسب و بیشتر اسفنجی، حاوی جمعیت بالایی از موجودات ریز مفید بوده و تهویه و ظرفیت نگهداری آب آن زیاد است. این خصوصیات ورمی‌کمپوست آن را به جایگزین مناسبی برای پیت و سایر محیط‌های کشت گلدانی و گلخانه‌ای تبدیل نموده است [۱۶]. سطح ویژه ورمی‌کمپوست بسیار زیاد است. بنابراین قابلیت جذب و نگهداری مواد غذایی آن بالاست. نیترات، فسفر قابل تبادل، پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در ورمی‌کمپوست به شکل‌های با قابلیت جذب آسان برای گیاه می‌باشند[۱۸]. استفاده از ورمی‌کمپوست‌های تولید شده در مخلوط‌های نسبی ماده‌آلی و خاک، باعث بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در محیط‌های کشت گلدانی و گلخانه‌ای می‌گردد [۱۷]. اندازه‌گیری میزان عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست نشان داد که از نظر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، ورمی‌کمپوست بسیار غنی‌تر از خاک می‌باشد؛ برای مثال ورمی‌کمپوست نسبت به خاک سه برابر کلسیم، چندین برابر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دارد. تحقیقات نشان دادند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش میزان نفوذپذیری و تخلخل، همچنین کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را به دنبال دارد که همگی ناشی از تأثیر ورمی‌کمپوست بر خاکدانه‌سازی بوده است [۲۴] . در مطالعه دیگری که بر گیاه انیسون انجام گرفت ورمی کمپوست باعث افزایش میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گیاه گردید [۷]. در رابطه با افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده در اثر مصرف کودهای آلی ازجمله ورمی کمپوست ، نتایج مشابهی روی گیاه دارویی بابونه گزارش شده است [۹]. آنها اظهار داشتند که مصرف ورمی

کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غـذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیـاه و در نتیجـه افـزایش غلظـت فسـفر جـذب شـده توسـط گیـاه می‌گردد.

با توجه به این که تاکنون مطالعات زیادی در رابطـه بـا واکنش اکوتیپ های مختلف سنبله ای کرکـدار در شـرایط زراعی انجام نشده، این مطالعه بـه منظـور بررسـی قابلیـت کاشت اکوتیپ های مختلف گیاه سنبله‌ای‌کرکدار در شرایط تغذیه ای با کود ورمی کمپوست در گلخانه انجـام خواهـد گرفت.

مواد و روش‌ها

ایـن آزمـایش در گلخانـه تحقیقـاتی دانشـکده کشـاورزی دانشگاه یاسوج واقع در شهرستان یاسوج استان کهگیلویه و بویراحمد در پاییز ۱۳۹۲ انجام گرفت. درون گلدان‌ها خاک مناسب جهت کشـت بـذور گیـاه دارویـی ریختـه شـده و درصدهای وزنی مورد نظر ورمی‌کمپوست (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) به هر گلدان اضافه شد. درصدهای ورمی‌کمپوست اضافه شده به گلدان‌ها به صورت وزنی محاسبه شد؛ به‌طور مثال اگر خاک گلدان ۱ کیلوگرم باشد برای ورمی ۵درصد، به میزان ۵۰گرم ورمـی‌کمپوسـت اضـافه مـی‌کنـیم. خـاک گلدان‌ها جهت یکنواختی بهتر با ورمی‌کمپوست و همچنین مناسب‌تر بودن بستر خاک جهـت کشـت بـذور ریـز گیـاه دارویی، سرند شد. کف گلدان‌هـا نیـز جهـت خـروج آب اضافی و جلوگیری از خفگی ریشه، سوراخ شد.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست

	بافت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کلسیم (ppm)	منیزیم (ppm)
خاک	لومی رسی	۷/۴	۰/۵	۱/۰	۰/۱۳	۸/۵	۲۸۷	۳/۷	۰/۹
ورمی کمپوست	–	۷/۲	۴/۹	۱۱/۳	۱/۴	۱۵	۳۴۵	۳/۴	۱/۱

خاک گلدان‌ها از نوع لومی رسـی، بـا هـدایت الکتریکـی برابر ۰/۵ دسی زیمنس‌برمتر و اسدیته معادل ۷/۴ بود. نیتروژن کل خاک ۰/۱۳درصد و میزان فسـفر و پتاسـیم قابـل جـذب خاک به ترتیب ۸/۵ و ۲۸۷ قسمت در میلیون بر اسـاس وزن خاک خشک محاسبه شدند. میزان کلسیم و منیزیم خـاک نیـز به ترتیب ۳/۷ و ۰/۹ پی‌پی‌ام بود (جدول ۱).

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طـرح کـاملا تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل اکوتیـپ در چهار سطح (مارگون، لوداب، آب‌نهـر کاکـان و سـپیدار) و فاکتور دوم شامل تیمار کـودی ورمـی‌کمپوسـت در چهـار سطح (۰، ۵ ، ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست) بود. بذور گیاه سنبله‌ای‌کرکدار در تاریخ ۱۳۹۲/۸/۱۹ به روش "کشت مستقیم بذر" در درون گلدان‌ها و در محیط گلخانه کشـت شـدند. گلـدان هـا پلاسـتیکی و بـا قطـر ۲۰ و ارتفـاع ۲۵ سانتیمتر بود. برای هر کـدام از تیمارهـا در هـر تکـرار دو گلدان در نظر گرفته شد که تعداد گلدان ها در هـر تکـرار ۳۲ عدد بود که نیمی از گلدان ها در هر تکرار برای انـدازه گیری صفات مورفولوژیـک و نیمـی دیگـر بـرای صـفات

فیزیولوژیک بود. حداکثر دمای گلخانه طی آزمایش در روز ۳۶ درجه، در شب ۸ درجه سانتیگراد و میانگین دمای روز ۲۶ درجه و در شب ۱۳ درجه سانتیگراد بوده است. درون هر گلدان ۲۰ عدد بذر کشت شده و با توجه به کوچک بودن بذور، عمق کاشت آن‌ها یک تا دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در روزهای اولیه، آبیاری به طور منظم و هر یک‌روز یک‌بار انجام گرفت؛ که هدف از این کار، جلوگیری از خشک شدن محیط کاشت بذور و مرطوب نگه‌داشتن آن برای بهبود جوانه‌زنی بود. پس از سبز شدن و ظهور گیاهچه‌ها بر سطح خاک، دور آبیاری افزایش یافت (هر ۳ روز یک‌بار) که این افزایش دور آبیاری نیز برای جلوگیری از پوسیدگی طوقه گیاهان و خفگی احتمالی ریشه آنها بود. پس از سبز شدن گیاهچه ها، تعداد بوته ها در هر گلدان به ۵ بوته تنک گردید و کلیه اندازه گیری ها بر اساس این ۵ بوته انجام گرفت.

دو ماه پس از کاشت بذور (مرحله ۱۶ برگی)، جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید موجود در گیاه، برگ‌های تازه برداشت شد. برگ‌های برداشت شده، در محیط تاریک و سرد نگهداری شده و برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کارتنوئید، به آزمایشگاه منتقل شدند. میزان کلروفیل a، b ، کل و کارتنوئید به روش لیچن تایر و ولبرن (۱۹۹۴) اندازه گیری شد. در پایان آزمایش کل پیکره گیاه اعم از ریشه و ساقه، برداشت شد (در مرحله رشد رویشی). برداشت نهایی گیاهان در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۹ و در مرحله رشد رویشی (زمان شش برگی شاخه‌های جانبی) انجام گرفت. هنگام برداشت نهایی گیاهان از گلدان‌ها (مرحله رشد رویشی)، ۵ گیاه از هر گلدان انتخاب گردیده و برخی از صفات گیاه شامل طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه نیز میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم اندام هوایی (ساقه و برگ) خشک شده گیاه اندازه‌گیری شد [۴].

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش فاکتوریل با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها با آزمون LSD و مقایسه میانگین اثرات متقابل معنی‌دار، با آزمون LS.means انجام شد. رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

صفات کمی و مورفولوژیک

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه، طول ساقه و طول ریشه مربوط به اکوتیپ لوداب تحت تیمار ورمی‌کمپوست سطح ۱۵درصد بود. نتایج همچنین نشان داد که کمترین میزان صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده در این پژوهش، مربوط به تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (شاهد) و اکوتیپ سپیدار بود (جدول ۲). به طوری که بیشترین طول ریشه (۶۸ سانتیمتر) و ساقه (۵/۳۶ سانتیمتر) متعلق به اکوتیپ لوداب و سطح ۱۵ درصد ورمی کمپوست و کمترین طول ریشه (۶۸ سانتیمتر) و ساقه (۵/۳۶ سانتیمتر) متعلق به اکوتیپ سپیدار و عدم مصرف ورمی کمپوست بود. همچنین بیشترین وزن خشک ریشه و ساقه متعلق به اکوتیپ لوداب و کاربرد ورمی کمپوست ۱۵ درصد بود که نسبت به شاهد بترتیب ۵۸/۴۶ و ۸۷/۳۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و اکوتیپ بر صفات کمی گیاه سنبله‌ای کرکدار

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ساقه	وزن تر ساقه	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	طول ریشه	طول ساقه
اکوتیپ (E)	۳	۱/۱۴**	۱۸/۴۴**	۲/۶۳**	۵۰/۴۷**	۶۳۳/۴**	۲/۶۴**
ورمی‌کمپوست (V)	۳	۲۱/۱۴**	۵۶۵/۴**	۳۰/۰۶**	۷۸۵/۹**	۵۵۸/۲**	۲۲/۴**
V×E	۹	۱/۶۴**	۴۵/۶۹**	۲/۶۳**	۵۴/۰۸**	۱۸۸/۳**	۱/۱۳**
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۲	۰/۴۵	۰/۰۲	۰/۶۷	۳/۴۳	۰/۰۹
ضریب تغییرات	–	۷/۵۷	۶/۹۸	۶/۳۷	۶/۶۷	۳/۲۷	۹/۷۹

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns : غیر معنی‌دار

جدول۳. مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست بر صفات کمی و مورفولوژیک سنبله‌ای کرکدار

اکوتیپ	ورمی‌کمپوست (٪)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر ریشه (g)	طول ریشه (mm)	طول ساقه (cm)
مارگون	۰ (شاهد)	۰/۵^{h}	۲/۳۳^{j}	۰/۶۵^{g}	۳/۹۶^{h}	۴۱/۶^{defg}	۱/۴۶^{g}
	۵	۲^{e}	۱۰/۳۳^{f}	۲/۵^{d}	۱۴/۶^{e}	۴۰^{efg}	۲/۵^{f}
	۱۰	۳/۲^{c}	۱۵/۲^{c}	۳/۹۵^{b}	۲۰/۳۳^{c}	۴۲/۶^{def}	۴/۰۳^{c}
	۱۵	۳/۷۸^{ab}	۱۹/۵^{b}	۵/۰۶^{a}	۲۳/۲^{b}	۶۲/۶^{b}	۵/۰۳^{ab}
لوداب	۰ (شاهد)	۰/۳۹^{hi}	۱/۹۶^{jk}	۰/۴۱^{gh}	۳/۲^{h}	۴۱^{defg}	۱/۴۶^{g}
	۵	۱/۵۳^{f}	۷/۲^{g}	۱/۶۳^{e}	۸/۳۳^{f}	۶۳^{b}	۳^{ef}
	۱۰	۳/۳^{c}	۱۵/۴^{c}	۳/۸۸^{b}	۲۰/۱۶^{c}	۶۶/۳^{a}	۴/۸^{b}
	۱۵	۳/۹۶^{a}	۲۲/۹^{a}	۵/۰۵^{a}	۲۴/۸^{a}	۶۸^{a}	۵/۳۶^{a}
آب‌نهر	۰ (شاهد)	۰/۱۶^{i}	۱^{k}	۰/۲۷^{h}	۱/۴۶^{i}	۴۱/۶^{defg}	۱/۰۳^{g}
	۵	۱/۱۱^{g}	۵/۹^{h}	۱^{f}	۵/۶۳^{g}	۳۹^{g}	۳/۵^{cde}
	۱۰	۰/۸۷^{g}	۳/۹^{i}	۱/۰۸^{f}	۶/۳۶^{g}	۶۲/۳^{b}	۳^{ef}
	۱۵	۳/۷^{b}	۱۳/۳^{d}	۳/۱۲^{c}	۱۷/۱^{d}	۴۹^{c}	۳/۶^{cd}
سپیدار	۰ (شاهد)	۰/۴۲^{h}	۲^{jk}	۰/۴۴^{gh}	۳/۱^{h}	۳۹/۳^{fg}	۱^{g}
	۵	۱/۰۷^{g}	۴/۹^{hi}	۱/۲۱^{f}	۶/۹۶^{g}	۴۴/۳^{d}	۲/۴۶^{f}
	۱۰	۲^{e}	۱۱/۸۶^{e}	۲/۵۲^{d}	۱۶^{d}	۴۴/۳^{d}	۳/۳^{e}
	۱۵	۲/۴۹^{d}	۱۶/۳^{c}	۳/۲^{c}	۲۱/۰۳^{c}	۴۳^{de}	۳/۷^{cd}

حروف یکسان در هر ستون، نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD می‌باشد.

در رابطه با برهمکنش بین اکوتیپ ها با سطوح مختلف ورمی کمپوست می‌توان گفت که اکوتیپ لوداب نیز احتمالا" با سازگاری بهتری که نسبت به سایر اکوتیپ‌ها با شرایط گلخانه داشته است در سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست با جذب بهتر آب و عناصر غذایی توانسته پاسخ بهتری در این شرایط داشته باشد که این در افزایش صفات مورفولوژیک قابل مشاهده می باشد (جدول ۲).

در این رابطه بیان شده است که فراهم بودن آب و عناصر غذایی، رشد رویشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته و شرط اساسی جهت تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌باشد[۲۰]. همچنین گزارش شده است که بستر کاشت ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد، نسبت به تیمارشاهد (تیمار بدون ورمی‌کمپوست)، بر میزان عملکرد مرزه و ریحان تأثیر معنی‌داری داشته است؛ به گونه‌ای‌که وزن خشک برگ و سرشاخه گلدهنده برای هر دو گیاه مرزه و ریحان در تیمار حاوی ورمی‌کمپوست، بهترین عملکرد را داشتند که این صفت از لحاظ دارویی حائز اهمیت می‌باشد[۸]. در مطالعه دیگری که بر گونه های مختلف تاج خروس انجام شد نتایج نشان داد که استفاده از کود آلی ورمی کمپوست در کشت این گیاه، با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز آنها، باعث افزایش تولید زیست توده و عملکرد در این گیاه گردید[۲۷].

نتایج آزمایشی که به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه انجام شد، نیز نشان داد که افزایش عملکرد در خاک‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست است [۳]. در پژوهش دیگری نیز مبین افزایش قابل توجه عملکرد محصول و کیفیت فروکتان در گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.) با کاربرد ورمی کمپوست بود[۱۴]. آنها دریافتند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق تسریع در تشکیل پیاز و نیز طولانی شدن دوره پر شدن آن، موجب افزایش کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی نظیر فروکتان گردیده و متعاقب آن عملکرد محصول سیر نیز بهبود می‌یابد. در این پژوهش ارتفاع بوته سیر نیز به دلیل بهبودی که در جذب عناصر معدنی و آب و پیامد آن در فرآیند فتوسنتز صورت گرفته بود، افزایش یافت.

عناصر غذایی و رنگدانه‌های فتوسنتزی

درصد نیتروژن اندام هوایی

=نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴) که ورمی‌کمپوست و اکوتیپ هرکدام به تنهایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، بر میزان نیتروژن موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار گذاشتند؛ بطوری‌که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار، مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد (شاهد) بود (شکل ۱).

جدول ۴: تجزیه واریانس اثرات ورمی‌کمپوست و اکوتیپ بر عناصر غذایی و رنگدانه‌های فتوسنتزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	پتاسیم	فسفر	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل کل	کارتنوئید
اکوتیپ (E)	۳	۰/۰۷۶**	۰/۰۳۱**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۰۹*	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۷*	۰/۰۰۲**
ورمی‌کمپوست(V)	۳	۰/۸۶۶**	۱/۱۷**	۰/۰۷۹**	۰/۸۷**	۰/۱۵۶**	۱/۷۵**	۰/۱۰۴**
V×E	۹	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۱*	۰/۰۰۰۸*
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات(درصد)	–	۸/۳۷	۳/۱۱	۵/۴۵	۱۳	۹/۳	۱۱/۲	۹/۹

*, ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns : غیر معنی‌دار

شکل۱: میزان نیتروژن اندام هوایی سنبله‌ای‌کرکدار در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

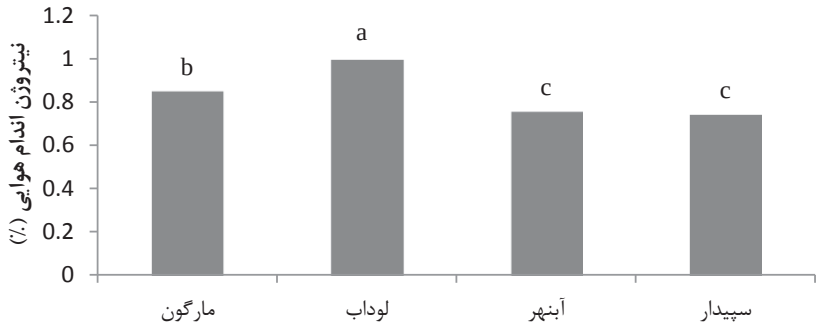
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ورمی‌کمپوست و اکوتیپ هرکدام به تنهایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، بر میزان نیتروژن موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای-کرکدار گذاشتند. بطوری‌که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای-کرکدار، مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد (شاهد) بود که نسبت به شاهد ۷۱/۴۳ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱).

در واقع ورمی‌کمپوست با دارا بودن سطوح زیاد برای جذب آب و عناصر غذایی، در جهت فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بهبود رشد و عملکرد گیاهان دارویی مفید می‌باشد. به عبارت دیگر، با اضافه کردن این کود به خاک، فرم قابل جذب عناصر غذایی و همچنین تشکیل کمپلکس‌های آلی قابل جذب و قابلیت جذب آنها توسط گیاه افزایش می‌یابد[۱]. در این باره می‌توان دلیل مزیت نسبی ورمی‌کمپوست به کمپوست زباله شهری در افزایش رشد گیاه را به علت تولید اسید هیومیک و سایر مواد محرک رشد نظیر هورمون‌های رشد گیاهی در طول فرآیند تولید ورمی‌کمپوست توسط ریزموجودات و در نتیجه افزایش زیست‌توده، فعالیت و تنوع زیستی میکروبی و بهبود حاصلخیزی خاک دانست [۲۷].

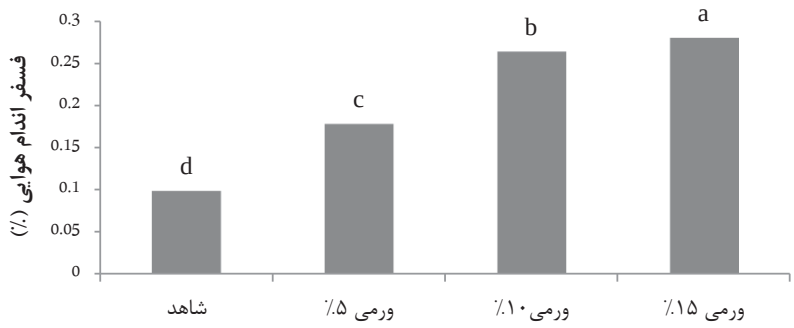
مقایسه میانگین تیمارها در این پژوهش همچنین نشان داد که گیاهان اکوتیپ رویشگاه لوداب حاوی بیشترین درصد نیتروژن و گیاهان اکوتیپ رویشگاه سپیدار حاوی کمترین درصد نیتروژن بودند که نسبت به شاهد ۳۰ درصد افزایش نشان داد (شکل۲). درصد بالای نیتروژن اکوتیپ لوداب نسبت به سایر اکوتیپ‌ها؛ احتمالا" می‌تواند ناشی از پتانسیل بالاتر این اکوتیپ در جذب عنصر نیتروژن و سازگاری نسبی این اکوتیپ باشد.

درصد فسفر اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴) که ورمی-کمپوست و اکوتیپ هرکدام به تنهایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، بر میزان فسفر موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار گذاشتند. بطوری‌که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان فسفر موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار، مربوط به تیمار ورمی-کمپوست ۱۵٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ورمی-کمپوست صفر درصد (شاهد) بود که نسبت به شاهد بترتیب ۶۱/۲۴ درصد افزایش نشان داد (شکل۳).



شکل۲: میزان نیتروژن اندام هوایی در اکوتیپ‌های مختلف سنبله‌ای‌کرکدار. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.



شکل۳: میزان فسفر اندام هوایی سنبله‌ای‌کرکدار در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

ورمی‌کمپوست باعث افـزایش قابلیـت جـذب عناصـر غذایی بویژه فسفر می‌شود. از آنجائیکه اکثر فسـفر اسـتفاده شده در کودهای شیمیایی در خاک‌هـا، توسـط کلسـیم (در خاک‌های قلیایی) و آلومینیم و آهن (در خاک‌های اسیدی)، از دسترس گیاه خارج می‌شود، استفاده از کودهای زیستی، می‌تواند فراهمی فسفر را افـزایش داده و از طرفـی نیـز بـا کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، موجب کاهش آلودگی محیط زیست گردد [۱۱]. از این رو به نظـر مـی‌رسـد کـه وجود درصد بیشتری از فسفر در اندام هوایی گیاهان تحت تیمار ۱۵٪ ورمی‌کمپوست، به دلیل شرایط بهتر جذب ایـن عنصر در محیط ورمی‌کمپوست باشد.

در همین رابطه گزارش شده است که بـا اضـافه کـردن کود آلی به یک سامانه کشت، هومـوس موجـود در خـاک باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیـت فسـفر می‌گردد. همچنین وجود فسفر در ورمی‌کمپوسـت کـه بـه تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می‌شود؛ در افـزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه مؤثر است[۱۰].

در همین رابطه در مطالعـه ای کـه روی بررسـی تـاثیر

نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون انجام گرفت ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر دانه داشت بطوریکه با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست، میزان فسفر دانه افزایش یافت و بیشترین میزان فسفر دانه با کاربرد ۱۰ تن در هکتار بدست آمد [۷]. همچنین مقایسه میانگین تیمارها در این تحقیق نشان داد که اندام هوایی اکوتیپ رویشگاه لوداب حاوی بیشترین درصد فسفر و اکوتیپ رویشگاه سپیدار حاوی کمترین درصد فسفر بود که اکوتیپ لوداب نسبت به سپیدار ۵/۷۷ درصد افزایش نشان داد (شکل۴). درصد بالای فسفر اکوتیپ لوداب نسبت به سایر اکوتیپ‌ها؛ احتمالا می‌تواند ناشی از پتانسیل بالاتر این اکوتیپ در جذب عنصر فسفر و سازگاری نسبی این اکوتیپ به شرایط گلخانه باشد.

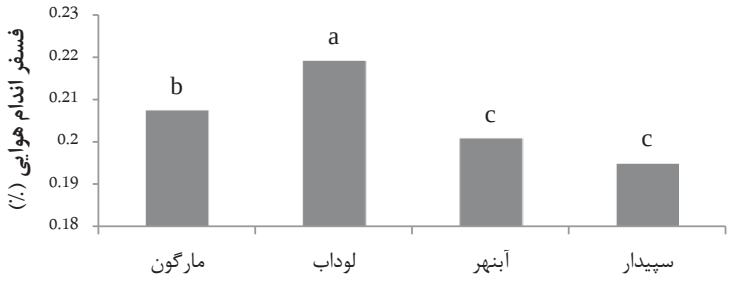
درصد پتاسیم اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴) که ورمی‌کمپوست و اکوتیپ هرکدام به تنهایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، بر میزان پتاسیم موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار گذاشتند (شکل۳). بطوری‌که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار، مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪ و کمترین آن مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد (شاهد) بود که نسبت به شاهد ۳۳/۳۳ درصد افزایش نشان داد (شکل۵).

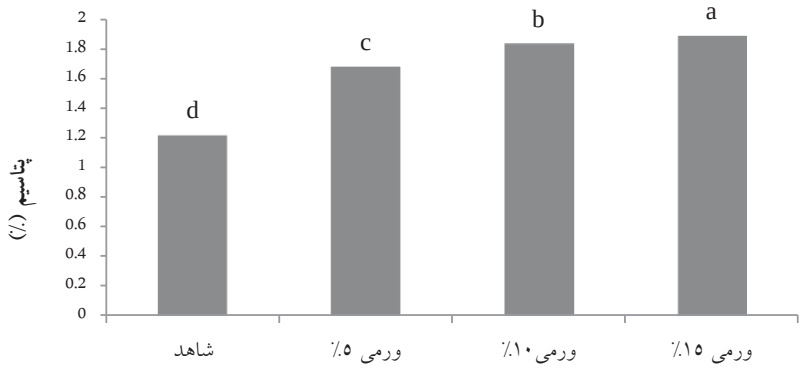
در مطالعه‌ای که به منظور تاثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون انجام شد نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست بر غلظت پتاسیم دانه تاثیر معنی‌داری داشت بطوریکه با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست، میزان پتاسیم دانه افزایش یافت[۷]. سطح ویژه ورمی‌کمپوست بسیار زیاد است؛ بنابراین قابلیت جذب و نگهداری مواد غذایی آن بالاست. نیترات، فسفر قابل تبادل، پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در ورمی‌کمپوست به شکل‌های با قابلیت جذب آسان برای گیاه می‌باشند [۱۸].

مقایسه میانگین تیمارها در این بررسی همچنین نشان داد که اندام هوایی اکوتیپ رویشگاه لوداب و مارگون حاوی بیشترین درصد پتاسیم در اندام هوایی و اکوتیپ رویشگاه سپیدار و آب‌نهر حاوی کمترین درصد پتاسیم در اندام هوایی بود که اکوتیپ لوداب نسبت به سپیدار ۵/۸۵ درصد افزایش نشان داد (شکل۶). درصد بالای پتاسیم اکوتیپ لوداب نسبت به سایر اکوتیپ‌ها؛ می‌تواند ناشی از پتانسیل بالاتر این اکوتیپ در جذب عناصر و سازگاری نسبی این اکوتیپ به شرایط گلخانه باشد.

در مطالعه‌ای که به منظور بررسی تاثیر کاربرد زئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر ماکرو، میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی انجام گرفت نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست از لحاظ غلظت پتاسیم در اندام هوایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که درصد پتاسیم در سطح سوم ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار) در حدود ۳۳/۷۷٪ بیشتر از سطح اول (عدم کاربرد ورمی کمپوست) و ۱۲/۹۶٪ بیشتر از سطح دوم (پنج تن در هکتار) گردید[۹]. از این رو به نظر می‌رسد که ورمی-کمپوست با فراهم کردن فضای مناسب جهت جذب بهتر پتاسیم، باعث جذب بیشتر این عنصر در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار تحت تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪؛ نسبت به سایر تیمارها شده است.



شکل۴: میزان فسفر اندام هوایی در اکوتیپ های مختلف سنبله‌ای‌کرکدار . حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.



شکل۵: میزان پتاسیم اندام هوایی سنبله‌ای‌کرکدار در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

شکل۶: میزان پتاسیم اندام هوایی در اکوتیپ های مختلف سنبله‌ای‌کرکدار. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

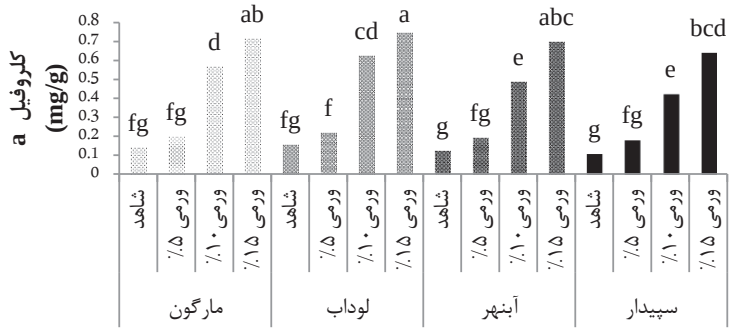
در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تاثیر کاربرد زئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی‌کمپوست بر غلظت عناصر ماکرو، میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی انجام گرفت، نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست از لحاظ غلظت پتاسیم در اندام هوایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که درصد پتاسیم در سطح سوم ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار) در حدود ۳۳/۷۷٪ بیشتر از سطح اول (عدم کاربرد ورمی کمپوست) و ۱۲/۹۶٪ بیشتر از سطح دوم (پنج تن در هکتار) گردید[۹]. از این رو به نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست با فراهم کردن فضای مناسب، باعث جذب بیشتر عنصر پتاسیم در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار تحت تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪؛ نسبت به سایر تیمارها شده است.

کلروفیل a

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴) که اثر اکوتیپ، ورمی‌کمپوست و برهمکنش اثرات آن‌ها بر صفت کلرفیل a معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به اکوتیپ لوداب تحت تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵درصد بود و همچنین کمترین میزان کلروفیل a مربوط به اکوتیپ سپیدار تحت تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد (شاهد) بود (شکل۷). در ارتباط با تفسیر اثر متقابل دو عامل بر روی کلروفیل a می‌توان اظهار داشت که بین سطوح ورمی‌کمپوست و اکوتیپ یک رابطه تشدید کننده وجود داشته است. که این افزایش می تواند بدلیل افزایش طول ریشه در اکوتیپ لوداب (جدول ۳) و در نتیجه بهبود جذب عنصر نیتروژن بخصوص در مقادیر بالای ورمی کمپوست (۱۵ درصد) توسط این اکوتیپ باشد (شکل ۲) که همین امر منجر به افزایش میزان کلروفیل a گردیده است.

کلروفیل b

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴) که اکوتیپ و ورمی‌کمپوست هر کدام به تنهایی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلروفیل b داشتند. بطوری‌که مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین میزان کلروفیل b موجود در اندام هوایی گیاه سنبله‌ای‌کرکدار، مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵٪ و کمترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد بود که نسبت به شاهد ۷۵ درصد افزایش نشان داد (شکل۸).

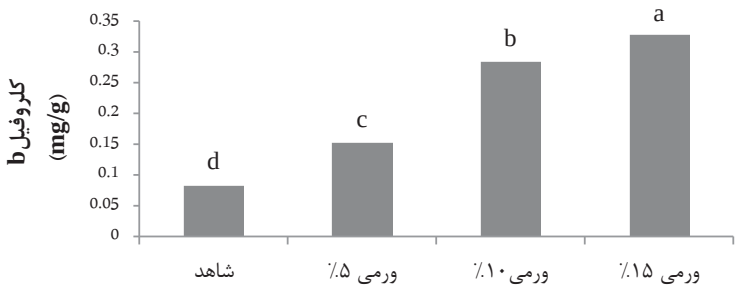


سطوح مختلف ورمی کمپوست در اکوتیپ های مختلف سنبله ای کرکدار

شکل۷: اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست بر کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ).
حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

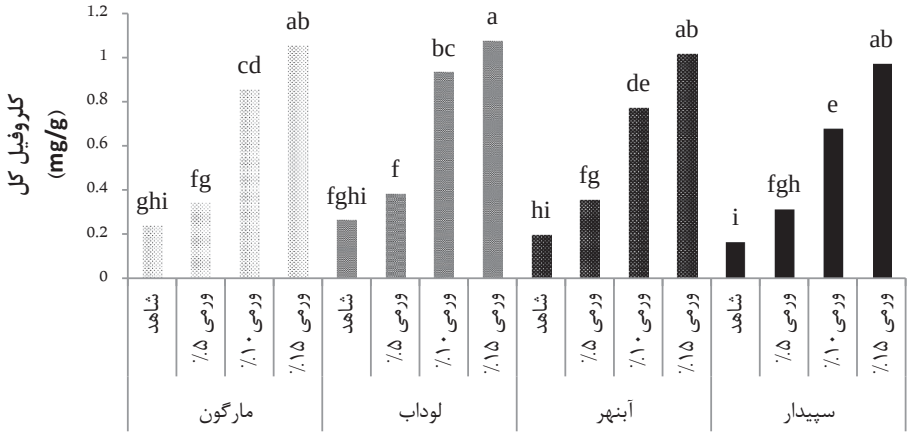
نیتروژن یک جزء لازم مولکول کلروفیل می‌باشد. با توجه به اینکه نیتروژن بخشی از کلروفیل را تشکیل می‌دهد (یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند) و همچنین در ساختمان اسیدهای آمینه شرکت دارد، افزایش جذب این عنصر بدنبال استفاده از کود شیمیایی حاوی نیتروژن و یا کودهای زیستی داری نیتروژن (اعم از ورمی‌کمپوست)، می‌تواند در افزایش میزان کلروفیل نقش مهمی داشته باشد [۵]. نتایج بدست آمده از پژوهش‌های دیگر نیز بیانگر آن است که تأثیر تیمارهای کودی بر میزان کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. بطوریکه تیمار کود شیمیایی نیتروژنه، دارای بیشترین میزان کلروفیل و تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) کمترین میزان کلروفیل را داشته است[۱۲].

مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که اکوتیپ لوداب حاوی بیشترین میزان کلروفیل b و اکوتیپ سپیدار حاوی کمترین میزان کلروفیل b در اندام هوایی خود بود که اکوتیپ لوداب نسبت به سپیدار ۱۳/۰۴درصد افزایش نشان داد (شکل۹). میزان بالای کلروفیل b در اکوتیپ لوداب نسبت به سایر اکوتیپ‌ها؛ می‌تواند به دلیل سازگاری نسبی این اکوتیپ به شرایط گلخانه باشد و یا اینکه چون اکوتیپ لوداب جذب بهتری از عناصر غذایی را داشته است، می‌توان اینگونه استنباط کرد که با توجه به وجود برخی عناصر غذایی (نظیر نیتروژن) در ساختار کلروفیل، قدرت جذب عناصر در این اکوتیپ نیز بر میزان کلروفیل b مؤثر بوده است.



شکل۸: میزان کلروفیلb موجود در اندام هوایی سنبله‌ای‌کرکدار در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست. حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

شکل۹: میزان کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) موجود در اندام هوایی در اکوتیپ های مختلف سنبله‌ای‌کرکدار . حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.



سطوح مختلف ورمی کمپوست در اکوتیپ های مختلف سنبله ای کرکدار

شکل۱۰: اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست بر کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ).
حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴) که اثر اکوتیپ، ورمی‌کمپوست و برهمکنش اثرات آن‌ها بر صفت کلرفیل کل معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست همچنین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل‌کل مربوط به اکوتیپ لوداب تحت تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵درصد بود و همچنین کمترین میزان کلروفیل a مربوط به اکوتیپ سپیدار تحت تیمار ورمی‌کمپوست صفر درصد (شاهد) بود (شکل۱۰).

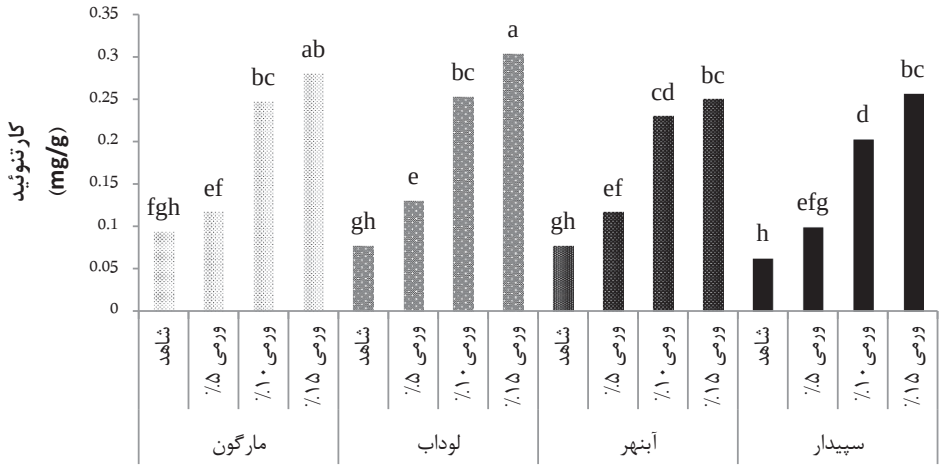
به نظر می‌رسد اکوتیپ لوداب با سازگاری بهتری که با شرایط گلخانه داشته است، توانسته در محیط کشت ایده‌آل ورمی‌کمپوست (۱۵ درصد)، با افزایش جذب عنصر نیتروژن باعث افزایش میزان کلروفیل گردد. می‌توان گفت با توجه به این که نیتروژن بخشی از کلروفیل را تشکیل می‌دهد (یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند) و با توجه به شرکت آن در ساختمان اسیدهای آمینه، افزایش جذب این عنصر بدنبال استفاده از ورمی کمپوست حاوی نیتروژن، در افزایش میزان این صفت نقش مهمی داشته است [۵]. همبستگی مثبتی بین عدد کلروفیل‌متر و کل نیتروژن برگ مشاهده شده است [۲۶].

کاروتنوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴) که اثر اکوتیپ، ورمی‌کمپوست و برهمکنش اثرات آن‌ها بر صفت کاروتنوئید معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به اکوتیپ لوداب و کاربرد ورمی‌کمپوست ۱۵درصد و کمترین میزان کارتنوئید مربوط به اکوتیپ سپیدار و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (شاهد) بود (شکل۱۱).

کاروتنوئیدها به‌عنوان حامی رنگیزه‌های فتوسنتزی و

غیرفتوسنتزی شناخته شده‌اند که می‌توانند انرژی اضافی طول موج‌های کوتاه را بگیرند و اکسیژن یکتایی را به اکسیژن سه‌تایی تبدیل کرده و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده نقش آنتی‌اکسیدانی از خود بروز دهند [۲۱] به نظر می‌رسد که اکوتیپ لوداب و تیمار ورمی‌کمپوست سطح ۱۵درصد با برهمکنش فزاینده‌ای که در جذب عناصر و به تبع آن افزایش اندام‌های فتوسنتزی دارند؛ نقش مثبت و مؤثری بر میزان کارتنوئید موجود در گیاه سنبله‌ای کرکدار داشته‌اند؛ چرا که کاروتنوئیدها توسط تمامی اندام‌های فتوسنتزی و بسیاری از اندام‌های غیرفتوسنتزی ساخته می‌شوند[۱۱].



شکل۱۱: اثر متقابل اکوتیپ و ورمی‌کمپوست بر کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ).
حروف غیریکسان نشاندهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

نتیجه‌گیری

در پایان می توان گفت که اکوتیپ های مختلف تأثیرات متفاوت و معنی‌داری بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه سنبله ای کرکدار می گذارند به طوری که اکوتیپ لوداب و مارگون با توجه به سازگاری بهتر و همچنین عملکرد کمی و کیفی بهتری که نسبت به سایر اکوتیپ‌ها در شرایط کشت گلخانه‌ای داشتند، برای انجام سایر کارهای آزمایشی هم در گلخانه و هم در مزرعه، پیشنهاد می‌شوند. از طرفی نیز ورمی کمپوست با نگهداری آب و همچنین با افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، باعث بهتر شدن عملکرد کمی و کیفی گیاه سنبله‌ای کرکدار شده و استفاده از ورمی‌کمپوست برای کشت این گیاه در مزرعه؛ با توجه به تأثیر مثبت آن در بهبود عملکرد کمی و کیفی این گیاه و نیز تأثیر این کود در کاهش آلودگی‌های زیستی، قابل توصیه می‌باشد.

منابع

۱. احمدآبادی ز، قاجار سپانلو م و بهمنیار م ع (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان

(*Borago officinalis* L.). مجله به زراعی کشاورزی، ۱۳(۲): ۱۲-۱.

۲. آذرنیوند، ح، قوام عربانی، م، سفیدکن ف و طویلی ع (۱۳۸۸). بررسی تأثیر ویژگیهای اکولوژیک (خاک و ارتفاع) بر کمیت و کیفیت اسانس گل و برگ *Achillea millefolium* L. subsp. millefolium. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۴): ۵۷۱-۵۵۶.

۳. آستارائی، ع. (۱۳۸۵) تاثیر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد اسفرزه. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۳): ۱۸۷-۱۸۰.

۴. امامی، ع. (۱۳۷۵) روش‌های تجزیه گیاه. نشریه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۹۸۲ (۱): ۱۲۶ صفحه.

۵. اوجاقلو و (۱۳۸۶) تأثیر تلقیح با کودهای زیستی (ازتوباکتر و فسفاته بارور) بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز.

۶. بتولی، ح.، بامنیری ع. و ج. صفائی. ۱۳۸۷. بررسی و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گیاه سنبله‌ای-کرکدار (*Stachy spilifera* L.) در شرایط اقلیمی منطقه کاشان. مجموعه مقالات همایش ملی گیاهان داروئی ایران، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۲۸۰ :۹۸-۱۰۳.

۷. خالص‌رو ش، قلاوند ا، سفیدکن ف و اصغرزاده ا (۱۳۹۰) تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصردر گیاه دارویی انیسون(*Pimpinella anisum* L.). فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۵۶۰-۵۵۱.

۸. رحمانیان م، حاتمی ف، اسماعیل پور ب و هادیان ج (۱۳۹۰) بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی مرزه و ریحان. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۶۴-۱۳۶۳.

۹. صالحی ا، قلاوند ا، سفیدکن ف و اصغرزاده ا (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد زئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر N،P،K میزان اسانس و عملکرد اسانس در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی *Matricaria chamomilla* L. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۲): ۲۰۱- ۱۸۸.

۱۰. ملکوتی م ج (۱۳۷۵) کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۷۹ صفحه.

۱۱. ممی‌زاده ز، شاهسونی ش، قرنجیک ش و غلامی ا (۱۳۹۰) بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود گوگرد، ورمی‌کمپوست و باکتری تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب فسفر خاک. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی، دانشگاه زنجان.

۱۲. ویانی و، رحیم‌زاده س و سهرابی ی (۱۳۸۹) تأثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۱): ۸۷-۷۳.

13. Andrew JSH, Moreau M, Kuntz G, Pagny C, Lin S, Tanksley L and Mccarthy J (2008) An investigation of carotenoid biosynthesis in (*Coffea canephora*) and (*Coffea arabica*) Plant Physiology. 165: 1087-1106.

14. Arguello JA, Ledesma A, Nunez SB, Rodriguez CH and Goldfarb MDD (2006) Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content. yield and quality of *Rosado* paraguayo garlic bulbs. *Horticultural Sciences*, 41(3): 589-592.

15. Arnon DT (1949) Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.

16. Dominguez j, Edwards CA and Subler S (1997) A comparison of vermicomposting and composting. (38): 57-59.

17. Edwards CA (1998) The Use of earthworm in the breakdown and management of organic wastes. In: Earthworm Ecology : Edwards, C. A. ed., St, Lucie Press, Boca Raton, FL, p: 327-35.

18. Edwards CA and Burrow I (1998) The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Earthworms in waste and environmental management.

19. Farjam, M. H., M. Khalili, A. Rustayian, K. Javidnia and S. Izadi. 2011. Biological activity of the n-butanolic extract of *Stachys pilifera* L. African Journal of Microbiology Research, 5(28): 5115-5119.

20. Gupta V, Fatima A (2008) Antimicrobial potential of (*Glycyrrhiza glabraroots*). *Journal Ethnopharmacol*, 116 (2): 377 - 80.

21. Inze D and Montagu MV (2000) Oxidative stress in plants. Cornavall, Great Britain p: 105-135.

22. Kumar J And Gupta PK (2009) Molecular approaches for improvement of medicinal and aromatic plants. Plant Biotechnology Reports, 2: 93–112.

23. Lichtenthaler, H. K. and Welburn, W. R. 1994. Determination of total carotenoids and chlorophyils a and b of leaf extracts in different solvents. biochem. Soc. Tran. 11: 591 – 592.

24. Reddy BG and Reddy MS (1998) Soil health and crop productivity in alfisol with integrated plant nutrient supply system. Proceeding of the 9 th Australian Agronomy conference. Wegga Wegga. Australia.

25. Rentato Y, Ferreira ME, Cruz MC and Barbosa JC (2003) Organic matter fraction and soil fertility the influence of liming, vermicompost and cattle manure. Bioresource Technology. 60 (3):59-63

26. Rodriguez IR and Grady LM (2000) Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration and visual quality of St. *Austinne grass* .Horticultural Sciences. 35: 751-754.

27. Uma B and Malathi M (2009) Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of *Amaranthus* species. Res. *Journal Agriculture and Biology Science*, 5(6):1054-1060.

28. Wettasinghe M and Shahidi F (2000) Scavenging of reactive oxygen species and DPPt free radicals by extract of Borago and evening primrose meals. Food Chemistry, 70: 17-26.