اثر ورمی‌کمپوست و باکتری ازتوباکتر کوروکوکوم بر فنولوژی، رشد و عملکرد اندام هوایی و اسانس در گیاه دارویی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis*) در شرایط گلخانه‌ای

فرزانه بهادری[۱]، فاطمه عابدینی*[۲] و محمد امیرجان[۳]

۱- بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی سمنان ایران
۲- بخش گیاهان دارویی، مرکزآموزش جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان
۳- بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان ایران
* farbahadori@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود ورمی‌کمپوست و یکی از سویه‌های منتخب باکتری ازتوباکتر کوروکوکوم بر رشد و تولید و فنولوژی گیاه مرزه تابستانه (*Satureja hortensis*) در شرایط گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: باکتری ازتوباکتر کوروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*)،کود ورمی‌کمپوست و تیمار شاهد بودند. نتایج آزمایش مشخص کرد که در تیمار با باکتری ازتو باکتر طول ساقه ۲۲ درصد، طول ریشه ۳۲ درصد، وزن خشک ریشه افزایشی بیش از سه برابر و تعداد ریشه فرعی مرزه تابستانه ۶۶ درصد نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد. تیمار با باکتری ازتوباکتر منجر به ۱۳۳ درصد افزایش وزن تر گیاه و همچنین بیش از سه برابر افزایش در عملکرد اندام رویشی مرزه تابستانه نسبت به گیاهان شاهد گردید. تیمار با ورمی کمپوست نیز منجر به ۳۰ درصد افزایش عملکرد خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد شد. باکتری ازتوباکتر تغییری در سطح برگ بوته و بازده اسانس مرزه نسبت به گیاهان شاهد ایجاد نکرد در حالی که تیمار با ورمی‌کمپوست سبب کاهش سطح برگ و اسانس در گیاهان مرزه نسبت به گیاهان شاهد شد. طول دوره رویشی در تیمار ازتوباکتر ۱۵ روز بیشتر از تیمار با ورمی کمپوست و ۱۱ روز بیشتر از تیمار شاهد بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی در شرایط کشت ارگانیک گلخانه‌ای می‌تواند موجب بهبود رشد مرزه تابستانه شود.

کلمات کلیدی: کود زیستی، گلخانه، کشاورزی پایدار، مرزه تابستانه

مقدمه

رویکرد روزافزون به استفاده ازگیاهان دارویی در سطح جهانی اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن‌تر می‌سازد. در حال حاضر تقاضا برای گیاهان دارویی به عنوان تولیدات قابل مصرف در صنایع بهداشتی و دارویی در حال افزایش است (Hecl et al., 2006). کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آن وابسته است بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات زیستی آن نیز دارد، اهمیت جوامع میکروبی برای کارکرد یک اکوسیستم بدلیل نقش مهمی است که در فرایندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می‌باشند، ایفا می‌کنند (Pedra et al., 2007). تعداد قابل توجهی از گونه‌های باکتریایی و قارچی خاک دارای روابط کارکردی با گیاهان بوده و اثرات مفیدی بر رشد آنها دارند (Vessey, 2003). کودهای زیستی در حقیقت موادی شامل انواع ریز موجودات آزاد زی بوده که طی فرایندهای زیستی توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه زنی بهتر بذور می‌گردند (Chen, 2006). درکشاورزی پایدار تلاش بر آن است تا از پتانسیل ریزموجودات خاک و مواد آلی برای حداکثر کردن تولید با حفظ حاصلخیزی خاک و محیط زیست استفاده شود. بی‌شک پژوهش برای تولید محصولات گلخانه‌ای مانند سبزی و صیفی و یا محصولات پر ارزش دارویی در شرایط همزیستی با باکتری‌های افزاینده رشد و یا کودهای زیستی مانند ورمی‌کمپوست می‌تواند گامی ارزشمند در راستای تولید محصول سالم باشد. نتایج تحقیقات نشان داده که باکتری‌های خاکزی افزاینده رشد، می‌توانند سبب افزایش توده زیستی در گیاهان شده و جذب مواد معدنی را حتی در شرایط تنش‌زا تسهیل نمایند (Adesemoye et al., 2009). در گزارشی (Davison, 1988) کارکردهای اصلی این باکتری‌ها، فراهم کردن موادمعدنی برای محصولات، تحریک رشد گیاه از طریق تولید هورمون‌های گیاهی، کنترل فعالیت پاتوژن‌های گیاهی، بهبود ساختمان خاک این گونه برشمرده شده است. تحقیقات اخیر مواردی مانند پالایش محیط از آلاینده‌های خاکی و توانایی معدنی کردن آلاینده‌های آلی را به لیست قبل

افـزوده اسـت (Zaidi et al., 2006). بـاکترهـای جـنس ازتوباکتر (*Azotobacter* spp)، افزون بر افـزایش فراهمـی زیستی عناصر معدنی خـاک، بـا تثبیـت زیسـتی نیتـروژن و تولید مواد تنظیم کننده رشـد گیـاه، رشـد و نمـو و عملکـرد گیاهان را تحت تاثیر قرار مـی‌دهنـد (Zahir et al., 2004). گیـاه دارویـی مـرزه (*Satureja hortensis* L) از خـانواده نعناعیان (*Lamiaceae*) مـی‌باشـد کـه در ایـران ۱۲ گونـه علفی یکساله و چنـد سـاله دارد کـه ۸ گونـه آن انحصـاری ایران بوده و چهار گونه دیگر افزون بر ایران در دیگـر نقـاط دنیا نیز می‌رویند (مظفریان، ۱۳۸۲). قسـمت مـورد اسـتفاده مرزه تمامی شاخه–های برگدار و گلـدار آن اسـت (زرگـری، ۱۳۶۹). مرزه یکی از مطبوع‌ترین ادویه‌هـا اسـت. ایـن گیـاه سرشار از روغن‌های فرار بـا مـاده اصـلی کـارواکرول بـوده، دارای اثرات درمانی ضد تشنجی و ضد نفخ است (فاکربـاهر و همکاران، ۱۳۸۰). علاوه بر مصـارف دارویـی فـراوان، بـه واسطه مواد معطر موجود در گیاه در صنایع غـذایی، و تولیـد لوازم بهداشتی و نیز به واسطه خواص ضد باکتریـایی و ضـد قارچی در تهیه دارو، همـواره مـورد توجـه قرارگرفتـه اسـت (Baher et al., 2002). ورمی‌کمپوست حاصل فعالیت کـرم خاکی است. ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست تولیـد شـده بـه کمک کرم های خاکی است که در نتیجـه تغییـر و تبـدیل و هضم نسبی ضایعات آلی (کود دامی، بقایای گیاهی و غیـره) در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانداران بوجود می‌آید. ورمی‌کمپوست دارای تخلل زیاد، قـدرت جـذب و نگهـداری عناصر غـذایی بـالا، تهویـه و زهکشـی مناسـب و ظرفیـت نگهداری بالای آب می‌باشـد و اسـتفاده از آن در کشـاورزی پایدار، افزون بر افزایش جمعیت و فعالیت ریزموجودات مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیـاز گیـاه ماننـد نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سـبب بهبـود رشد و عملکرد گیاهان زراعی مـی‌شـود (Arancon et al., 2004). ورمی‌کمپوست‌ها دارای عناصر غذایی مانند فسـفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به فرمی که به آسـانی بـرای گیـاه قابل جـذب و دسترسـی اسـت مـی‌باشـند (*Atiyeh* et al., 2001). در گزارشـیAnwar و همکـاران (2005) کـاربرد ورمی‌کمپوست را بـر روی افـزایش کمیـت و کیفیـت مـاده مؤثره گیاه دارویی ریحـان مـؤثر دانسـتند. نتیجـه پـژوهش عزیزی و همکاران (۱۳۸۳) هم بیانگر بهبود میزان اسانس ریحان در اثر مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بـود. در این پژوهش اثر کود ورمی‌کمپوست و همچنین یـک سـویه امیدبخش ازتوبـاکتر کوروکوکـوم در تولیـد ارگانیـک مـرزه تابستانه در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی کارایی کودهای زیستی برای تولید ارگانیـک مـرزه تابسـتانه در شـرایط گلخانـه‌ای از مهمتـرین اهـداف ایـن پـروژه‌ی تحقیقاتی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر کود ورمی‌کمپوست و هم‌چنین یک سویه امیدبخش ازتوباکتر کوروکوکوم در تولید ارگانیک مرزه تابستانه، آزمایشی در شرایط گلخانه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان اجرا شد. بذر گیاه مرزه از منطقه میامی شهرستان شاهرود تهیه شد. تیمارهای آزمایش شامل: باکتری ازتوباکتر کوروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*)، کود ورمی کمپوست گاوی به مقدار یک کیلوگرم در متر مربع و گیاهان شاهد (فاقد کود) بودند. پس از آماده نمودن زمین گلخانه، کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۱×۱ مترآماده گردید. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به عمل آمد و نمونه‌های خاک در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان ارزیابی شدند (جداول ۱ و ۲). باکتری ازتوباکتر تهیه شده از مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران به میزان مورد نظر (در حدود 10^7 باکتری فعال در هر میلی‌لیتر مایع) تکثیر شد تلقیح بذور مرزه به مدت ۲۰ دقیقه انجام و بذرها در سایه خشک و پس از آن بذرها کشت شدند. کود ورمی کمپوست به مقدار یک کیلوگرم در یک متر مربع با خاک سطحی کرت‌های مورد نظر به صورت یکنواخت مخلوط شد. بذر به میزان مساوی (۰/۶ گرم برای هر متر مربع) وزن شد و در شیارهایی با عمق یک سانتی‌متر بر روی ردیف‌هایی با فاصله ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت گردیدند. آبیاری به صورت مه‌پاش هر روز تا جوانه زنی گیاهان انجام شد و سپس هر سه روز یکبار تکرار گردید. شرایط گلخانه در طول دوره‌ی آزمایش شامل: دمای روز۲ ±۲۲ درجه سانتی‌گراد، دمای شب ۲±۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۶۰ درصد بود. در مرحله ۴ برگی نسبت به تنک کردن گیاهان در طول ردیف اقدام گردید. در هر کرت تراکم ۸۰ بوته در متر مربع حفظ شد. پس از ۹۰ روز،۱۰ بوته به طور کامل همراه با ریشه از دو ردیف وسط هر کرت آزمایشی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور استخراج اسانس از سرشاخه‌های مرزه تابستانه، ابتدا درصد رطوبت هر نمونه

اندازه‌گیری شد و سپس ۵۰ گرم از گیاه خشک شده در سایه آسیاب گردید و به مدت دو ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر، اسانس گیری شده و درصد اسانس نمونه‌ها تعیین گردید (Sefidkon et al., 2006). طرح آماری مورد استفاده نیز بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و سه تکرار بود. ویژگی‌های مورد مطالعه در این پژوهش شامل: اندازه‌گیری وزن تر و خشک گیاه (ساقه، برگ و ریشه) با ترازوی دیجیتال با دقت هزارم گرم، ارزیابی طول ساقه و ریشه بوسیله کولیس، شمارش تعداد ریشه‌های فرعی بر روی کاغذ شطرنجی و زیر بینوکلر، ارزیابی سطح برگ با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل AM-200, ADC Bioscientific Ltd. Uk و سنجش میزان اسانس گیاه با دستگاه کلونجر بود. نرخ رشد گیاهان نیز با ارزیابی رشد طولی ریشه و ساقه و وزن تر و خشک بوته_های برداشت شده در هر تیمار در طول دوره رویشی، در بازه های زمانی ثابت و بطور متوالی ارزیابی شد (جمعا برای ارزیابی نرخ رشد از هر تیمار در طول یک دوره ۴۰ روزه، ۳۶ نمونه گیاهی برداشت و اندازه‌گیری شدند). مراحل فنولوژی گیاهان در هر تیمار ثبت گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از نرم افزار آماری SPSS و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. میانگین‌های بدست آمده با استفاده از آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفتند..

جدول ۱. تعدادی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک گلخانه

عمق نمونه برداری	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS.m-1)	ماده آلی (درصد)	پتاسیم قابل دسترس (ppm)	فسفر قابل دسترس* (ppm)	نیتروژن کل (درصد)	بافت خاک
۳۰-۰	۷/۸	۴/۰۷	۲/۱۷	۳۸۵	۱۰/۲	۰/۰۹	لوم-شن

* فسفر قابل دسترس با روش اولسون اندازه‌گیری شد.

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست دامی مورد استفاده

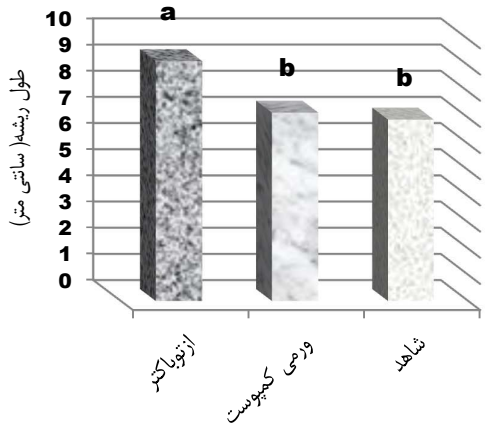
ورمی‌کمپوست	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر کل (درصد)	پتاسیم کل (درصد)
نمونه	۹/۶	۴/۰۸	۵/۱	۱/۲۵	۰/۲	۰/۷۲

نتایج و بحث

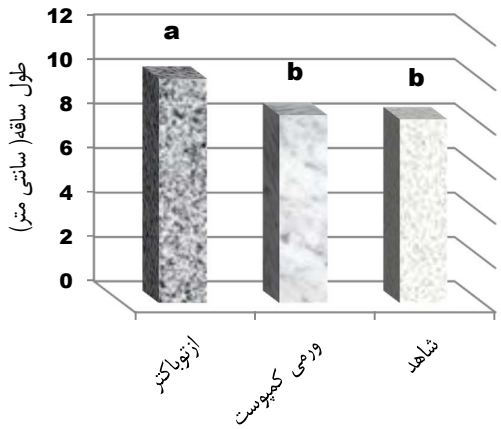
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، بر صفات وزن ترو خشک کل گیاه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، عملکرد خشک اندام هوایی، سطح برگ، طول ساقه و ریشه و تعداد ریشه‌های فرعی در سطح ۹۵ درصد و بر بازده اسانس در سطح ۹۹ درصد تاثیر معنی‌دار داشتند.

طول ساقه و ریشه، وزن خشک ریشه و تعداد ریشه فرعی

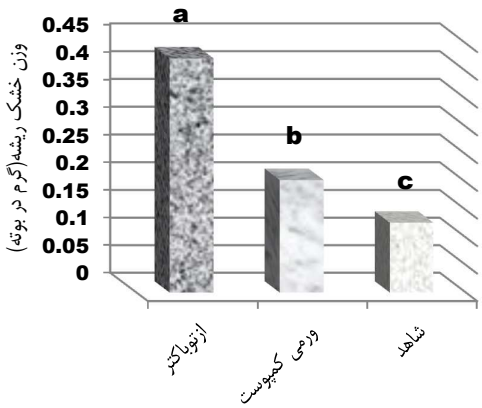
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار با باکتری ازتوباکتر، طول ساقه ۲۲ درصد، طول ریشه ۳۲ درصد، وزن خشک ریشه رشدی بیش از سه برابر و تعداد ریشه فرعی مرزه تابستانه ۶۶ درصد نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد. روند رشد ساقه و ریشه در طی دوره رشد رویشی نیز نشان دهنده نرخ رشد بالاتر در تیمار ازتوباکتر است (شکل ۱ تا ۶).



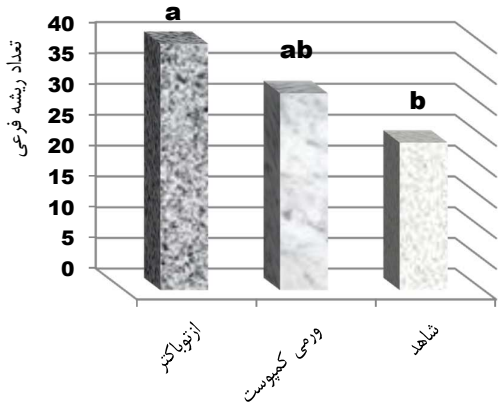
شکل ۱- تاثیر تیمارهای کودی بر طول ریشه مرزه تابستانه



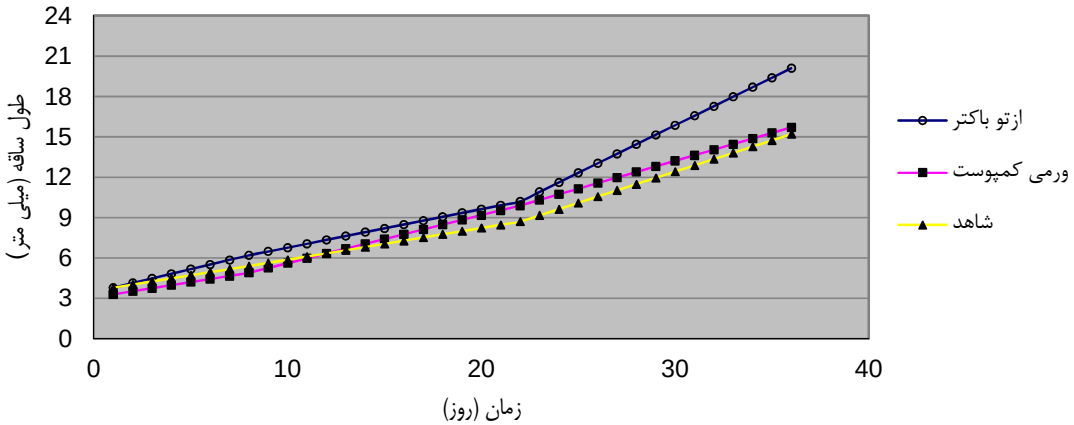
شکل۲-تاثیر تیمارهای کودی بر طول ساقه مرزه تابستانه



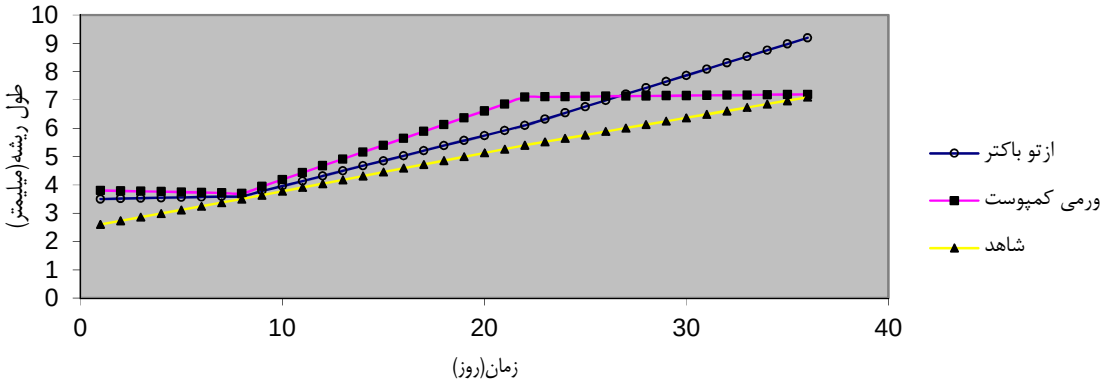
شکل۳-تاثیر تیمارهای کودی بر وزن خشک ریشه مرزه تابستانه



شکل٤-تاثیر تیمارهای کودی بر تعداد ریشه فرعی مرزه تابستانه



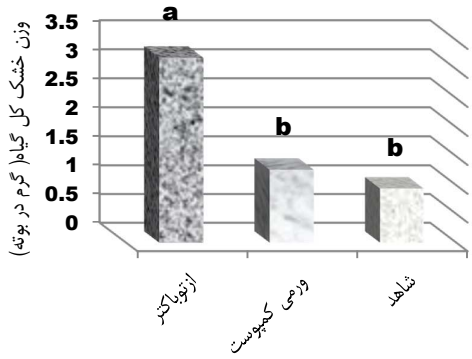
شکل٥- مقایسه روند رشد ساقه در تیمارها



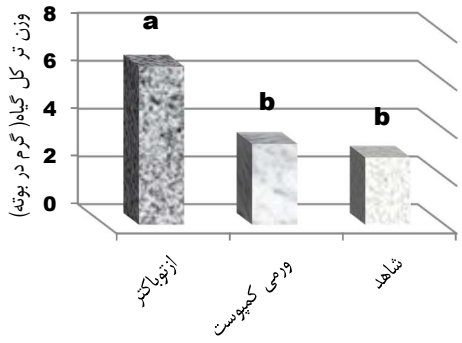
شکل ٦-مقایسه روند رشد ریشه در تیمارها

وزن تر و خشک گیاه مرزه تابستانه

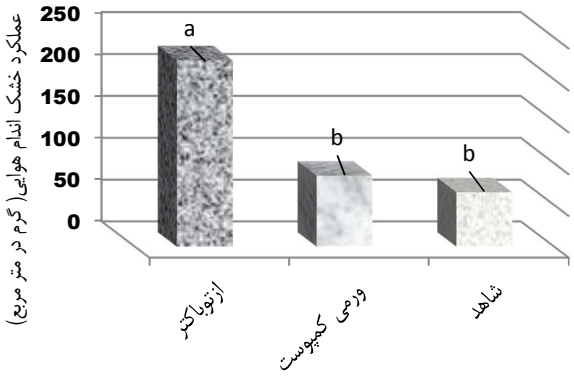
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر و خشک کل گیاه (اندام هوایی و ریشه) و همچنین وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار با باکتری ازتوباکتر نسبت به دو تیمار دیگر در سطح معنی‌داری بالاتر است به طوریکه تیمار با باکتری ازتوباکتر منجر۱۳۳ درصد افزایش وزن تر گیاه و همچنین بیش از سه برابر افزایش در وزن خشک اندام هوایی و عملکرد اندام رویشی مرزه تابستانه نسبت به گیاهان شاهد گردید. گرچه تیمار با ورمی کمپوست منجر به ۳۰ درصد افزایش عملکرد خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد شد اما اختلاف مذکور در مقایسه با رشد چشمگیر حاصله از تیمار ازتوباکتر قابل توجه نبود (شکل ۷ تا ۹).



شکل۷- تاثیر تیمارهای کودی بر وزن خشک کل گیاه در مرزه تابستانه



شکل۸- تاثیر تیمارهای کودی بر وزن تر کل گیاه مرزه تابستانه



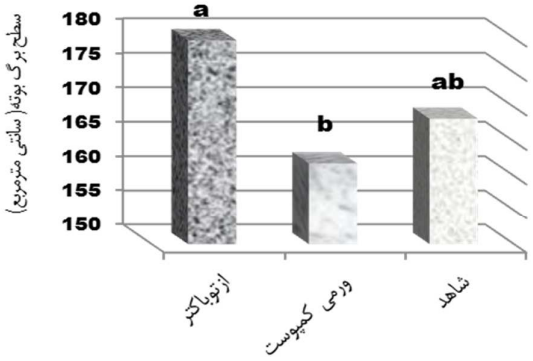
شکل ۹-تاثیر تیمارهای کودی بر عملکرد خشک اندام هوایی در متر مربع در مرزه تابستانه

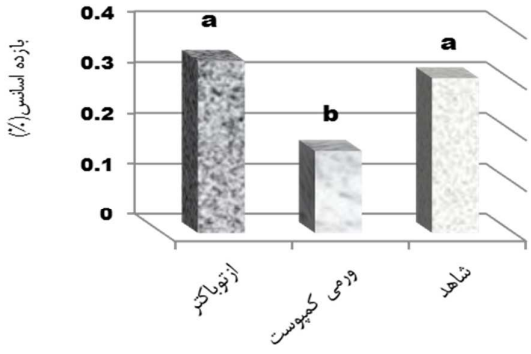
سطح برگ و بازده اسانس

بر اساس مقایسه میانگین تیمارها، باکتری ازتوباکتر تغییری در سطح برگ بوته و بازده اسانس مرزه نسبت به گیاهان شاهد ایجاد نکرد در حالی که تیمار با ورمی‌کمپوست سبب کاهش سطح برگ و اسانس در گیاهان مرزه نسبت به گیاهان شاهد شد (شکل ۱۰ و ۱۱).

فنولوژی گیاه

بذور مرزه تابستانه تیمار شده با باکتری ازتو باکتر پنج روز زودتر از تیمارهای دیگر جوانه زنی داشتند. از سوی دیگرطول دوره رویشی در تیمار ازتوباکتر ۱۵ روز بیشتر از تیمار با ورمی کمپوست و ۱۱ روز بیشتر از تیمار شاهد بود.





شکل ۱۰-تاثیر تیمارهای کودی بر بازده اسانس مرزه تابستانه **شکل ۱۱-تاثیر تیمارهای کودی بر سطح برگ بوته مرزه تابستانه**

جدول۳- تاثیر تیمارهای کودی در تغییرات دوره های فنولوژی مرزه تابستانه

تیمار	دوره فنولوژی				
	کشت	جوانه زنی	برگدهی	اوج برگدهی	گلدهی کامل
ازتوباکتر	/۸/۲۹	/۹/۳	/۹/۱۶	/۱۱/۲۷	/۱۲/۲۱
ورمی کمپوست	/۸/۲۹	/۹/۸	/۹/۲۲	/۱۱/۲۰	/۱۲/۱۱
شاهد	/۸/۲۹	/۹/۸	/۹/۲۲	/۱۱/۲۰	/۱۲/۱۵

بحث

نتایج نشان داد که تولید و عملکرد بیشتر مرزه تابستانه (بیش از سه برابر افزایش در مقایسه با تیمار شاهد) با کاربرد ازتوباکتر کوروکوکوم در شرایط ارگانیک امکان پذیر می‌باشد. به نظر می‌رسد این افزایش به علت جذب بیشتر عناصر غذایی از خاک در اثر رشد ریشه‌های فرعی اتفاق افتاد. افزایش حلالیت مواد غذایی در اثر کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد در تحقیقات Glick و همکاران (۲۰۰۷) نیز مورد تأیید قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار ازتوباکتر نسبت به دیگر تیمارها سبب تسریع در جوانه زنی شد که نتایج بدست آمده با یافته هایShende و همکاران(۱۹۷۷) در آزمایشی که در مورد تاثیر ازتو باکتر بر روی جوانه زنی بذر پنبه داشتند، همخوانی داشت. سرعت بیشتر جوانه زنی سبب غلبه بر علف‌های هرز و افزایش طول دوره رویشی می‌شود. گزارش‌های متعددی علت افزایش رشد رویشی در گیاهان تیمار شده با باکتری‌های افزاینده رشد را فراهم بودن مطلوب عناصر معدنی پر نیاز وکم نیاز برای گیاه عنوان کردند (Ordookhani et al., 2011; Smith & Read, 1997). همچنین تولید هورمون‌های گیاهی نیز از دیگر دلایل افزایش عملکرد در گیاهان تلقیح شده توسط این قبیل باکتری‌های افزاینده رشد ذکر شده است (Boddey & Dobereiner, 1982). در این پژوهش با افزودن یک کیلوگرم در متر مربع ورمی‌کمپوست به خاک، عملکرد خشک مرزه نسبت به تیمار شاهد، ۳۰ درصد افزایش یافت. گرچه در مقایسه با افزایش ۲۰۰ درصدی حاصل از تیمار ازتوباکتر، افزایش حاصله معنی‌دار نشد اما بهبود ایجاد شده می‌تواند به علت تامین تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و همچنین بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک باشد. نتایج پژوهش حاضر از نظر افزایش عملکرد اندام هوایی با نتایج سایر محققین از جمله Letchamo (1993) وEl-Desuki و همکاران (2001) که کاربرد ورمی‌کمپوست را روی سه ژنوتیپ بابونه و رازیانه شیرین، در شمعدانی (El-Masry and Dahab, 2001) و در گل جعفری (Khalil, 2002) آزمایش کردند، همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

باتوجه به اهمیت گیاهان دارویی و سبزی‌های برگ سبز در سلامت جامعه و سیاست‌های کلان کشور برای تولید محصولات ارگانیک بدون کاربرد کودهای شیمیایی، بکارگیری کودهای زیستی به دلیل سلامت محصول و تجمع کمتر مواد شیمیایی در اندام‌های گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است. در این پژوهش کارایی کاربرد کودهای زیستی در تولید مرزه تابستانه در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. کاربرد گونه و سویه‌های مناسب باکتری‌های افزاینده رشد مانند ازتوباکتر کوروکوکوم توانست موجب بهبود رشد و افزایش عملکرد اندام هوایی در گیاه مذکور شد. این پژوهش پتانسیل باکتری‌های افزاینده رشد برای تولید محصولات سالم و اقتصادی در شرایط گلخانه‌ای را نشان داد.

فهرست منابع

زرگری، ع. (۱۳۶۹). گیاهان دارویی جلد چهارم. انتشارات دانشگاه تهران.

عزیزی،م.، لکزیان،ا .و باغانی، م. (۱۳۸۳). بررسی تاثیر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخصهای رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، ۶۲.

فاکر باهر، ز.، رضائی، م.ب.، میرزا، م. و عباس‌زاده، ب. (۱۳۸۰). بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.) در طی تنش خشکی در مزرعه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد 7. ص۵۱- ۳۷.

مظفریان، و.، (۱۳۸۲). فرهنگ نامه‌ای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.

Adesemoye, A., Torbert, H., & Kloepper, J. (2009). Plant growth- promoting rhizobacteria Allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology journal*, 58: 921-929.

Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A., & Khanuja, S. P. S. (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. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource technology*, *93*(2), 145-153.

Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. & Metzger, J.D. (2001). The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource technology*, 81: 103–108.

Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanli, M. & Rezaii, M.B. (2002). The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour Fragrance J.*, 17: 257-277.

Boddey, R.M., & Dobereiner, J. (1982). Association of Azospirillum and other diazotrophs with tropical gramineae. In:International Congress of Soil Science,12, New Delhi, India.Non-symbiotic nitrogen fixation and organic matter in the tropics, 28-47.

Chen, J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use., 16 – 20. 11.

Davison, J. (1988). Plant beneficial bacteria. *Biotechnology*, 6:282-286.

El-Desuki, M., Amer, A.H., Sawan, O.M. & Khattab, M.E. (2001). Effect of irrigationand organic fertilization on the growth, bulb yield and quality of sweet fennel under shark El-owinat conditions. *Mansoura UniversityJournal of Agricultural Sciences*. 26:465–448.

El-Masry, M.H. & Dahab, A.A. (2001). Response of geranium plants (*Pelargoniumgraveolens*) grown in sandy soil to different sources of nitrogen Growth .5th Arabian Horticultural Conference, 24–28.

Glick, B.R., Todorovic, B., Czarny, J., Cheng, Z., Duan, J. & McConkey, B. (2007). Promotion of plant growth by bacterial ACC deaminase. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 26:227–242.

Hecl, J. & Sustrikova, A. (2006). Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. pp.69

Khalil, M.Y. (2002). Influence of compost andfoliar fertilization on growth and chemicalcomposition of *Rosmarinos officinalis*. *Egyptian Journal of Applied Sciences*, 17:884-699.

Letchamo, W. (1993). Nitrogen applicationaffects yield and content of the activesubstances in chamomile New Crops. Wiley, New York, 636–639.

Ordookhani, K., Sharafzadeh, S.H. & Zare, M., (2011). Influence of PGPR on growth, essential oil and nutrients uptake of Sweet basil. *Advances in Environmental Biology*. 5 (4)

Pedra, F., Polo, A., Ribero, A. & Domingues, H.(2007). Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Journal of Soil Biology and Biochemistry*, 39(6):1375-1382.

Sefidkon, F., Abbasi, Kh. & Bakhshi Khaniki, Gh. (2006). Influence of drying and extraction methods onyieldand chemical composition of essential oil of *Satureja hortensis*. *Food Chemistry*, 99(1): 19-23.

Shende,T., Apte, R.G. & Singh, T. (1977). Influence of Azotobacter on germination of rice and cotton seeds. *Current Science journal*, 46: 675.

Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press.

Zahir, Z. A., Arshad, M., & Frankenberger, W. T. (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in agronomy*, 81(1), 98-169.

Zaidi, S., Usmani, S., Singh, B. R., & Musarrat, J. (2006). Significance of Bacillus subtilis strain SJ-101 as a bioinoculant for concurrent plant growth promotion and nickel accumulation in Brassica juncea. *Chemosphere*, *64*(6), 991-997.