بررسی تاثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی آویشن دنایی (*Thymus deanensis* Celak)

امیر رحیمی[۱]، بهنام دولتی [۲*] و سعید حیدرزاده[۳]

۱- استادیار گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۳- دانشجوی دکتری گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۵

پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

کلمات کلیدی:

آویشن دنایی،

ازتوباکتر،

اسانس، کشاورزی پایدار،

سیستم تلفیقی

* عهده دار مکاتبات

Email: b.dovlati@urmia.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی آویشن دنایی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: کود شیمیایی (۱۰۰ درصد)، کود زیستی (فسفاته بارور ۲ + ازتو باکتر)، کود دامی، تیمارهای تلفیقی ٪۵۰ کود شیمیایی + کود زیستی، ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی + کود دامی، کود زیستی + کود دامی، ۵۰ ٪ کود شیمیایی + زیستی + کود دامی و تیمار شاهد بود. نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی آویشن از جمله محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی نسبت به کاربرد مستقل کودها شد. بیشترین عملکرد اقتصادی (۷۴/۷۲ $g\ m^{-2}$)، ماده خشک (۱۵۶/۴۲ $g\ m^{-2}$) و عملکرد اسانس (۵/۳۶ $g\ m^{-2}$) در تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی+ کود زیستی + کود دامی بدست آمد. علاوه براین، کاربرد تلفیقی ۵۰ ٪ کود شیمیایی+ کود زیستی + کود دامی باعث افزایش غلظت عناصر آهن (Fe)، روی (Zn) و مس (Cu) در آویشن شد. مقادیر فنل کل (۳۰/۱۲ ٪)، فلاونوئید (۲۶/۲۲ ٪) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۵/۹۵ ٪) آویشن نیز در تیمار مذکور افزایش یافت. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی در بهبود صفات کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن تأثیر مثبت داشت و بهتر است برای افزایش راندمان محصولات کشاورزی از نهاده‌های آلی و زیستی به جای کودهای شیمیایی با هدف کاهش آلودگی در راستای نیل به کشاورزی پایدار مصرف شود.

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی در درمان برخی از بیماری‌ها به دلیل عوارض کمتر نسبت به داروهای شیمیایی توجه بسیاری از افراد را به خود جلب کرده است. اسانس و عصاره گیاهان دارویی به عنوان نگهدارنده و آنتی‌اکسیدان در فراورده‌های دارویی، غذایی و محصولات آرایشی و

بهداشتی مطرح هستند (۴۱). تیره *Lamiaceae* با ۲۳۶ جنس و بیش از ۷۰۰۰ گونه، بزرگترین تیره در راسته *Lamiales* می‌باشد و بسیاری از گونه های آن به خاطر برگ های معطر و گل های جذاب آنها کشت می‌شوند. آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) که به صورت خودرو در بخش‌های غربی و مرکزی ایران به ویژه رشته کوه‌های زاگرس یافت می شود و دارای تنوع وسیعی از ترکیبات اسانس می‌باشد (۴۰). تیمول و کارواکرول از ترکیب‌های مهم و اصلی انواع آویشن می‌باشند که خواص درمانی متعددی به آنها نسبت داده می‌شود (۵۴). لازم به ذکر است که مقدار تیمول در آویشن دنایی تا بیش از ۷۰ درصد گزارش شده است (۳۸). به هر حال اسانس گیاه آویشن دنایی کاربرد وسیعی در تهیه دارو و درمان انسان در طب سنتی دارد، اثر ضد باکتریایی قوی این اسانس بر گونه‌های بیماریزای باکتری‌های *Helicobacter pylori* گزارش شده است (۳۴). با توجه به سازگاری مناسب آن با شرایط جدید اگرواکولوژیکی و بومی مناطق ایران و اهمیت آن به عنوان گیاه دارویی، انجام بررسی‌های بیشتر روی این گیاه ضروری به نظر می‌رسد. اسانس آویشن دنایی دارای خواص آنتی اکسیدانی است که قادر است سیستم‌های بیولوژیک را در برابر خطر رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن محافظت نمایند، از این رو بهبود و افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی در این گیاه نیز حائز اهمیت می‌باشد.

نیتروژن و فسفر در بین عوامل زراعی موثر بر عملکرد، مدیریت عناصر غذایی و کاربرد کودهای مختلف آلی و معدنی به دلیل بهبود رشد، می‌تواند نقش به سزایی بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی داشته باشد (۲۶). در چند دهه اخیر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، مشکلات بسیاری را از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی به وجود آورده است. یکی از راه‌های رفع این مشکل، اعمال راه‌کارهایی مبتنی بر استفاده از اصول دراز مدت کشاورزی اکولوژیک در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (۶). بطوری که استفاده از کودهای آلی از مؤثرترین شیوه‌های تغذیه گیاه در جهت افزایش عملکرد، هماهنگ با محیط زیست و نیل به اهداف کشاورزی پایدار است (۴۸). مواد آلی، کیفیت خاک را از طریق بهبود ساختمان خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی افزایش می‌دهد (۱۹). همچنین کود دامی یکی دیگر از منابع کود آلی است که استفاده از آن در نظام‌های مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. استفاده از کودهای طبیعی تجدیدپذیر با منشأ زیستی نیز اهمیت زیادی در حفظ ساختمان، فعالیت بیولوژیک، ظرفیت تبادل و نگهداری آب و در نهایت اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (۴۵). امروزه مشخص شده است که کودهای دامی در صورت اضافه شدن به کودهای شیمیایی می‌توانند نقش جبرانی و مکمل مواد غذایی را در خاک و گیاه داشته باشند (۱). تلفیق این کودها این امکان را فراهم می کند که در دوره ابتدایی رشد، کود شیمیایی مواد غذایی قابل جذب را برای گیاه تأمین نموده و در دوره‌های بعدی رشد، کود دامی مواد غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را در اختیار آن قرار دهد (۲۴ و ۴۵).

کودهای بیولوژیکی، مواد تلقیحی میکروبی در بخش کلنی ریزوسفر است که با افزایش دسترسی گیاهان به مواد غذایی رشد گیاه را افزایش داده و برای تکمیل رشد گیاه بیش از یک مکانیسم را انجام می دهد. گزارش شده است که مصرف کودهای زیستی موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شده و علاوه بر تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به حفظ محیط زیست، حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی و عملکرد بیشتر و بهتر گیاهان می‌انجامد (۴۲) علاوه بر این باعث افزایش مقاومت گیاهان به شرایط کم آبی، بیماری‌ها و آفات شده و باعث رشد بیشتر محصول می‌شوند (۳۳).

گزارش شده است که اثر تیمارهای کودی مختلف آلی و شیمیایی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی آویشن دنایی معنی‌دار بود و بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای پلی‌فنلی از تیمار تلفیقی منابع مختلف کودی به

دست آمد (۱۶). صفایی و همکاران[1] (۴۳) در مطالعه‌ای بر روی گیاه آویشن دنایی نشان داده‌اند که مصرف کود دامی سبب بهبود وزن خشک اندام‌های هوایی و میزان اسانس شد. در گیاه دارویی نعناع گربه‌ای در نتیجه اعمال تلفیقی کودهای تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات، افزایش معنی‌داری در صفات کمی و کیفی گیاه مشاهده شد (۹). در پژوهش دیگری روی گیاه بادرنجبویه، اعمال تلفیقی کودهای زیستی، آلی و شیمیایی منجر به افزایش میزان اسانس و خصوصیات کمی گیاه در قیاس با کاربرد جداگانه آنها گردید (۵۲).

با توجه به اینکه تحقیقات محدودی در زمینه‌ی به زراعی برای این گیاه انجام شده است و همچنین نظر به اهمیت کشت صنعتی و تولید انبوه گیاه آویشن دنایی و ارتقاء عملکرد اسانس و ترکیبات آن در کشور، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر مصرف مستقل و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر خواص کمی و کیفی گیاه آویشن انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی (فسفاته بارور ۲ و – ازتو باکتر)، دامی (کود گاوی) و شیمیایی (NPK) بر خصوصیات کمی و کیفی آویشن دنایی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. قبل از کاشت، از محل اجرای آزمایش نمونهٔ خاک تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن به روش استاندارد تعیین شد. تیمارهای کودی بر اساس نقشه طرح، در کرت‌های مورد نظر اعمال و با خاک مخلوط گردید. اعمال تیمارهای کود شیمیایی و دامی، براساس آزمون خاک به مقدار ۴۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار تماماً قبل از کاشت برای تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی مورد نظراعمال گردید. در تیمار کودی تلفیقی ۵۰٪ شیمیایی و زیستی نصف این مقادیر اعمال شد. به علت بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب، از کود پتاسیم استفاده نشد. استفاده از کود دامی کاملاً پوسیده (۱۰ تن در هکتار) نیز همزمان با عملیات آماده سازی زمین به کرت‌های مورد نظر اضافه و کاملاً با خاک مخلوط گردید.

تیمارهای آزمایشی شامل استفاده از ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی، کود زیستی (فسفاته بارور–۲ + ازتو باکتر)، کود دامی، تیمارهای تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی + کود دامی، کود زیستی + کود دامی و ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی + کود دامی و تیمار شاهد (عدم استفاده از کود) بود.

برای تیمارهای دارای کود زیستی بذر گیاه آویشن یک ساعت قبل از کشت با کود زیستی فسفاته بارور ۲ (باکتری‌های حل کننده فسفات) و ازتوباکتر (حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن) با نسبت‌های مشخص (۱۰۰ گرم در هکتار) و بر اساس دستورالعمل توصیه شده که شامل 10^8 عدد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود زیستی تلقیح شدند، تیمار شد. به این صورت که محتوی بسته با آب مخلوط و روی بذرها اسپری شدند تا یک پوشش کاملا یکنواخت روی سطح آنها تشکیل شود و سپس بذرها در سایه خشک شدند و عملیات کاشت صورت گرفت. برای سایر تیمارهای کودی، بذور بدون استفاده از کودهای زیستی مورد استفاده قرار گرفتند. کاشت بذور در سینی‌های کاشت در بستر حاوی پرلیت و پیت‌ماس در بهمن ماه در گلخانه انجام شد. نشاءها در نیمه دوم اردیبهشت ماه به مزرعه انتقال داده شد. فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی متر و بین بوته‌های آویشن ۲۵ سانتیمتر با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار (۸ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. برداشت محصول آویشن در مرحله گلدهی بود. عملکرد اقتصادی آویشن (عملکرد اقتصادی در آویشن شامل وزن خشک یک متر مربع برگ و گل آذین است) بعد از خشک کردن بوته‌ها محاسبه گردید و شامل وزن برگ و گل آذین بود و ساقه‌های آویشن از آن جدا شد. در این تحقیق برای اندازه‌گیری درصد اسانس از

1-- Safaei *et al.*

دستگاه اسانس‌گیر (Clevenger) استفاده شد. صفاتی از قبیل کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در مرحله گلدهی بصورت تصادفی از قسمت‌های انتهایی بوته اندازه‌گیری شدند (۲۹).

کلروفیل a = ۱۲/۲۵ × $A_{۶۶۲}$ − ۲/۷۹ × $A_{۶۴۵}$

کلروفیل b = ۲۱/۵۰ × $A_{۶۴۵}$ − ۵/۱۰ × $A_{۶۶۲}$

کارتنوئید = (۱۰۰۰ × $A_{۴۷۰}$ − ۱/۸ a کلروفیل − ۸۵/۰۲ b کلروفیل) /۱۹۸

محتوای فنلی کل به وسیله معرف Folin-Ciocalteu و طبق روش هورویتز (۲۲) تعیین شد. همچنین محتوای فلاونوئید موجود در عصارها طبق روش جیا و همکاران[1] (۲۷) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی اعداد به دست آمده از جذب نمونه‌ها توسط رابطه زیر به درصد مهار رادیکال آزاد تبدیل شد (۱۴).

$$\text{درصد مهار رادیکال آزاد} = \frac{(\text{جذب شاهد} - \text{جذب نمونه})}{\text{جذب شاهد}} \times ۱۰۰$$

مقادیر عناصر کم مصرف از عصاره هضم تر و در دستگاه جذب اتمی بر حسب میلی‌گرم بر لیتر اندازه گیری شد ۰). همچنین عملکرد اسانس از حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد خشک آویشن بدست آمد. تجزیه مرکب داده‌ها پس از اطمینان از نرمال بودن با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت، همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز خاک و کود دامی مورد استفاده در در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. خاک مورد استفاده با میزان پتاسیم زیاد، فسفر متوسط و نیتروژن کم ارزیابی شد. کود دامی نیز با نسبت C/N (۸/۴۳) مناسب برای مصرف در مزرعه مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیماری‌های مختلف کودی بر غلظت عناصر کم مصرف، رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص‌های رشد و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گیاه آویشن دنایی معنی‌دار بود (جدول ۲).

غلظت عناصر کم مصرف

بیشترین مقدار آهن (۱۸۶/۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار کود ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی و کمترین میزان آن (۱۵۳/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد بدست آمد. نتایج نشان داد سایر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن نسبت به تیمار شاهد داشته است (شکل ۱-الف). همچنین تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی با ۳۵/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین غلظت Cu را داشت به طوری که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی مشاهده نشد. تیمار شاهد با ۲۶/۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمترین غلظت Cu را به خود اختصاص داد (شکل ۱-ب). غلظت Zn نیز در تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی+ کود زیستی + کود دامی با ۴۹/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به تیمار شاهد (۳۷/۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیشترین مقدار بود (شکل ۱-ج).

محققان معتقدند کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی موجب افزایش فعالیت اسید فسفاتاز و الکالین فسفاتاز در اطراف ریشه‌ها شده و افزایش محتوای فسفر در خاک و جذب بیشتر N، Zn، Cu و Fe را موجب می‌شود (۸ و ۲۵). افزایش جذب مواد غذایی بر اثر تلقیح با باکتری‌های محرک رشد را می‌توان به تغییرات مورفولوژیکی در ریشه گیاهان به ویژه افزایش تعداد، طول، ضخامت ریشه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای ریشه گیاهان تلقیح شده نسبت داد (۲۵ و ۳۱). اثرات مفید کاربرد ترکیبی کودهای دامی و شیمیایی برای جلوگیری از کمبود عناصر غذایی ثانویه و کم مصرف نسبت به مزارعی که به طور مداوم از کودهای شیمیایی حاوی NPK و بدون هیچ گونه کود ریزمغذی یا آلی دریافت کرده‌اند گزارش شده است (۱۲).

1- Jia *et al.*

جدول(۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی و کود دامی

Table (1) Physical and chemical properties of the soil and manure

	بافت خاک Soil texture	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) $EC \times 10^3$ ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (٪) Organic matter	نیتروژن کل (درصد) %T. N	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم) P available ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم) K available ($mg\ kg^{-1}$)
خاک Soil	رس سیلتی Silty clay	7.9	0.83	0.98	0.14	10.5	407
کود دامی Cow manure	-	7.1	6.3	18.6	1.28	0.99	1.12

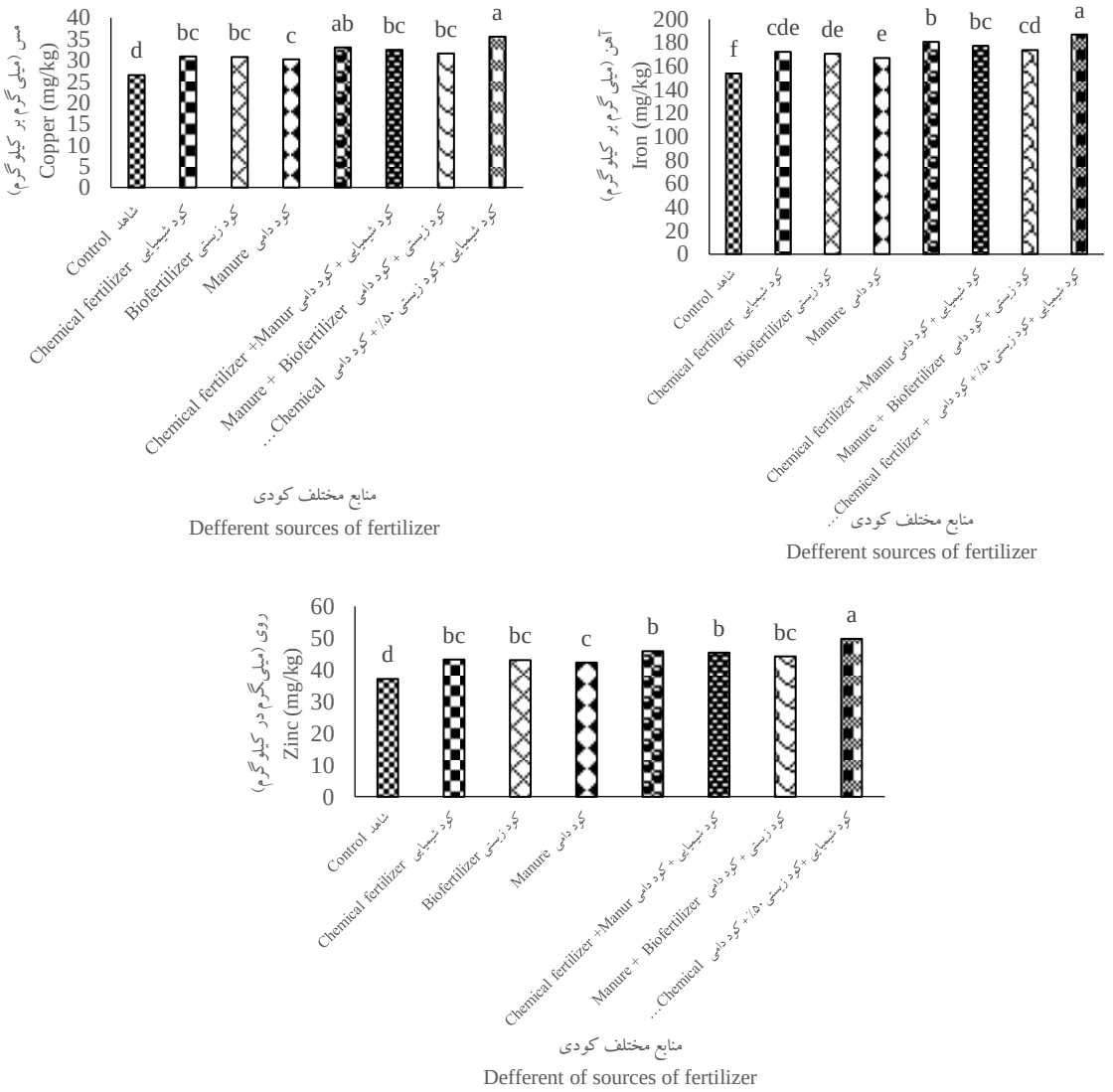
جدول(۲) تجزیه واریانس تاثیر منابع مختلف کودی بر خصوصیات کمی و کیفی آویش دنایی

Table (2) The analysis of The variance of different fertilizer sources on quantitative and qualitative characteristics of Thyme

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight	عملکرد اقتصادی Economic yield	درصد اسانس Essential oil content	عملکرد اسانس Essential oil yield	فنل کل Total phenol	فلاونوئید Flavonoids	آنتی اکسیدانی فعالیت DPPH antioxidant activity	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کارتنوئید Carotenoid	آهن Iron	مس Copper	روی Zinc
تکرار Replication	2	127.54	54.52	14.53	0.02	0.19	5.36	0.0007	1.43	0.01	0.007	0.05	0.004	16.03	2.81	4.65
تیمار Treatment	7	2328.6**	379.46**	184.52**	0.16**	1.30**	26.94**	0.005**	25.58**	0.11**	0.19**	0.51**	0.04**	29.82**	20.23**	39.04**
اشتباه آزمایشی Error	14	17.05	10.71	11.73	0.005	0.03	0.83	0.0001	0.19	0.01	0.008	0.02	0.007	2.14	0.55	1.14
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		0.84	2.38	5.28	2.27	4.20	3.47	2.54	0.84	5.61	6.40	4.35	9.15	0.80	2.37	2.43

ns ،* و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

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



شکل(۱) مقایسه میانگین غلظت عناصر آهن (الف)، مس (ب) و روی (ج) آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

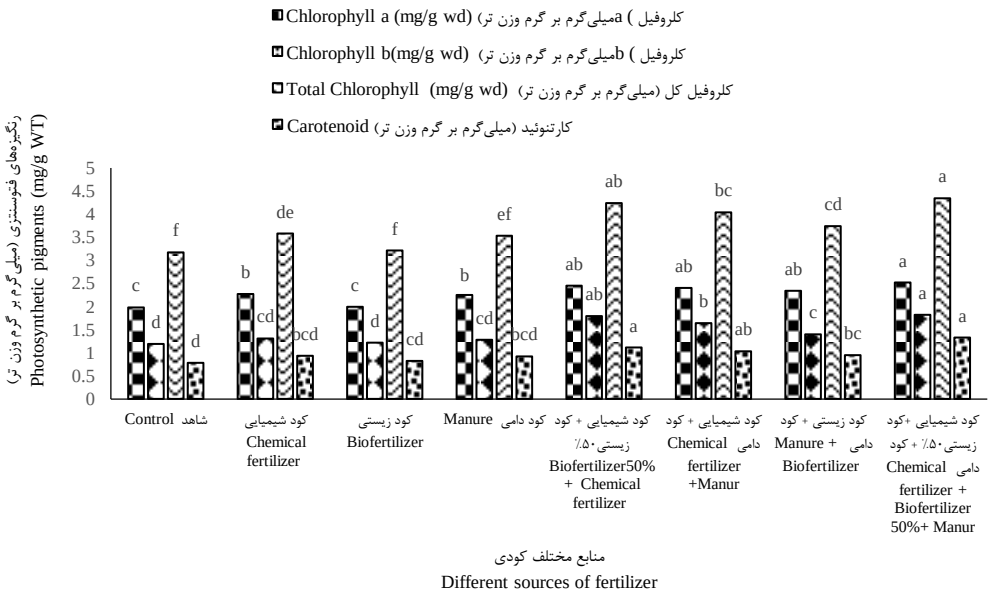
Figure (1) The comparison of the average concentration of iron (a), copper (b) and zinc (c) Thyme elements under the influence of various fertilizer sources

همچنین مشخص شده است که کارایی مصرف عناصر غذایی می‌تواند با تلفیق کودهای دامی و شیمیایی افزایش یابد (۳۶). گزارش کردند که مصرف کود دامی باعث افزایش محتوای عناصر Fe و Zn در گیاه جو شده است (۵۱).

رنگیزه‌های فتوسنتزی

بیشترین میزان کلروفیل a (۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، کلروفیل b (۱/۸۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کلروفیل کل (۴/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی به دست آمد. به طوری که تیمارهای ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی اختلاف معنی‌داری در میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی نشان ندادند (شکل ۲). کمترین میزان کلروفیل a (۱/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، کلروفیل b (۱/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کلروفیل کل (۳/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار شاهد مشاهده شد، در

حالی که تیمار مستقل کود آلی و شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی نشان دادند (شکل ۲). همچنین بیشترین میزان کاروتنوئید (۱/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی به دست آمد. به طوری که تیمارهای ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی و ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی + کود دامی اختلاف معنی‌داری با تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی در میزان کاروتنوئید نشان ندادند. اما، کمترین میزان آن (۰/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) از تیمار شاهد مشاهده شد. به طوری که تیمارهای کودی زیستی و شیمیایی اختلاف معنی‌دار در میزان کاروتنوئید نشان ندادند (شکل ۲). به نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کود آلی و شیمیایی، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، مانع از هدر روی نیتروژن (آبشویی، متصاعد شدن یا تثبیت) می شود و متعاقبا با فرآیند معدنی شدن، نیتروژن به صورت تدریجی و به شکل قابل جذب در اختیار گیاه قرار می گیرد و این امر سبب افزایش رشد رویشی گیاه در طول دوره رشد می شود. گزارش دادند مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی مقدار نیتروژن و میزان کلروفیل در گیاه را افزایش می‌دهد و سبزینه‌گی گیاه را بهبود می‌بخشید تحت این شرایط توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد (۴). منابع زیستی مانند کود آلی در مخلوط با کود شیمیایی نیز می‌توانند به حاصلخیزی خاک و تولید محصول منجر شوند، زیرا این نظام اکثر نیازهای غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و بازده جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش می‌دهد (۲۳ و ۴۹). در تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد که کاربرد کود آلی و زیستی با جلوگیری از آبشویی نیتروژن و تامین بیشتر آن، تولید مواد محرک رشد، افزایش جمعیت میکروبی خاک و همچنین افزایش دسترسی و جذب کارآتر عناصر غذایی، منجر به افزایش سنتز و غلظت کلروفیل برگ شده‌اند. به نظر می‌رسد با کاربرد کودهای مورد بررسی میزان جذب نیتروژن توسط گیاه افزایش یافته و به علت ارتباط مستقیم کاروتنوئید با غلظت نیتروژن، میزان صفت مزبور نیز بهبود یافته است.



شکل(۲) مقایسه میانگین رنگیزه‌های فتوسنتزی آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

Figure (2) The comparison of the mean photosynthetic pigmentation of Thyme under the influence of various fertilizer sources

وزن تر آویشن

مقایسه میانگین نشان داد که تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی+ کود زیستی + کود دامی با ۵۲۶/۷۹ گرم در مترمربع بالاترین وزن‌تر را داشت، در حالی که تیمار شاهد با ۴۳۳/۴۰ گرم در مترمربع کمترین وزن تر را به خود اختصاص داد (جدول ۳). کود زیستی برای تداوم حضور عناصر غذایی در گیاه و کودهای شیمیایی برای آغاز عملیات تولید و جبران منبع کودی در خاک دارای اهمیت خاص خود می‌باشند. لذا وجود کود دامی در کنار کود زیستی و شیمیایی، علاوه بر حفظ رطوبت خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاه سبب افزایش تولید آسیمیلات‌ها و در نتیجه استفاده از انواع کود، با افزایش تولیدات فتوسنتزی، سبب افزایش وزن تر گیاه گردید (۴۶). همچنین افزایش فعالیت میکروبی، آنزیمی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب، و در نتیجه تهویه بهتر آن می‌تواند از دلایل دیگر افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی باشد (۲۰).

وزن خشک آویشن

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی+ کود زیستی + کود دامی بیشترین وزن خشک بوته با ۱۵۶/۴۲ گرم در مترمربع نسبت به شاهد (۱۱۹/۵۱ گرم در مترمربع) به خود اختصاص داد (جدول ۳). گزارش شده است که کاربرد کودهای دامی و زیستی روابط آبی گیاه را بهبود داده و افزایش دسترسی عناصر غذایی و جذب آنها در تیمار تلفیقی باعث افزایش وزن خشک گیاه می شود (۳۳). نتیجه تحقیق حاضر نشان داد که وزن خشک بوته آویشن دنایی طی تغذیه تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شده‌اند، نتیجه بهتری ایجاد کردند. در تحقیقی دیگر مشخص شد که کاربرد تلفیقی کود زیستی نیتروکسین با کود شیمیایی نیتروژن ضمن افزایش عملکرد زیستی گیاه آنیسون مصرف کود نیتروژن را به طور قابل توجهی کاهش داد (۲۱).

عملکرد اقتصادی آویشن

بیشترین عملکرد اقتصادی آویشن (۷۴/۷۲ گرم در مترمربع) در تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی مشاهده شد، تیمار کاربرد توام ۵۰٪ کود شیمیایی+ کود زیستی و ۱۰۰٪ کود شیمیای + کود دامی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد توام ۵۰٪ کود شیمیایی+ کود زیستی در عملکرد اقتصادی نداشتند. اما کمترین مقدار آن (۵۳/۳۸ گرم در مترمربع) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). در خصوص تأثیر مصرف ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی بر روی عملکرد اقتصادی آویشن، می‌توان اظهار کرد که سیستم تلفیقی کود با بهبود وضعیت مواد آلی خاک، از طریق تأثیر بر قدرت جذب، نگهداری و فراهمی مناسب رطوبت و عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) (*۱۳ و ۱۵*) بر روی افزایش اجزاء عملکرد آویشن مانند تعداد شاخه جانبی و عملکرد بیومس اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد اقتصادی شده باشد. بررسی‌های دیگر نیز مبین آن بود که کاربرد تلفیقی مقادیر مناسب کود دامی و نیتروژن معدنی موجب بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز تحت شرایط مزرعه‌ای می‌شود (۱۱). در همین رابطه در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی *Phyllanthus amarus* در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت، نشان داده شد که کاربرد کود دامی همراه با یک گونه ازباکتری تثبیت کننده نیتروژن (*Azospirillum* sp) موجب افزایش قابل توجه عملکرد در مقایسه با شاهد شد (۳).

جدول(۳) مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

The comparison of the mean of total phenol of thyme under the influence of various)Table (3 fertilizer sources

عملکرد اسانس (گرم در متر مربع) Essential oil Yield (g m^{-2})	عملکرد اقتصادی (گرم در متر مربع) Economic yield (g m^{-2})	درصد اسانس Essential oil content	وزن خشک آویشن (گرم در متر مربع) Dry weight (g m^{-2})	وزن تر آویشن (گرم در متر مربع) Fresh weight (g m^{-2})	تیمار Treatment
3.30 f	53.38 e	2.75 e	119.51 g	433.40 g	شاهد Control
4.31 d	63.54 bc	3.18 c	135.91 de	485.20 de	کود شیمیایی Chemical fertilizer
3.96 e	61.46 cd	3.01 d	131.30 ef	480.61 e	کود زیستی Biofertilizer
3.81 e	56.77 de	2.96 d	128.90 f	470.43 f	کود دامی Manure
4.91 b	74.74 a	3.38 a	145.22 b	509.14 b	۵۰٪کود شیمیایی + کود زیستی Biofertilizer + 50% Chemical fertilizer
4.74 bc	69.79 ab	3.32 ab	142.73 bc	499.75 c	کود شیمیایی + کود دامی Chemical fertilizer +Manur
4.51 cd	64.06 bc	3.24 bc	138.99 cd	489.46 d	کود زیستی + کود دامی Manure + Biofertilizer
5.36 a	74.72 a	3.42 a	156.42 a	526.79 a	50%کود شیمیایی +کود زیستی + کود دامی 50%Chemical fertilizer + Biofertilizer + Manur

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test (P≤0.05)

درصد اسانس

بیشترین درصد اسانس (۳/۳۸ درصد) در تیمار کودی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی و کمترین میزان آن (۱/۳۱ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج نشان داد سایر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی‌دار درصد اسانس نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳). چنین به نظر می‌رسد که وجود باکترهای ناشی از کاربرد کود ازتوباکتر و فسفر بارور ۲ در محیط ریشه میزان فراهمی نیتروژن و جذب فسفر نامحلول موجود در خاک برای گیاه آویشن دنایی را افزایش داده و باعث بهبود رشد گیاه در واحد سطح شد که همین امر می‌تواند دلیل افزایش تولید اسانس باشد. اثرات هم افزایی متقابل باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید اسانس در گیاه آویشن است. گزارش شده است که حضور باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در محیط کشت حاوی کود دامی، سبب بهبود فعالیت این باکتری‌ها و سایر میکروارگانیزم‌ها گردد و موجبات حلالیت عناصر معدنی به ویژه نیتروژن را فراهم آورد و متعاقب آن دسترسی گیاه گشنیز به نیتروژن را افزایش دهد و از آنجا که نیتروژن در تشکیل اسانس نقش حیاتی دارد، می‌تواند به افزایش میزان اسانس نیز منجر شود (۱۳). در توجیه میزان افزایش اسانس تحت تاثیر مصرف تیمارهای نیتروژنه می‌توان اظهار داشت که اسانس‌ها ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) به وجود NADPH و ATP نیازمند هستند لذا حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می باشند (۳۰). بنابراین مصرف

کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن موجب افزایش اسانس گیاه آویشن دنایی می‌شود.

عملکرد اسانس

بیشترین عملکرد اسانس (۵/۳۶ گرم در مترمربع) در تیمار کود ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی و کمترین مقدار آن (۳/۳۰ گرم در مترمربع) از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). می‌توان اظهار داشت که کاربرد تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی از طریق تأثیر مثبت بر روی عملکرد خشک و میزان اسانس، موجبات افزایش عملکرد اسانس شده باشد. به نظر می‌رسد تأثیر تشدید کننده‌ای که مصرف توأم کود دامی و باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بر روی بیومس گیاهی و نیز میزان اسانس، اعمال نموده است می‌تواند منجر به یک اثر تقویت کنندگی بر ویژگی عملکرد اسانس گردد و ما شاهد بهبود چشم‌گیر عملکرد اسانس باشیم. نتیجه پژوهش آزاز و همکاران (۷) بر روی گیاه دارویی رازیانه که حاکی از بهبود عملکرد اسانس در اثر کاربرد توأم کود دامی و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بود، مؤید همین موضوع است. از آنجا که مقادیر اجزاء عملکرد اسانس (عملکرد خشک و میزان اسانس آن) در تیمارهای مطلوب حاوی کود دامی و زیستی بیشتر از شاهد بودند لذا می توان انتظار داشت که عملکرد اسانس نیز در این تیمارها در مقایسه با شاهد به طور چشمگیری بیشتر شود. در همین رابطه بسیاری از محققین در مطالعات خود بر افزایش عملکرد اسانس در اثر کاربرد کود دامی و باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن تأکید کردند (۵ و ۲۸).

فنل کل

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها تیمار ۵۰ ٪ شیمیایی+ کود زیستی+ کود دامی با ۳۰/۱۷ میلی‌گرم اسید گالیک در وزن تر بیشترین میزان فنل را تولید کردند و کمترین مقدار فنل در تیمار شاهد با ۲۱/۰۸ میلی‌گرم اسید گالیک در وزن تر را به خود اختصاص داد (شکل ۳). معمولا ترکیبات فنلی به وسیله فاکتورهای ژنتیکی و شرایط محیطی شامل شرایط تغذیه‌ای تحت تاثیر قرار می‌گیرند (۸). تفاوت در محتوای فنلی می‌تواند فعالیت آنتی‌اکسیدانتی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد زیرا بسیاری از ترکیبات فنلی در گیاهان منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند (۵۳). گزارش شده است که میزان فنل در گیاه رازیانه با مصرف سیستم کودی ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود آلی + کود زیستی نسبت به شاهد (بدون مصرف کود) افزایش نشان داد. گزارش شده است که استفاده از کود شیمیایی سبب افزایش در میزان فنل کل در گیاه مرزه گردید (۲). از آنجایی که فرضیه تعادلی نسبت کربن به مواد معدنی و همچنین فرضیه تمایز رشد رابطه دو طرفه بین متابولیسم اولیه و ثانویه (۳۲)، افزایش عناصر غذایی در خاک تیمار شده با کودهای دامی منجر به افزایش میزان فتوسنتز خالص در گیاه و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر با بیوسنتز نشاسته و پروتئین در سنتز ترکیبات ثانویه می‌گردد (۳۵).. از طرف دیگر افزایش ترکیبات فنلی با افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در گیاه ارتباط مستقیم دارد از آنجا که هیدرات‌های کربن اسکلت مورد نیاز برای ساخت ترکیبات فنلی شناخته شده‌اند لذا افزایش در مقدار آنها به عنوان افزایش سوبسترا برای ترکیبات فنلی می‌باشد که این امر ممکن است به اختصاص یافتن بیشتر کربن به مسیر شیک‌میک اسید مربوط باشد (۳۷).

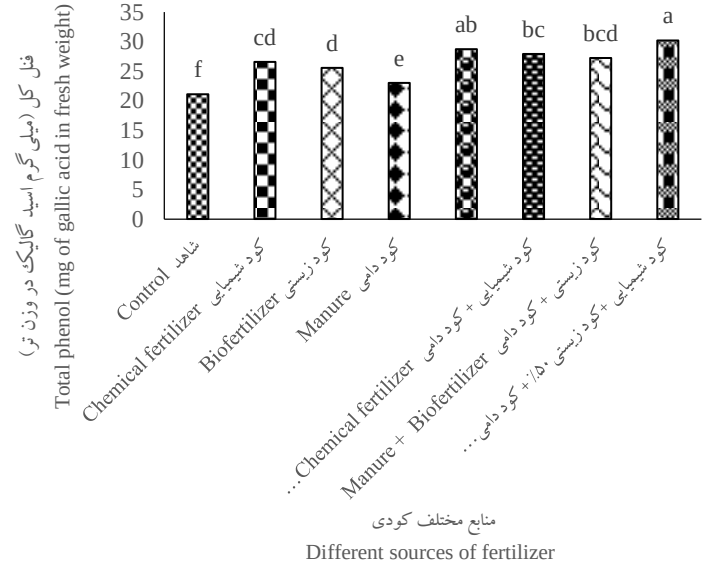
فلاونوئید

بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۶۱گرم کوئرستین در صد گرم) در تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی به دست آمد. به طوری که تیمارهای ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی +کود دامی در میزان فلاونوئید نشان ندادند، اما کمترین میزان آن (۰/۴۵ گرم کوئرستین در صدگرم) از تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴). فلاونوئیدها دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و در تنظیم فعالیت‌های آنزیمی و تولید متابولیت‌های اولیه نقش دارند. میزان فلاونوئیدها در گونه‌های مختلف گیاهی با مرحله رشد، بافت، واریته، تنش‌های محیطی مانند؛ اشعه ماوراء بنفش، خشکی، شرایط خاک، شخم، آفات و بیماری‌ها و کاربرد کودها مرتبط

می‌باشد (۵۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که کاربرد کود آلی، زیستی و شیمیایی دارای اثر تحریک کننده بر انباشت فلاونوئید در گیاه آویشن دنایی است (۱۶). به خوبی شناخته شده است که غلظت بیشتر فلاونوئید و فنول می‌تواند با نقش کودهای ارگانیک در بیوسنتز مشخص شود که منجر به ایجاد مسیر شیکیتات استات می‌شود و تولید فلاونوئید و فنول بیشتر را افزایش می‌دهد (۴۷).

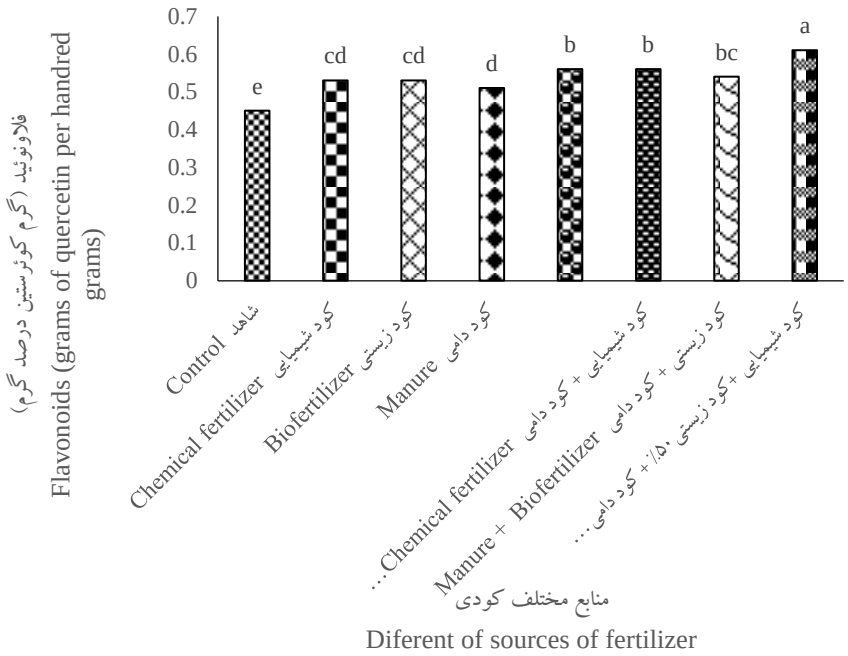
فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH

بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۵۶/۰۴ درصد) در تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی حاصل شد. همچنین اختلاف معنی‌داری در درصد مهار رادیکال DPPH بین تیمار ۵۰ ٪ کود شیمیایی + کود زیستی با تیمار ۵۰ ٪ شیمیایی + کود زیستی+ کود دامی مشاهده نشد و کمترین میزان آن (۴۷/۱۰ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۵). گزارش شده است که کاربرد کود آلی با تاثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ماده آلی خاک و همچنین قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی بیشتر، باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدان در گیاه آویشن شد (۱۶). لذا به نظر می‌رسد کود آلی با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی نیتروژن و فسفر برای گیاه، توانسته است میزان فعالیت آنتی اکسیدان در آویشن دنایی را افزایش دهد. گزارش شده است که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه با افزایش میزان فنل کل و فلاونوئیدها در جریان استفاده از کودهای آلی افزایش می‌یابد (۱۸).



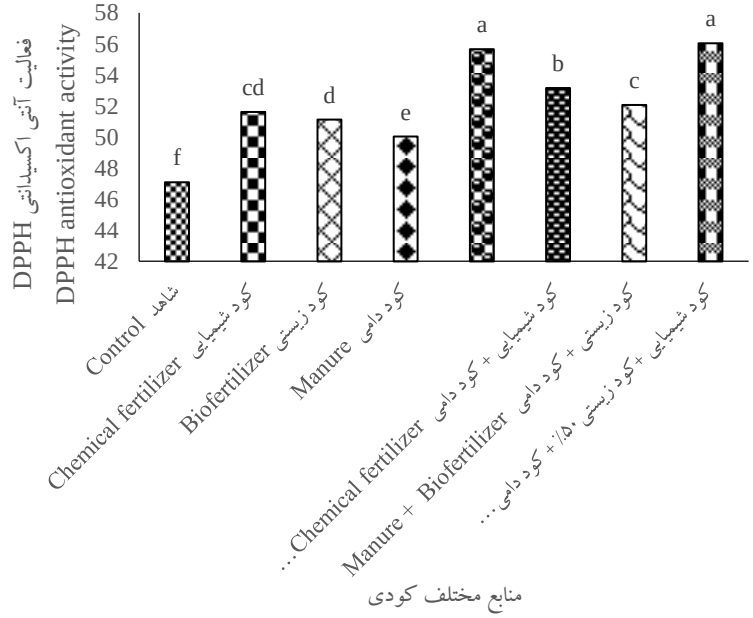
شکل(۳) مقایسه میانگین محتوای فنل کل آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

Table (3) Comparison of the mean of total phenol of thyme under the influence of sources fertilizer sources



شکل(٤) مقایسه میانگین محتوای فلاونوئید آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

Table (4) The comparison of the mean of flavonoids of thyme under the influence of various fertilizer sources



شکل (۵) مقایسه میانگین محتوای فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH آویشن دنایی تحت تأثیر منابع مختلف کودی

Table (5) The comparison of the mean of DPPH antioxidant activity of thyme under the influence of various fertilizer sources

.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اعمال تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + زیستی+ دامی بیشـترین تأثیر بر افزایش عملکرد خشک، عملکرد اقتصادی و عملکرد اسانس آویشن داشت. از طرف دیگر، بیشـترین غلظت عناصر در تیمار تلفیقی ۵۰ ٪ کود زیستی+ دامی+ شیمیایی حاصل شد. از نتایج بدسـت آمده چنین استنباط می‌شود که اعمال سیستم تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی به عنوان یک راهکار مؤثر در جهت افزایش حاصلخیزی خاک، جذب عناصـر غذایی و در نهایت بهبود خصـوصیات کمی و کیفی گیاه آویشن را باعث می‌شود. همچنین با توجه به سیاست‌های کنونی کشور در راستای نیل به کشاورزی پایدار، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی، آلی و شیمیایی در کاهش مصـرف کودهای شـیمیایی و به تبع آن کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی و محصـولات زراعی و همچنین بازدهی بیشتر تولید لازم و ضروری می‌باشد. بنابراین می‌توان با تغذیه تلفیقی علاوه بر کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی که اثرات منفی زیادی بر سلامت بوم نظام‌های زراعی دارند به عملکرد اقتصادی بهتر نسبت به مصرف مستقل کودهای شیمیایی دست یافت. بر این اساس مصرف کودهای شیمیایی برای انسان خطرناک است و به شدت بر تعادل محیطی تاثیر می گذارد. بنابراین موفقیت در زمینه کودهای زیستی بستگی به اختراعات استراتژی نوآورانه‌ای دارد که با استفاده از عملکردهای مختلف باکتری‌های مفید و کاربرد مناسب آنها در زمینه‌های مختلف از طریق تکنیک های پیشرفته مرتبط است.

منابع

1. Abdel-Sabor, M.F., and El-Seoud, M.A.A. 1996. Effects of organic waste compost addition on sesams growth yield and chemical composition. Agriculture, Ecosystems and Environment, 6(2-3): 157-164.

2. Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O.R., Tafazoli, E., and Khalighi. A. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4(1): 33-40.

3. Annamalai, A., Lakshmi, P.T.V., Lalithakumari, D., and Murugesan, K. 2004. Optimization of biofertilizers on growth, biomass and seed yield of Phyllanthus amarus (*Bhumyamalaki*) in sandy loam soil. Journal of medicinal and aromatic plant sciences, 26 (4): 717 - 20.

4. Arazmjo, E., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (2): 100-111. (In Farsi).

5. Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., and Meawad, A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of Thymus vulgaris L. under North Sinai conditions. Journal of Agricultural and Biological Science, 5 (4): 555 - 65.

6. Ayneband, A. 2014. Agroecology. Chamran University Press. 621pp.

7. Azzaz, N.A., Hassan, E.A., and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 3 (2): 579 - 87.

8. Behera, B.C., Singdevsachan, S.K., Mishra, R.R., Dutta, S.K., and Thatoi, H.N. 2014. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove-A review. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 3: 97–110.

9. Bowery Deh Sheikh, P., Mahmoudi Surstani, M, Zolfaghari, M., and Enaytiizmir, N. 2017. The study on the effect of biological and chemical fertilizers and humic acid on the growth, physiological characteristics and essential oil content of catnip (*Nepeta cataria* L.). Journal of Plant Production Research, 24(2): 61-76. (In Farsi).

10. Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition reviews, 56(11): 317-333.

11. Carrubba, A. 2009. Nitrogen fertilisation in coriander (*Coriandrum sativum* L.): A Review and Meta- Analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89 (6): 921 - 6.

12. Chen, J.H. 2008. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or bio-fertilizer for crop growth and soil fertility. International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use. National Chung Hsing University, Taiwan, 1-9 pp.

13. Darzi, M.T., Haj Seyd Hadi, M.R., and Rejali, F. 2012. Effects of Cattle Manure and Biofertilizer Application on Biological Yield, Seed Yield and Essential Oil in Coriander (*Coriandrum sativum*). Journal of Medicinal Plant, 2(42): 77-90.

14. Ebrahimzadeh, M.A., Navai, S.F., and Dehpour, A.A. 2011. Antioxidant activity of hydroalcholic extract of ferulagummosa Boiss roots. US National Library of Medicinal National Institutes of Health. 15(6): 658-664.

15. Eghball, B., Weinhold, B.J., Gilley, J.E., and Eigenberg, R.A. 2002. Mineralazation of manure nutrients. Journal of Soil and Water Conservation, 56 (6): 470 - 8.

16. Emami bistgani, Z., Syadat, S.E., Bakhshande, E., and Ghasemi pirbaloti, E. 2014.The effect of Chemical, organic fertilizers and chitosan on physiological characteristics and the Phenolic Compounds of thyme daenensis (*Thymus deanensis* Celak) in shahrekord area. Better crops Research, 7:1-11. (In Farsi).

17. Emami bistgani, Z., Syadat, S.E., Bakhshande, E., and Ghasemi pirbaloti, E. 2014. The effect of Chemical, organic fertilizers and chitosan on physiological characteristics and the Phenolic Compounds of thyme daenensis (*Thymus deanensis* Celak) in shahrekord area. Better crops research. 7:1-11. (In Farsi).

18. Ghasemzadeh, A., Azarifar, M., Soroodi, O., and Jaafar, H.Z. 2012. Flavonoid compounds and their antioxidant activity in extract of some tropical plants. Journal of Medicinal Plants Research, 6(13): 2639-2643.

19. Ghosh, P.K., Mandal, K.G., Wangari, R.H., and Hati, K.M. 2002. Optimization of fertilizer schedules in fallow and groundnut-based cropping systems and an assessment of system sustainability. Field Crops Research, 80: 83-98.

20. Gryndler, M., Sudova, R., and Rydlova, J. 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter?. Bioresource Technology, 99: 6391–6399.

21. Hamzei, E., and Najari, S. 2014. Evaluation of the possibility of reducing nitrogen fertilizer application using nitroxin biofertilizer in the production of anise (*Pimpinella anisum* L.) medicinal plant. Journal of Sustainable Agriculture, 4(23):57-70.

22. Horwitz, W. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

23. Jahan, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2007. The effects of arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on growth, photosynthesis and yield of corn (*Zea mays* L.) in conventional and ecological cropping systems. Iranian Journal of Field Crops Research. 5(1): 53-69. (In Farsi).

24. Jalilian, J., and Heydarzadeh, S. 2015. Effect of cover crops, organic and chemical fertilizer on the quantitative and qualitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius*). Science Agricultural and Sustainable Production. 25: 71-85. (In Farsi).

25. Javanmard, A., Mustafavi, H., Khezri, A., and Mohammadi, S. 2015. Improvement of Macro and Micro Nutrients Accumulation in Maize (*Zea mays* L.) Grain by Application of Chemical and Biological Fertilizers. Science Agricultural and Sustainable Production. 25(4): 42-27.

26. Jha, P., Ram, M., Khan, M.A., Kiran, U., Uzzafar, M., and Abdinb, M.Z. 2011. Impact of organic manure and chemical fertilizers on artemisinin content and yield in *Artemisia annua* L, Industrial Crops and Products, 33(2): 396-301.

27. Jia, Z., Tang, M., and Wu, J. 1999. The determination of flavonoid content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64: 555-559.

28. Kalyanasundaram, B., Kumar, T.S., Kumar, S., and Swaminathan, V. 2008. Effect of N, P, with biofertilizers and vermicompost on growth and physiological characteristics of sweet flag (*Acorus calamus* L.). Advances in Plant Science, 2008; 21 (1): 323 - 6.

29. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods Enzymol, 148:350–382

30. Loomis, W.D., and Corteau, R. 1972. Essential oil biosynthesis. Recent advances Phytochemistry, 6: 147-185.

31. Mahanta, D., Rai, R.K., Mishra, S.D., Raja, A., Purakayastha, T.J., and Varghese, E. 2014. Influence of phosphorus and biofertilizers on soybean and wheat root growth and properties. Field Crops Research, 166:1-9.

32. McKey, D. 1979. The distribution of secondary compounds within plants. In: Rosenthal GA, Janzen DH, editors. Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. Academic Press, New York. Pp. 55-133.

33. Mohammadi, K.h., and Sohrabi, Y. 2012. Bacteral biofertilizer for sustainable crop production: A Review. Journal of Agricultural and Biological Science, 5 (7): 307-316.

34. Moradi, P., Falsafi, T., Saffari, N., Rahimi, E., Momtaz, H., and Hanedi, B. 2017. Chemical composition and antimicrobial effects of *Thymus daenensis* on Helicobacter pylori. Bioscience Biotechnology Research Communications, 10 (1): 137-142.

35. Muller, V., Lankes, C., Zimmermann, B.F., Noga, G., and Hunsche, M. 2013. Centelloside accumulation in leaves of Centella asiatica is determined by resource partitioning between primary and secondary metabolism while influenced by supply levels of either nitrogen, phosphorus or potassium. Journal of Plant Physiology, 170(13): 1165-1175.

36. Murwira, H.K. and Kirchmann, H. 1993. Carbon and nitrogen mineralization of cattle manures subjected to different treatments in Zimbabwean and Swedish soils. In: Mulongoy, J. and Merckx, R. (Eds.). Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture. John Wiley., Chichester, UK, 189-198 pp.

37. Nguyen, P.M., Kwee, E.M., and Niemeyer, E.D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry, 123(4): 1235-1241.

38. Nikavar, B., and Mojab, F. 2005. Investigating the Essential oil constitutes of Thyme (*Thymus daenensis* L.) flowers. Journal of Medicinal Plants, 1 (12): 45-50.

39. Perkin, E. 1982. Analytical methods for atomic absorbtion spectrophotometry.

40. Pirbalouti, A.G., Samani, M.R., Hashemi, M., and Zeinali, H. 2014. Salicylic acid affects growth, essential oil and chemical compositions of thyme (*Thymus daenensis* Celak.) under reduced irrigation. Plant growth regulation, 72(3): 289-301.

41. Rahimifard, N., Pakzad, S.R., Shoeibi, S., Hedayati, M.H., Hajimehdipour, H., Motaharinia, V., Mehrafshan, L., Javadi, A., and Pirali-Hamedani, M . 2009. Effects of Essential oil and Extract of Thymus vulgaris, Zataria multiflora and Eugenia caryophilata on Vero, Hela, HepII cell lines by MTT Assay. Journal of Medicinal Plant, 2(30): 152-156.

42. Rai, S.N., and Gaur, A.C. 1988. Characterization of Azotobacter spp. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant Soil, 34: 131-134

43. Safaei, L., Sharifi Ashoorabadi, E., Afiuni, D., Davazdah Emami, S., and Shoaii, A. 2014. The effect of different nutrition systems on aerial parts and essential oil yield of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30 (5): 702-7013.

44. Salama, Z.A., El Baz, F.K., Gaafar, A.A., and Zaki, M.F. 2015. Antioxidant activities of phenolics, flavonoids and vitamin C in two cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in responses to organic and bio-organic fertilizers. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14(1): 91-99.

45. Sharifi Ashoorabadi, E., Ghalavand, A., Noormohamadi, A., Matin, A., Amin, G., Babakhanloo, P., Lebaschy, M.H., and Sefidkon, F. 2001. Effect of fertilization and manure on seed yield and biomass of fennel. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7: 3-25.

46. Singh, M., and Ramesh, S. 2000. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22 (1): 659-662.

47. Sousa, C., Pereira, D.M., Pereira, J.A., Bento, A., Rodrigues, M.A., Dopico-Garcı´a, S., Valenta˜o, P., Lopes, G., Ferreres, F., Seabra, R.M., and Andrade, P.B. 2008. Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. costata DC) phenolics: influence of fertilizers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 2231–2239.

48. Van Loon, L.C., and Glick, B.R. 2004. Increased plant fitness by rhizobacteria. In: Sandermann, H. (Ed), Ecological Suites. Springer Verlag, Berlin, 178-205 pp.

49. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as bio-fertilizer. Plant and Soil, 255: 571-586.

50. Waling, I., Van Vark, W., Houba, V.J.G., and Van der Lee, J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi, Part 7, Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University.

51. Yolcu, H., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M., and Serin, Y. 2010. The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. Ekoloji, 19 (75): 71-81.

52. Yuosefzade, S., Naghdibadi, H., Sabaghniya, N., Janmohamad, M. 2016. The effect of foliar application of nano-iron chelate on physiological and chemical traits of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*, L). Journal of Medicinal Plants, 15: 60, 152 - 160.

53. Zarrabi, M.M., Mafakheri, S., Hajivand, S., and Arvane, A. 2016. Effect of organic and chemical fertilization on qualitative and quantitative characteristics of Melissa officinalis (*Lemon Balm*). Plant Production Technology. 17(1): 113-124.

54. Zarshenas, M.M., and Krenn, L. 2015. A critical overview on Thymus daenensis Celak. phytochemical and pharmacological investigations. Journal of Integrative Medicine, 13 (2): 91 - 98.