Archive of SID

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال چهاردهم، شماره ۵۶، زمستان ۱۳۹۸ / صفحات: ۷۳-۵۷

اثر سطوح مختلف کود آلی ورمی‌کمپوست و آزومیت بر فاکتورهای رشدی، بیوشیمیایی و جذب عناصر غذایی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.)

رسول نریمانی[۱]، محمد مقدم[۱*]، حسن ابراهیمی[۲]، دانیال شکوهی[۳]

[۱]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۲]گروه خاکشناسی شرکت کشاورزی و دامپروری کاوندیش نیشابور، نیشابور، ایران

[۳]گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰٤/۱۰

چکیده

ورمی‌کمپوست به‌عنوان کود زیستی، از طریق بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و آزومیت با داشتن طیف کاملی از عناصر مفید، سبب افزایش عملکرد و بهبود صفات رشدی گیاهان می‌شوند. به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و آزومیت بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی و جذب عناصر معدنی در مرزه تابستانه آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹٦ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل کود آلی ورمی‌کمپوست و آزومیت به‌ترتیب در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و (۰، ۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار انجام شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، وزن‌تر و خشک بوته، تعداد شاخه‌فرعی، محتوای رطوبت نسبی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنل کل و کربوهیدرات محلول و همچنین جذب عناصر غذایی بودند. نتایج نشان داد که استفاده توأم ورمی‌کمپوست و آزومیت به‌ویژه سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه کاربرد ۳ گرم آزومیت در کیلوگرم خاک سبب افزایش معنی‌دار صفات رشدی گیاه از قبیل وزن‌تر و خشک برگ و ساقه، طول میانگره و قطر ساقه و صفات بیوشیمیایی نظیر محتوای رطوبت نسبی، میزان قند محلول و رنگیزه‌های فتوسنتزی نسبت به گیاهان شاهد (عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت) گردید. برهمکنش بین ورمی‌کمپوست و آزومیت بر غلظت نیتروژن، فسفر، سدیم، آهن، روی و منگنز برگ مرزه تأثیر معنی‌داری داشت؛ به‌طوری‌که استفاده از ورمی‌کمپوست (سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد) همراه با آزومیت (در هر سه سطح) سبب افزایش قابل‌توجه غلظت این عناصر نسبت به شاهد گردید. همچنین مشاهده گردید که استفاده از ورمی‌کمپوست به‌تنهایی سبب افزایش معنی‌دار میزان پتاسیم و منیزیم در گیاه نسبت به تیمار بدون کود گشت. درمجموع نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از کود ورمی‌کمپوست و خاک معدنی آزومیت می‌تواند باعث بهبود صفات کمی و کیفی و جذب عناصر غذایی در گیاه مرزه تابستانه شود.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص‌های رشدی، عناصر غذایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کود آلی

*نویسنده مسئول: m.moghadam@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

به‌کارگیری انواع کودهای آلی و یا شیمیایی به‌منظور حصول عملکرد بالا در محصولات زراعی لازم و ضروری است (Guarda et al., 2004; Mollafilabi et al., 2010). با این وجود کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی علاوه بر هزینه‌های اضافی، اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست و سلامتی انسان دارند. تغییرات اسیدیته و مقادیر کم اسیدهیومیک خاک از اثرات کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی می‌باشد. همچنین استفاده درازمدت از کودهای شیمیایی به سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد محصولات زراعی شود (Mirzaei et al., 2009; Liu et al., 2010). در بحث تولید گیاهان دارویی ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید داده می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد. مطالعات انجام‌شده درباره گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد (Darzi et al., 2009). بنابراین با توجه به اثرات زیست‌محیطی و مشکلات ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع قابل جایگزین مانند کود آلی ورمی‌کمپوست می‌تواند ضمن افزایش عملکرد و نیز بهبود جذب عناصر غذایی، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکرشده داشته باشد (Darzi et al., 2011; Kizilkaya, 2008). کاربرد کودهای زیستی در یک نظام کشاورزی پایدار، موجب بهبود کمیت و کیفیت ماده مؤثره و افزایش عملکرد در گیاهان دارویی می‌گردد (Ratti et al., 2001; Sharma, 2002; Kapoor et al., 2004; Darzi et al., 2012). یکی از کودهای زیستی مهم در کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد. کاربرد ورمی‌کمپوست علاوه بر کمک به افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و با تولید هورمون‌های گیاهی سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Arancon et al., 2004; Sinha et al., 2010). گزارشاتی از تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی مرزه تابستانه (Rezvani Moghadam et al., 2013) و نتایج مطلوب روی گیاهان گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) (Godara et al., 2014)، بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) (Ansarifar et al., 2012)، زیره سیاه اروپایی (*Carum carvi* L.) (Acimovic et al., 2015) و افزایش عملکرد اندام هوایی گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) (Singh and Wasnik, 2013) ارائه شده است.

آزومیت[1] یک نوع خاک معدنی و یکی از نادرترین مواد معدنی دنیاست که استفاده از آن در بخش کشاورزی تأثیرات شگرفی را بر روی گیاهان به همراه دارد (Yarrow, 2000). این ماده معدنی منحصربه‌فرد با بیش از ۶۰ نوع عنصر شامل عناصر ماکرو و میکرو، دارای برخی عناصر کمیاب و نادر می‌باشد که به این وسیله خاک، اصلاح و احیا می‌شود. در مناطق پر بارش برخلاف کودهای شیمیایی که به‌راحتی از دسترس گیاه خارج می‌شوند این خاک معدنی با حفظ عناصر از این فرسایش جلوگیری می‌کند. همچنین ظرفیت بالای تبادل یونی آن باعث می‌گردد که خاک مقدار عناصر زیادی را در خود ذخیره نماید. مهم‌ترین خصوصیت خاک آزومیت جذب تدریجی و صددرصدی آن است. علاوه بر این

1. Azomite

www.SID.ir

Archive of SID

برخلاف کودهای شیمیایی مواد مغذی را به‌آرامی، پیوسته و طبیعی آزاد می‌نماید و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و گیاه در زمان نیاز از آن استفاده می‌نماید. به‌علاوه این ماده معدنی به‌دلیل داشتن pH طبیعی برخلاف کودهای شیمیایی در این زمینه اختلالی ایجاد نمی‌کند و به تنظیم pH خاک کمک می‌نماید (Yarrow, 2000; Bahrami et al., 2016). از دیگر ویژگی‌های مهم این محصول می‌توان به قابلیت آن در اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی، ظرفیت یونی بالا و حفظ رطوبت خاک اشاره کرد (Bahrami et al., 2016). نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که آزومیت به‌دلیل داشتن طیف کاملی از عناصر مفید باعث تولید محصولی باارزش غذایی و سطح بریکس (قند) بالاتری نسبت به محصولاتی که از کود شیمیایی برای تولید آن استفاده‌شده است می‌گردد (Yarrow, 2000; Bahrami et al., 2016).

مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گیاهی علفی و یکساله از خانواده نعناعیان است (Mumivand et al., 2013). برگ‌ها و سرشاخه گل‌دار مرزه تابستانه با اثرات شناخته شده ضد نفخ، ضد دل‌درد، ضد تشنج، ضد انگل، مقوی معده، محرک و خلط‌آور مورد استفاده قرار می‌گیرد (Leake et al., 2003). همچنین از این گیاه در صنایع غذایی به‌عنوان طعم‌دهنده بهره گرفته می‌شود (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). در مطالعه Rezvani Moghadam و همکاران (۲۰۱٤) مدیریت‌های مختلف کودی بر روی مرزه تابستانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد که کودهای زیستی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر ویژگی‌های رشدی مرزه دارند و بین تیمارهای مختلف مورداستفاده، بیشترین تأثیر را کاربرد تلفیقی نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات داشتند. با در نظر گرفتن اهمیت و جایگاه گیاه مرزه به‌عنوان یک گیاه دارویی و سبزی مهم، این آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی و میزان عناصر معدنی این گیاه در واکنش به مصرف کود آلی ورمی‌کمپوست و خاک معدنی آزومیت طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست به همراه آزومیت بر رشد، صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و میزان جذب عناصر غذایی گیاه مرزه تابستانه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹٦ اجرا شد. کود ورمی‌کمپوست مورداستفاده از کود گاوی با گونه کرم خاکی ایسنیا فتیدا در سیستم روباز تهیه‌شده بود که پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک دو میلی‌متری، بعضی ویژگی‌های آن در آزمایشگاه آب‌وخاک آناهیتا طبق جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. کود معدنی آزومیت مورداستفاده در آزمایش بانام تجاری هربان در ایران که تنها در دنیا محصول آمریکایی بنام AZOMITE مشابه این محصول می‌باشد از شاهرود تهیه گردید. نتایج آنالیز عناصر موجود در خاک آزومیت مورداستفاده در این آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول در چهار سطح شامل مقادیر مختلف کود ورمی‌کمپوست (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد خاک گلدان) و فاکتور دوم شامل استفاده از آزومیت با ٤ سطح (۰، ۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک گلدان) به‌صورت مخلوط با خاک قبل از کاشت بود. بذور مرزه در گلدان‌های از جنس پلاستیک به ارتفاع ٤۰ و قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متری و دارای زهکشی مناسب در عمق یک سانتی‌متری خاک و در ٤ نقطه از گلدان در اوایل اردیبهشت‌ماه کاشته

www.SID.ir

Archive of SID

شدند. پس از سبز شدن بذور، در مرحله چهار برگی تنک کردن صورت گرفت، به‌طوری‌که در هر نقطه یک گیاهچه سالم (چهار بوته در هر گلدان) از بین آن‌ها انتخاب شد. صفات موردبررسی در این آزمایش به شرح زیر بود:

شاخص‌های رشد: صفات مورفولوژیکی و عملکردی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌فرعی، تعداد گره، طول میانگره، قطر ساقه و وزن‌تر و خشک برگ و ساقه بررسی شدند.

محتوای کلروفیل (a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها): برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها از روش Lutts و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد. درنهایت مقدار کلروفیل با استفاده از روابط زیر به دست آمد.

$CHLa = 15.65A_{666} - 7.340A_{65}$
$CHLb = 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$
Carotenoied= (1000*A470 - 2.860*CHLa - 129.2*CHLb)/245
$CHLt = CHLa + CHLb$

میزان کلروفیل a : CHL*a*، میزان کلروفیل b: CHL*b*، کاروتنوئید کل: Carotenoied ، کلروفیل کل: CHL*t*

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی (Antioxidant activity) عصاره برگ بر اساس روش Moon و Terao (۱۹۹۸) انجام شد. درصد بازداری از DPPH با مقایسه نمونه‌های عصاره و نمونه کنترل و استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$AA= 1-A_{517}/ A_{517}\times 100$

جدول ۱: نتایج آنالیز و خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود آلی ورمی‌کمپوست مورداستفاده

مشخصات	ازت کل N%	فسفر P_2O_5%	پتاسیم K_2O%	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (mmhos/cm)	کربن‌آلی ٪	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	آهن Fe (ppm)	منگنز Mn (ppm)
مقدار	۱/٤۱	۰/۳۰	۰/۲۸	۷/۲٦	۲	۲٤/۷۰	۱٤/۵۰	۹۲/۵۰	۲۰۲۵/۰	٤۰/۰۰

جدول ۲: نتایج آنالیز خاک معدنی آزومیت مورد استفاده

عناصر	غلظت (ppm)	عناصر	غلظت (ppm)	عناصر	غلظت (ppm)
Ag	۰/۲	Cs	۷/۲	Pb	۱٤
Al	۸۱۰۹٤	Cu	۲۵	S	۲۷٦۲
As	٦	Fe	٤۲۸۰۲	Se	<۰/۵
B	۱۵۰	Gd	٤/۰۱	Sn	۲/٦
Ba	۵۷۱	K	٤٦۰۵۸	Ti	٦۰۵۳
Be	۲/۱	La	۲٤	U	۲/٦
Bi	۰/۲	Mg	>۲%	V	۱۳۳
C	۱٦۰۰	Mn	۷۲۳	Zn	۷۳
Ca	٤۲٦۳۰	Mo	۰/٦٦	Zr	۷٦
Cd	۰/۲۳	Na	٤۷۰۹	N	۱/٦%
Ce	۵۲	Ni	۳۱	pH	۸/۰۵
Co	۱٤/۵	O	٦۳۲۵	EC	۱/۳۸ dsm
Cr	۸۰	P	۷۰٦	-	-

www.SID.ir

Archive of SID

فنل کل و کربوهیدرات محلول: جهت اندازه‌گیری فنل کل از روش Singleton و Ross (۱۹٦۵) و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول از روش Keles و Öncel (۲۰۰٤) استفاده شد.

محتوای رطوبت نسبی برگ: جهت بررسی وضعیت آب گیاه و برای اندازه‌گیری میزان محتوای رطوبت نسبی برگ (Relative Water Content) از روش Barrs و Weaterley (۱۹٦۲) استفاده گردید. برای تعیین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ از فرمول زیر استفاده شد:

$$RWC\% = [(FW-DW)/ (TW-DW)] \times ۱۰۰$$

عناصر غذایی: به‌منظور تعیین غلظت عناصر معدنی در برگ گیاه مرزه، نمونه‌های خشک‌شده در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت) به‌وسیله آسیاب برقی پودر شد. اندازه‌گیری عناصر آهن، روی، منگنز، کلسیم و منیزیم بر اساس جذب اتمی و هضم نمونه‌ها با استفاده از اسیدکلریدریک برای تمام عناصر به‌جز ازت صورت پذیرفت. عناصر پتاسیم و سدیم با روش فلیم‌فتومتری و فسفر بر اساس روش کالریمتری (اسید آسکوربیک) مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین درصد نیتروژن به روش تیتراسیون بعد از تقطیر توسط دستگاه کجلدال مورد سنجش قرار گرفت (Imami, 1996).

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار JMP8 مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

شاخص‌های رشدی: اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت به‌غیراز ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌فرعی و تعداد گره در بقیه صفات مورفولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد. همچنین اثر ساده کاربرد آزومیت بر روی ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد آزومیت به‌عنوان یک مکمل معدنی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی نسبت به گیاهان شاهد (عدم کاربرد آزومیت) در گیاه مرزه گردید. به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع گیاه با مقدار ۵۲/۳ سانتی‌متر مربوط به سطح ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت بود که تفاوت معنی‌داری با سطح ۹ گرم در کیلوگرم آن نداشت. تعداد شاخه‌فرعی گیاه با کاربرد آزومیت نسبت به شاهد افزایش قابل‌توجهی را نشان داد. سطوح مختلف آزومیت (۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند (شکل ۱). بیشترین طول میانگره با کاربرد سطح ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه آزومیت (سطوح ۳ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) حاصل شد. همچنین کمترین میزان این صفت مربوط به شاهد بود. قطر ساقه نیز با مقدار ٤/۵۷ میلی‌متر در تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت نسبت به شاهد افزایش قابل‌توجهی نشان داد (جدول ٤). وزن‌تر و خشک برگ با افزایش میزان ورمی‌کمپوست به سطح ۱۵ درصد به همراه کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت افزایش قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد نشان داد. به‌طوری‌که میزان این صفات در این تیمار به ترتیب ۱۸/۳۱ و ۱۳/۵۵ گرم در بوته بود و در شاهد کمترین میزان به ترتیب ۸/۵٤ و ۳/۷۳ گرم در بوته مشاهده شد (جدول ٤). کاربرد ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت به ترتیب سبب افزایش ٦۵/۵۹ و ٦٤/۳۷ درصد وزن‌تر و خشک ساقه نسبت به شاهد (عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت) گردید (جدول ٤).

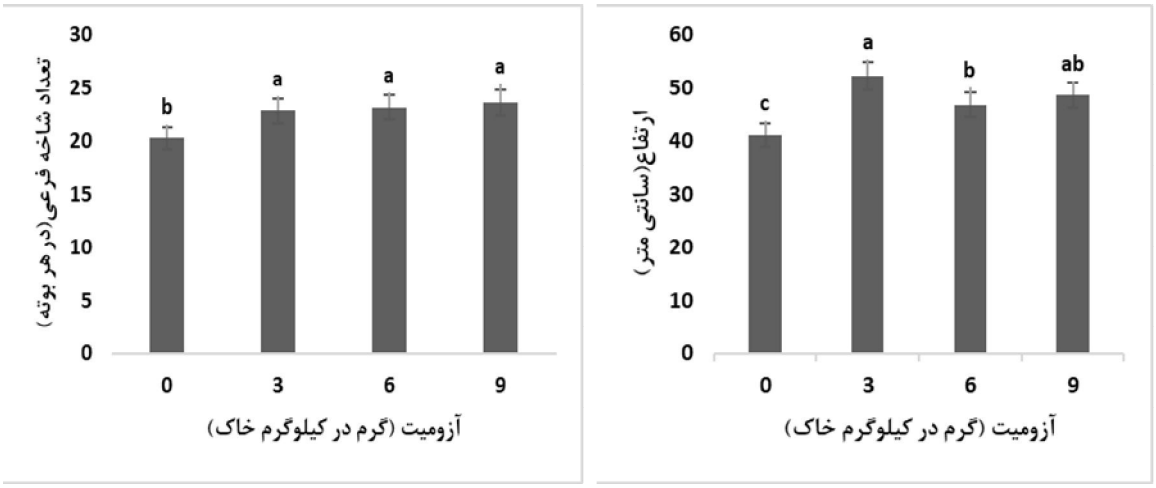
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد ورمی‌کپوست و آزومیت بر برخی شاخص‌های رشدی مرزه تابستانه

	میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	طول میانگره	قطر ساقه	وزن‌تر برگ	وزن‌تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
آزومیت(A)	۳	۲۵۸/۰۷**	۲۵/٦۸**	۰/٦۹^{ns}	۰/٦۱^{ns}	۱/۷۲**	۱٤۲/۱۷**	۱۷٦/۲۷**	۲۱/۲۰**	۳۷/۷۹**
ورمی‌کمپوست(V)	۳	٤/٥٦^{ns}	۲/۹۰^{ns}	۲/٤۷^{ns}	۰/٤٤^{ns}	۰/٤٤^{ns}	۳۱/۰٦**	۳۷/۷۷**	٤٦/۹٦**	۱۹/٦۰**
A*V	۹	٦۰/٤۰^{ns}	۱۱/٤۲^{ns}	۲/۱۲^{ns}	۱/٥۸**	۱/۰۱**	۳٥/٥۸**	۳۱/٥۱**	۱٤/۸٤**	٤۳/۲٦**
خطا	۳۲	۲۸/٦۳	٥/۳٥	۱/۰٤	۰/۳۲	۰/۱۷	٥/۹٤	۱/٥۱	۲/٤٥	۱/۱۷

^{ns}، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱: اثر ساده کاربرد آزومیت بر میزان ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی در گیاه مرزه تابستانه.

حروف غیرمشابه روی ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

صفات بیوشیمیایی: اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت بر میزان فنل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کربوهیدرات محلول، رنگیزه‌های فتوسنتزی و محتوای رطوبت نسبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد (جدول ۵). نتایج آزمایش حاضر بیانگر آن بود که کمترین میزان فنل کل و درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) به‌ترتیب با میزان ۷/۵۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر و ۵۵/۷۱ درصد مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بیشترین مقدار فنل کل با کاربرد ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با ۹۲/۸۹ درصد در کاربرد ۵ درصد ورمی‌کمپوست با ٦ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت حاصل شد که تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در سطح ٦ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت برای این صفت وجود نداشت (جدول ٦). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ درصد همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت سبب افزایش ٤ درصدی میزان کربوهیدرات محلول نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد آزومیت و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رشدی مرزه تابستانه.

آزومیت (g/Kg)	ورمی‌کمپوست (٪)	طول میانگره (cm)	قطر ساقه (mm)	وزن‌تر برگ (g)	وزن‌تر ساقه (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)
۰	۰	۳/۳۸^{e}	۲/۲۳^{ef}	۸/۵٤^{h}	٦/۸٤^{h}	۳/۷۳^{g}	۵/۳۸^{g}
	۵	۳/۷۰^{de}	۲/۱٦^{f}	۸/۸۲^{gh}	۵/۸۳^{h}	۵/۲۵^{fg}	۳/٦۳^{h}
	۱۰	٤/۳٤^{bcd}	۲/۳۰^{def}	۱۲/۲۹^{efg}	۷/۷۳^{gh}	۵/٦۳^{f}	۵/۷۰^{g}
	۱۵	٤/٤۸^{bcd}	۲/٤۱^{cdef}	۹/۲۷^{gh}	۸/۹۳^{fg}	٦/۵۵^{ef}	۵/٤۰^{g}
۳	۰	٤/۲۹^{bcde}	۲/۷۵^{bcdef}	۱۷/۵۲^{abc}	۱۱/۱۸^{de}	۱۰/۲۳^{bc}	۸/۵۹^{def}
	۵	٤/۸۹^{ab}	۲/٦۸^{bcdef}	۱٤/۰٦^{de}	۱۹/۸۷^{a}	۵/٤۵^{f}	۱۱/٦٤^{b}
	۱۰	٤/۸۳^{ab}	٤/۵۷^{a}	۹/٦۱^{fgh}	۹/۵۲^{efg}	٦/٦۳^{ef}	۵/۰۷^{g}
	۱۵	۵/۵۳^{a}	۲/۷٦^{bcdef}	۱۸/۳۱^{a}	۱۹/۸۸^{a}	۱۳/۵۵^{a}	۱۵/۱۰^{a}
٦	۰	٤/۲۸^{bcde}	۲/۳۲^{def}	۱۵/۱۲^{cde}	۱۱/۳۹^{de}	۱۱/۲۸^{ab}	۷/۵۳^{f}
	۵	٤/۵۸^{bcd}	۲/۹۸^{bcd}	۱٦/۸٤^{bcd}	۱۲/۳۸^{cd}	۹/۹۱^{bcd}	۷/۸۵^{ef}
	۱۰	٤/۷۲^{abc}	۲/۲٤^{ef}	۱٤/۱۹^{de}	۹/۸۳^{ef}	۸/۳٦^{cde}	۷/٤۳^{f}
	۱۵	٤/۳۳^{bcde}	۲/۸۳^{bcdef}	۱٤/۱۳^{de}	۱۱/۱۷^{de}	۷/٤۱^{def}	۱۰/٦۷^{bc}
۹	۰	۳/۸۳^{cde}	۳/۰۹^{bc}	۱۷/۷۸^{ab}	۱۷/۰۵^{b}	۱۰/۷۵^{bc}	۸/٤۵^{def}
	۵	٤/۰۳^{bcde}	۳/۳۱^{b}	۱۳/٤٤^{def}	۱۹/۲۲^{a}	٦/۵۷^{ef}	۱۱/۷٤^{b}
	۱۰	۳/۷۰^{de}	۲/۹۲^{bcde}	۱۵/۳۹^{cde}	۱۳/۷۳^{c}	۷/۳۹^{def}	۸/٤۹^{def}
	۱۵	۵/٦۲^{a}	۲/۷۷^{bcdef}	۱٦/۰٦^{bcde}	۱۱/۹۹^{cd}	٦/۸٦^{ef}	۱۰/۸۸^{bc}

حروف غیرمشترک در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیانگر اختلاف معنی‌دار است.

همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود بیشترین میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی مرزه در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت به دست آمد. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a، کارتنوئیدها و کلروفیل کل به ترتیب با مقدار ۱۸/۹۹، ٤/٤۱ و ۳۲/۲۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر در تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت حاصل شد. بالاترین مقدار کلروفیل b (۱٤/۹۹ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) نیز در تیمار کاربرد ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت بود. لازم به ذکر است سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت تفاوت معنی‌داری را در میزان کلروفیل کل نشان ندادند (جدول ٦). میزان رطوبت نسبی برگ در گیاه مرزه تابستانه با کاربرد ورمی‌کمپوست و خاک معدنی آزومیت افزایش یافت. به‌طوری‌که کمترین محتوای رطوبت نسبی با میزان ۵٦/۱ درصد مربوط به شاهد بود. همچنین استفاده از سطوح ۵ و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت سبب افزایش این صفت به‌ترتیب به مقدار ۹٦/۱۵ و ۹٦/۲۳ درصد گردید (جدول ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت بر صفات بیوشیمیایی مرزه تابستانه

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	فنل کل	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	کربوهیدرات محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئیدها	کلروفیل کل	محتوای رطوبت نسبی (RWC)
آزومیت(A)	۳	٦/۰۲^{ns}	٦٥۳/۰۷**	۰/۰۰۰۱**	٤/۷۲^{ns}	۸۸/۷۹**	۷/۲۱**	۱٥۸/۱٥**	۱٥۸۲/٦٤**
ورمی‌کمپوست(V)	۳	۳/۹۲^{ns}	۱۰۱/٦۳**	۰/۰۰۰۰۰۸**	۲۹/٦۰*	۱۰٥/۷۹**	۱/۳٥**	۲۷۷/۳۳**	٥۹۸/٤٦**
A*V	۹	۱۰/۸٦**	٤٥٥/۳۱**	۰/۰۰۰۰۲**	۷٦/۹۹**	۳۸/۰٤**	۲/۳۳**	۹۰/۱۸**	۲٤٤/٥۰۷**
خطا	۳۲	۲/۳٦	۹/۷۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۷/۰۹	۳/٦٤	۰/۱۱	٥/٥۳	۳۸/٦۸

^{ns}، * و **، به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٦: مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد آزومیت و ورمی‌کمپوست بر صفات بیوشیمیایی مرزه تابستانه

آزومیت (g/kg)	ورمی کمپوست (%)	فنل (mg/g FW)	آنتی‌اکسیدانت (%)	قند (mg/g FW)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کارتنوئیدها (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	RWC (%)
۰	۰	۷/٥۷^{g}	٥٥/۷۱^{f}	۰/۲٤^{cde}	٥/٥۰^{h}	۳/۱۷^{gh}	۲/۲۱^{hi}	۱۰/۸۹^{f}	٥٦/۱۰^{i}
	٥	۷/۹۱^{fg}	٦٤/۰۹^{e}	۰/۲٤^{defg}	۷/۲۷^{gh}	۰/۹٦^{h}	۱/۷٥^{i}	۹/۹۹^{f}	۷۰/٦٤^{gh}
	۱۰	۸/٦۳^{efg}	۸۸/٤۹^{ab}	۰/۲۳^{g}	۸/٦۷^{fg}h	۷/۱۷^{def}	۱/۱٤^{j}	۱٦/۹۹^{e}	۷۲/۰٦^{efgh}
	۱٥	۹/٦٤^{cdefg}	۸٤/۱۹^{b}	۰/۲٤^{c}	۹/۸۱^{defgh}	٥/۰۷^{fg}	۳/۳۰^{def}	۱۸/۱۹^{de}	٦٤/٤٥^{hi}
۳	۰	۱۱/٦٥^{abc}	۷٤/٦۲^{cd}	۰/۲٤^{cdef}	۱٤/٦٦^{bc}	٦/۹٦^{def}	۳/۸۹^{abc}	۲٥/٥۳^{bc}	۹۰/۸۰^{b}
	٥	۱۲/٤٥^{ab}	٦۲/۸۹^{e}	۰/۲٤^{b}	۱۷/۰۹^{b}	۱۱/۲۸^{bc}	٤/۲٤^{ab}	۳۲/٦۱^{a}	۹٦/۱٥^{a}
	۱۰	۱۰/٤٦^{bcdef}	۷۸/۱۷^{c}	۰/۲٥^{a}	۱٤/٥۸^{bc}	۱٤/۹۹^{a}	۳/۷۰^{bcde}	۳۳/۲۷^{a}	۷۷/٦٥^{defg}
	۱٥	۱۳/۸٦^{a}	۷۱/۷٤^{d}	۰/۲٤^{b}	۱۸/۹۹^{a}	۸/۸۸^{cde}	٤/٤۱^{a}	۳۲/۲۸^{a}	۹٦/۲۳^{a}
٦	۰	۱۱/٤۸^{abcd}	۹۰/۷٦^{a}	۰/۲۳^{fg}	۱۰/۳٤^{cdefg}	۱۳/۲۱^{b}	۳/۱۸^{efg}	۲٦/۷٤^{b}	۸۱/٦٥^{cdef}
	٥	۱۰/۰۷^{bcdefg}	۹۲/۸۹^{a}	۰/۲٤^{defg}	۱۰/٦۷^{cdefg}	٦/۰٤^{efg}	۳/٥٥^{cdef}	۲۰/۲۸^{de}	۷۷/۳۰^{defg}
	۱۰	۸/۹٦^{defg}	۹۰/٥۰^{a}	۰/۲٤^{cd}	۱۱/۹۷^{cdef}	٥/۹۱^{efg}	٤/۰۲^{abc}	۲۱/۹۱^{cd}	٦۳/٤۰^{hi}
	۱٥	۱۱/٤٤^{abcd}	۹۰/۱۳^{a}	۰/۲۳^{efg}	۱۳/٦۷^{bcd}	۹/۲٤^{cd}	۱/٦۷^{ig}	۲٤/٥۸^{bc}	۸۱/۹۳^{cde}
۹	۱	۱۰/۲۷^{bcdef}	۷۳/۰۱^{cd}	۰/۲٤^{cde}	۸/۸۹^{efgh}	٥/۸۱^{efg}	۳/۷٥^{bcd}	۱۸/٤۷^{de}	٦۸/۱۳^{gh}
	۲	۸/۸٥^{efg}	۷۷/۸٤^{c}	۰/۲۳۱^{g}	۱۳/۱٤^{bcde}	۸/۰۷^{def}	۳/۱۳^{fg}	۲٤/۳٥^{bc}	۷۱/۷٦^{efgh}
	۳	۱۰/٦٤^{bcde}	۹۱/٥٥^{a}	۰/۲۳^{fg}	۱٤/۰۲^{bcd}	٦/۲۰^{defg}	٤/۳۲^{a}	۲٤/٥٥^{bc}	۷۱/٤٦^{fgh}
	٤	۱۰/۸۳^{bcde}	۹۰/٦٥^{a}	۰/۲۳^{efg}	۹/۹٦^{defg}	۷/٤۲^{def}	۲/٦۸^{gh}	۲۰/۰۷^{de}	۸٦/۸۰^{bcd}

حروف غیرمشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیانگر اختلاف معنی‌دار است.

عناصر غذایی: نتایج تجزیه واریانس میزان عناصر غذایی برگ مرزه نشان داد که اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و آزومیت به‌غیراز پتاسیم، منیزیم، کلسیم و کلر در بقیه عناصر غذایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد. همچنین اثر ساده کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم و منیزیم مرزه در

www.SID.ir

Archive of SID

سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد میزان جذب این عناصر توسط گیاه مرزه با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست به همراه آزومیت سیر صعودی داشت. به‌طوری‌که بیشینه جذب نیتروژن را تیمارهای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت، ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ٦ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت داشتند. میزان نیتروژن جذب‌شده در این تیمارها به‌ترتیب ۱/٦۳، ۱/٦۰ و ۱/٦۳ درصد بود. کمترین میزان نیتروژن با مقدار ۰/۸۷ درصد در شاهد مشاهده گردید. بیشترین میزان جذب فسفر مربوط به سطوح بالای تیمارها (۱۵درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت) به مقدار ۱/۹٤ درصد بود (جدول ۸). اثر ساده ورمی‌کمپوست بر این عناصر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌دهنده اثر مثبت کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم و منیزیم جذب‌شده توسط گیاه بود. سطوح مختلف ورمی‌کمپوست سبب افزایش قابل‌توجه این عناصر نسبت به شاهد گردید. به‌طوری‌که سه سطح به‌کاربرده شده ورمی‌کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) تفاوت معنی‌داری با همدیگر در افزایش جذب پتاسیم و منیزیم نداشتند (شکل ۲). سطوح ۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت باعث افزایش معنی‌دار میزان منیزیم نسبت به تیمار شاهد شدند. لازم به ذکر است این سطوح تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳). بیشترین میزان سدیم با مقدار ۰/۳٦، ۰/٤۰ و ۰/۳٤ درصد به‌ترتیب در تیمارهای ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت، ۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم آزومیت مشاهده گردید. همان‌طور که مشاهده می‌شود استفاده بیش‌ازاندازه ورمی‌کمپوست خطر شور شدن خاک را به دنبال خواهد داشت (جدول ۸). بیشینه مقدار آهن موجود در برگ گیاه مرزه تابستانه با مقادیر ۲٤۸/۹۱ و ۲۲۸/۲٦ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به تیمارهای کاربرد ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ٦ گرم در کیلوگرم آزومیت بود. همچنین کمترین مقدار این عنصر در شاهد با مقدار ۷/۰٤ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) در شرایط عدم وجود خاک معدنی آزومیت دارای کمترین میزان روی بودند و بیشترین مقدار این عنصر در تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم آزومیت با مقدار ۱۹٤/۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم حاصل شد (جدول ۸). تیمارهای مختلف نتایج متفاوتی در میزان منگنز موجود در برگ گیاه مرزه نشان داد. بیشترین میزان این عنصر در تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت به ترتیب با مقدار ٦۲/۰٦ و ۵۸/٦۱ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد که تیمارها تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند (جدول ۸).

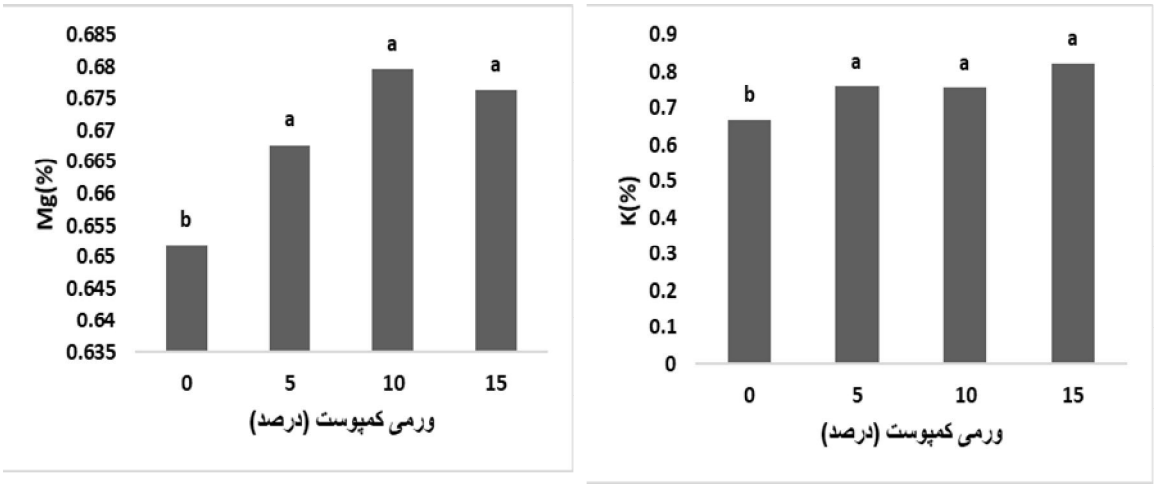
www.SID.ir

Archive of SID

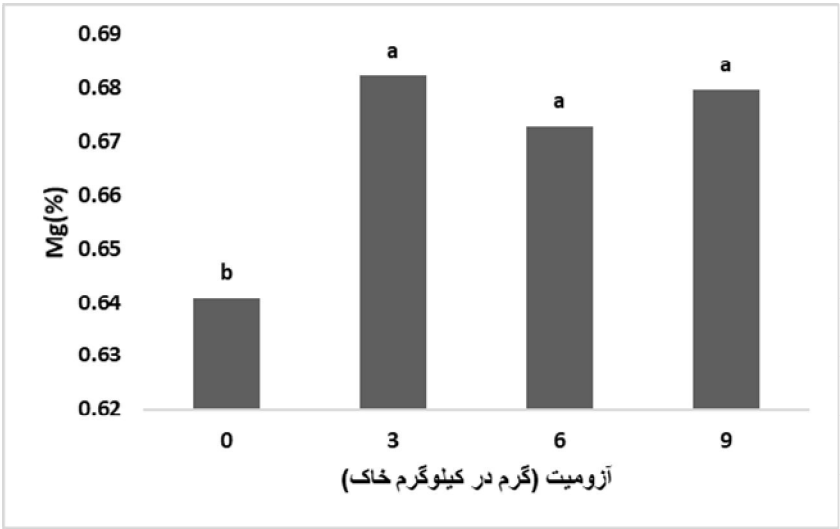
جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کپوست و آزومیت بر عناصر غذایی مرزه تابستانه

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	کلر	سدیم	آهن	روی	منگنز
آزومیت (A)	۳	۰/۱۵۵۹**	۰/۰۱۳۸**	۰/۰۰۷۹^{ns}	۰/۰۰۴۳**	۰/۰۰۹۷^{ns}	۰/۰۳۷٤^{ns}	۰/۰۲۵۲**	۱۱۳۱۷/۵۲**	۵۲۲۹٦/۳۸**	۱۹٦۲/۲۰**
ورمی‌کمپوست(V)	۳	۰/٤٥٩٨**	۰/۰۲۰۲**	۰/۰٤۸۸**	۰/۰۰۱۸**	۰/۰۱۱۵^{ns}	۰/۱٤۷۸^{ns}	۰/۰۱۵۳**	۳۱٤۷۵/۵۷**	۹۷۰٦/۹۹**	۱۳۸۲/۷۳**
A*V	۹	۰/۱۰۷۱**	۰/۰۱۱٦**	۰/۰۱۰۲^{n}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۲۵۸^{ns}	۰/۲۰۱۲^{ns}	۰/۰۱٦۳**	۱٤۷۰٤/٤۹**	۳۷۹٦/۰٤**	۸۳٦/۰۲**
خطا	۳۲	۰/۰۱۱۳	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱۹۸	۰/۱۷٤۷	۰/۰۰۲۸	۲٦۳/۲	۱۳۰/۸	٦۹/۰۷

^{ns} و **، به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۲: اثر ساده کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم و منیزیم در گیاه مرزه تابستانه. حروف غیرمشابه روی ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.



شکل ۲: اثر ساده کاربرد آزومیت بر میزان منیزیم در گیاه مرزه تابستانه. حروف غیرمشابه روی ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸: مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد آزومیت و ورمی‌کمپوست بر میزان عناصر موجود در برگ مرزه تابستانه

AZO g/kg	VER %	N %	P %	Na %	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
۰	۰	۰/۸۷^{e}	۱/۸۱^{f}	۰/۱۸۶^{bc}	۷/۰۴^{f}	۱/۹۷^{f}	۱۲/۸۷^{d}
	۵	۱/۱۳^{cd}	۱/۶۶^{h}	۰/۱۳۵^{c}	۱۷/۲۶^{def}	۶/۳۲^{f}	۱۸/۲۸^{d}
	۱۰	۱/۱۶^{cd}	۱/۸۲^{ef}	۰/۲۰۶^{bc}	۱۶/۴۸^{def}	۶/۱۲^{f}	۱۷/۶۶^{d}
	۱۵	۱/۴۰^{b}	۱/۷۴^{g}	۰/۲۱۰^{bc}	۱۹/۵۰^{def}	۴/۱۵^{f}	۱۹/۴۵^{cd}
۳	۰	۱/۱۴^{cd}	۱/۸۲^{ef}	۰/۱۸۶^{bc}	۳۳/۲۶^{cdef}	۵/۵۶^{f}	۱۷/۷۶^{d}
	۵	۱/۲۱^{c}	۱/۸۹^{abc}	۰/۱۶۶^{bc}	۵۸/۴۰^{c}	۱۹۴/۸۱^{a}	۸/۶۰^{d}
	۱۰	۱/۶۳^{a}	۱/۸۵^{cdef}	۰/۱۷۶^{bc}	۲۴۸/۹۱^{a}	۱۳۳/۴۲^{cd}	۵۸/۵۳^{ab}
	۱۵	۱/۸۷^{bcde}	۱/۸۷^{bcde}	۰/۳۶۳^{a}	۷/۹۵^{ef}	۱۲۰/۹۵^{d}	۱۶/۲۲^{d}
۶	۰	۱/۰۱^{de}	۱/۸۳^{def}	۰/۱۶۵^{bc}	۱۹/۱۷^{def}	۱۳۴/۹۱^{cd}	۳۳/۰۸^{c}
	۵	۱/۲۱^{c}	۱/۸۶^{bcdef}	۰/۲۲۶^{b}	۱۲/۲۶^{def}	۱۵۴/۱۷^{b}	۱۸/۹۳^{d}
	۱۰	۱/۶۰^{a}	۱/۹۰^{abc}	۰/۲۰۰^{bc}	۲۲۸/۲۶^{a}	۱۵۵/۵۱^{b}	۵۸/۵۶^{ab}
	۱۵	۱/۵۵^{ab}	۱/۹۲^{ab}	۰/۲۳۵^{b}	۱۸/۴۷^{def}	۱۵۹/۴۲^{b}	۱۹/۳۶^{cd}
۹	۰	۱/۵۲^{ab}	۱/۸۳^{def}	۰/۱۷۶^{bc}	۲۷/۸۰^{def}	۹۹/۱۴^{e}	۱۷/۵۵^{d}
	۵	۱/۰۶^{cd}	۱/۸۲^{ef}	۰/۴۰۳^{a}	۳۴/۰۶^{cde}	۱۴۷/۷۱^{bc}	۶۲/۰۶^{a}
	۱۰	۱/۱۹^{c}	۱/۸۸^{abcd}	۰/۳۴۶^{a}	۳۵/۹۵^{cd}	۱۵۸/۵۹^{b}	۴۷/۶۰^{b}
	۱۵	۱/۶۳^{a}	۱/۹۴^{a}	۰/۲۳۶^{b}	۱۱۹/۵۶^{b}	۱۳۲/۸۸^{cd}	۶۱/۵۸^{a}

حروف غیرمشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیانگر اختلاف معنی‌دار است.

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط استفاده از آزومیت صفات رویشی گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد دارای وضعیت مطلوب‌تری بودند. ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی تحت تأثیر استفاده از این کود معدنی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت که علت آن وجود عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در آزومیت می‌باشد که باعث افزایش رشد گیاه شده است. آزومیت یک خاک طبیعی سرشار از مواد مغذی محلول در آب بوده که باعث افزایش سطح اکسین در گیاه و توسعه ریشه گیاه و جذب عناصر آلی و آب می‌شود (Palmer and Sharon, 2009). بنابراین آزومیت ممکن است مواد مغذی خاک و جذب آن را افزایش دهد و درنتیجه افزایش رشد در گیاه را به دنبال داشته باشد. کاربرد توأم آزومیت و ورمی‌کمپوست سبب بهبود صفات کمی نظیر طول میانگره، قطر ساقه و وزن خشک و تر ساقه و برگ گردید. هر چه مقدار ورمی‌کمپوست بیشتر شود میزان جذب و نگهداری آب در خاک و به‌تبع آن جذب آب از محلول خاک توسط گیاه بیشتر شده و این امر بر رشد سایر اندام‌ها به‌ویژه اندام‌های هوایی تأثیر می‌گذارد. نتایج این تحقیق نشان داد در تیمار توأم آزومیت و ورمی‌کمپوست محتوای رطوبت نسبی آب برگ به‌مراتب بیشتر از شاهد بود که می‌تواند دلیلی بر بهبود صفات کمی ذکرشده باشد (Ndegwa et al., 2000). احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Arancon et al., 2005) و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها (Arancon et al., 2004) باعث تجمع ازت توسط گیاه می‌شود و با افزایش ازت خصوصیات رشدی

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه افزایش می‌یابد. Joshi و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش میانگین ارتفاع گیاه، قطر ساقه، عملکرد کل اندام هوایی گندم نسبت به شاهد شد. نتایج تحقیق حاضر نیز هم‌راستای این موضوع بود و میزان ازت جذب‌شده گیاه تحت تیمار توأم آزومیت و ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش قابل‌توجهی داشت. اثرات مطلوب کاربرد ورمی‌کمپوست بر عملکرد بابونه (Anwar et al., 2005)، درمنه (Pandey, 2005)، ریحان (Shirzadi et al., 2014) و رازیانه (Darzi et al., 2009) گزارش شده است.

تحقیقات نشان داده است افزایش عناصر غذایی در خاک تیمار شده با ورمی‌کمپوست، با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو منجر به افزایش میزان فتوسنتز خالص در گیاه می‌گردد (Mullera et al., 2013). همچنین پتاسیم (که در تحقیق حاضر مقدار این عنصر در گیاه مرزه تحت تأثیر تیمار ورمی‌کمپوست افزایش یافت)، با فعال کردن آنزیم‌های درگیر با بیوسنتز نشاسته و پروتئین (بر اساس رابطه متابولیت‌های اولیه و ثانویه) در سنتز ترکیبات ثانویه از قبیل ترکیبات فنلی، مورداستفاده قرار می‌گیرد (Ghasemzadeh and Jaafar, 2011; Mullera et al., 2013). یافته‌های Ghasemzadeh و Jaafar (۲۰۱۱) در گیاه زنجبیل، مؤید این مطلب می‌باشد که با افزایش میزان فتوسنتز و رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوی ترکیبات فنلی و فلاونوییدی در این گیاه افزایش‌یافته، که به دنبال آن افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به همراه داشت. می‌توان اظهار داشت که یک ارتباط تنگاتنگ بین محتوای فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد و هم‌زمان با افزایش میزان ترکیبات فنلی، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز افزایش می‌یابد (Oktay et al., 2003; Wang et al., 2003). افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و به دنبال آن فتوسنتز خالص در استفاده از خاک معدنی آزومیت نیز مشخص‌شده است (Palmer and Sharon, 2009).

یکی از مزایای ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست معمولی غلظت قابل‌جذب بالای عناصری چون N، P و K می‌باشد که تحقیق حاضر مؤید این مطلب می‌باشد (Sathe, 2016). جذب ترکیبات نیتراته ازیک‌طرف و افزایش میزان عناصری نظیر آهن و منگنز در گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست از طرف دیگر، خود دلیلی برافزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه می‌باشد (Atiyeh et al., 2000). همان‌طور که از نتایج این آزمایش مشخص است استفاده توأم آزومیت و ورمی‌کمپوست موجب افزایش غلظت عناصری چون N، P، Fe، Zn و Mn در برگ گیاه مرزه گردید. بنابراین می‌توان اثر مثبت استفاده از آزومیت و ورمی‌کمپوست روی رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ را این‌گونه استنباط کرد که با توجه به اینکه عمده ترکیبات رنگدانه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند، همچنین نیتروژن ساختار اصلی تمامی آمینواسیدها در پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد که به‌عنوان ترکیبات ساختاری کلروپلاست فعالیت می‌کنند، درنهایت باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاه می‌گردد (Badr and Fekry, 1998). ازاین‌رو کاربرد کودهایی با نیتروژن بالا می‌تواند تا حد زیادی منجر به افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه گردد (Zgallai et al., 2006). علاوه بر این آزومیت حاوی مقدار زیادی سیلیکون می‌باشد (Palmer and Sharon, 2009). با استفاده از سیلیکون در ذرت تحت شرایط تنش شوری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش‌یافته است که می‌تواند نشان‌دهنده قابلیت سیلیکون در افزایش فتوسنتز باشد (Osakabe et al., 2014). گیاهان سیلیکون را به‌طور عمده به‌صورت سیلیسیلیک اسید جذب می‌کنند و میزان تجمع آن در گیاه به‌طور قابل‌توجهی از یک تا ۱۰ درصد وزن

www.SID.ir

Archive of SID

خشک در گونه‌های مختلف متفاوت است(Gong et al., 2003; Gottardi et al., 2012).

به نظر می‌رسد مصرف سیلیکون باعث جهت‌گیری برگ‌ها در مقابل آفتاب و درنتیجه افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود. این اثر مفید سیلیکون به تغییرات آناتومیکی به‌وسیله رسوب سیلیکون در دیواره سلولی نسبت داده‌شده است (Gottardi et al., 2012). در این مطالعه، افزایش میزان رطوبت نسبی برگ در استفاده از آزومیت و ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف مشاهده شد. Palmer و Sharon (۲۰۰۹) بیان داشته‌اند که اثر آزومیت در افزایش محتوای آب برگ می‌تواند به خاطر عناصر کلسیم (۳٪) و پتاسیم (۵٪) موجود در آن باشد. نقش این عناصر در حفظ تورژسانس و جذب آب به‌خوبی موردمطالعه قرارگرفته است (SaeedAkram et al., 2009).

به نظر می‌رسد افزودن ورمی‌کمپوست و آزومیت از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم (در تیمار ورمی‌کمپوست) در گیاه شد؛ همچنین باعث بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه سبب افزایش رشد، تسریع واکنش‌های متابولیسمی، افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌ها می‌شود (Palmer and Sharon, 2009; Khalesro et al., 2012). افزایش غلظت پتاسیم، به بهبود همزیستی مایکوریزایی که موجب گسترش و نفوذ مطلوب هیف‌های خارجی قارچ به منافذ باریک خاک شده و باعث می‌شود که حجم خاک قابل‌دسترس گیاه افزایش یابد و به دنبال آن جذب عنصری مانند پتاسیم که در لایه‌های پایین‌تر خاک قرار دارد، بیشتر شود (Azoon et al., 2003).

ورمی‌کمپوست به همراه آزومیت میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ گیاه را افزایش داد که با نتایج تحقیقات Khalesro و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه دارویی انیسون مطابقت دارد. در رابطه با افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده در اثر مصرف کودهای آلی ازجمله ورمی‌کمپوست توسط مرزه تابستانه، نتایج مشابهی توسط Salehi و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی بابونه گزارش‌شده است. آنان اظهار داشتند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیاه و درنتیجه افزایش غلظت فسفر جذب‌شده توسط گیاه می‌گردد. سایر تحقیقات اشاره‌کرده‌اند که به دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از ورمی‌کمپوست، میزان جذب عناصر غذایی ازجمله نیتروژن توسط گیاه افزایش می‌یابد (Eskandari and Astaraei, 2007). در همین زمینه محققان اعلام داشتند که به علت ویژگی‌های خاص ورمی‌کمپوست ازجمله وجود محرک‌های رشد در آن، ورمی‌کمپوست قادر به افزایش جذب غلظت نیتروژن در گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به کمپوست بوده و عملکرد بالاتری را تولید کرده است (Alikhani and Mohamadi, 2008). در مطالعه‌ای دیگر تأثیر مدیریت‌های مختلف کود آلی و زیستی بر روی گیاه دارویی مرزه موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست و بیوفسفات تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام‌های هوایی مرزه داشت (Naiji and Soori, 2015). افزایش غلظت فسفر و پتاسیم احتمالاً به سبب بهبود فعالیت بیولوژیکی خاک و آزادسازی عناصر موجود در خاک می‌باشد که این موضوع در تحقیق انجام‌شده بر روی گیاه بادرشبی نیز گزارش‌شده است که ورمی‌کمپوست در بهبود جذب عناصری نظیر نیتروژن، آهن و منگنز نقش مثبتی دارد

www.SID.ir

Archive of SID

(Mafakheri et al., 2012). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر افزایش غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف همچون آهن، روی و منگز تحت تیمار توأم آزومیت و ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بود. Ahmad Abadi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر شکل قابل‌جذب و میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در گیاه دارویی گاوزبان دارد. Chatiopadhyay و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌تنهایی سبب جذب مقدار بیشتری آهن، منگنز و روی توسط گیاهان در مقایسه با کاربرد اوره به‌تنهایی داشت. در آزمایش حاضر نیز جذب آهن و منگنز در سطح ۱۰ درصد و روی در سطح پایین ورمی‌کمپوست (۵ درصد) به همراه آزومیت افزایش یافت. Amjazi و Hamidpour (۲۰۱۲) نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست، غلظت آهن اندام هوایی گل آهار را نسبت به شاهد افزایش داد. Habashy و همکاران (۲۰۰۸) در یک آزمایش مزرعه‌ای گزارش کردند که تحت تأثیر کاربرد کمپوست آلی و قارچ میکوریزا در سطوح مختلف فسفر، غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف به‌طور معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش یافت. Kalantari و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که با کاربرد ۱ درصد ورمی‌کمپوست غلظت آهن و منگنز در اندام هوایی ذرت افزایش ولی غلظت روی و مس کاهش یافت. در تحقیق حاضر سطوح بالای آزومیت و ورمی‌کمپوست سبب کاهش میزان روی در برگ مرزه گردید. Amjazi و Hamidpour (۲۰۱۲) نیز کاهش جذب روی در تیمار ورمی‌کمپوست ۵ و ۱۰ درصد را در اندام هوایی گل آهار گزارش کرده‌اند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده تأثیر مثبت کود آلی ورمی‌کمپوست به همراه آزومیت در افزایش زیست‌توده، بهبود صفات بیوشیمیایی و جذب عناصر غذایی در مرزه تابستانه بود. کاربرد آزومیت (۳ گرم در کیلوگرم خاک) به همراه ورمی‌کمپوست در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد، ویژگی‌های رشدی گیاه و جذب عناصر معدنی را افزایش داد. درنتیجه، استفاده از کود زیستی ورمی‌کمپوست (در سطوح پایین) به همراه خاک معدنی آزومیت در جهت بهبود صفات کمی و کیفی مرزه به‌عنوان یک محصول ارگانیک در کشاورزی پایدار مفید می‌باشد. با توجه به‌ضرورت تولید این قبیل گیاهان در نظام‌های زراعی ازیک‌طرف و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار در تولید گیاهان دارویی مدنظر قرار گیرد. بااین‌وجود تحقیقات بیشتر و دقیق‌تری درزمینه احتمال سمیت سطوح بالای ورمی‌کمپوست و ایجاد شوری خاک در استفاده از این کود به‌عنوان کود زیستی مورد نیاز می‌باشد.

References

Aćimović, M.G., Dolijanović, Ž.K., Oljača, S.I., Kovačević, D.D. and Oljača, M.V. (2015). Effect of organic and mineral fertilizers on essential oil content in caraway, anise and coriander fruits. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 14(1): 95-103.

Ahmad, A.Z., Ghajar, S.M. and Bahmanyar, M.A. (2011). Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage (*Borago officinalis*). Journal of Crops Improvement. 13(2):1-12. (In Persian).

Alikhani, H.A. and Mohamadi, L. (2008). Comparison between physic-chemical characteristics of vermicompost and cold compost and their effects on growth indices in tomato. Iranian Journal of Agricultural Science. 39(1): 201-207. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Amjazi, H. and Hamidpour, M. (2012). Effects of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of *Zinnia elegans*. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 3 (2):79-87. (In Persian).

Ansarifar, M., Noormohamadi, G., Seyed Hadi, M.R.H. and Riazi, G. (2012). Effect of organic nutrients on flower yield and oil content of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Medicinal Plants and By-products. 2: 177- 181.

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S. (2005). Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36(13-14): 1737-1746.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, R. and Metzger, J.D. (2004). Effect of vermicompost produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Brioresource Technology. 93(2): 139-144.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. (2004). Influences of vermicompost on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology. 93(2): 145-153.

Arancon, N.Q., Galvis, P.A. and Edwards, C.A. (2005). Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicompost. Bioresource Technology. 96(10): 1137-1142.

Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. (2000). Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology. 75(3): 175-180.

Azcón, R., Ambrosano, E. and Charest, C. (2003). Nutrient acquisition in mycorrhizal lettuce plants under different phosphorus and nitrogen concentration. Plant Science. 165(5): 1137-1145.

Badr, L.A.A. and Fekry, W.A. (1998). Effect of intercropping and doses of fertilization on growth and productivity of taro and cucumber plants. 1-vegetative growth and chemical constituents of foliage. Zagazig Journal Agriculture Research. 25: 1087–101.

Bahrami, M., Rahgozar, R. and Ghanipour, M. (2016). Herben modifying gardening gardens - plant growth and reinforcement. Available online at: http://www.Herbban.com/.Accessed April 4. 2016. (In Persian).

Barrs, H.D. and Weatherley, P.E. (1962). A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Australian Journal of Biological Sciences. 15(3): 413-428.

Chatiopadhyay, N., Gupta, M.D. and Gupta, S.K. (1992). Effects of city waste compost and fertilizers on the growth, nutrient prate and yield of rice. Journal of the Indian Society of Soil Science. 40(3):464-468.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Rejali, F. (2009). The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 24(4): 396-413. (In Persian).

Darzi, M. T., Haj, S.H.M. and Rejali, F. (2011). Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 26(2): 452-465. (In Persian).

Darzi, M.T., Hadi, M.H.S. and Rejali, F. (2012). Effects of the application or vermicomposting and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill. Journal of Medicinal Plants Research. 6(21): 3793- 3799.

Eskandari, M. and Astaraei, A.R. (2007). Effects of various organic matters on growth characteristics and biomass production and seed yield of chickpea. Iranian Journal of Field Crops Research. 5(1): 19-27. (In Persian).

Ghasemzadeh, A. and Jaafar, H. (2011). Effect of CO_2 enrichment on synthesis of some primary and secondary metabolites in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). International Journal of Molecular Sciences. 12(2):1101-1114.

Godara, A.S., Gupta, U.S., Lal, G. and Singh, R. (2014). Influence of organic and inorganic source of fertilizers on growth, yield and economics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Seed Spices. 4(2): 77-80.

Gong, H.J., Chen, K.M., Chen, G.C., Wang, S.M. and Zhang, C.L. (2003). Effects of silicon on growth of wheat under drought. Journal Plant Nutrition. 26(5):1055-1063.

Gottardi, S., Iacuzzo, F., Tomasi, N., Cortella, G., Manzocco, L., Pinton, R., Romheld, V., Mimmo, T., Scampicchio, M., Dalla Costa, L. and Cesco, S. (2012). Beneficial effects of silicon on hydroponically grown corn salad

www.SID.ir

Archive of SID

(*Valerianella locusta* (L.) Laterr) plants. Plant Physiology and Biochemistry. 56: 14-23.

Guarda, G., Padovan, S. and Delogu, G. (2004). Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European Journal of Agronomy. 21(2): 181-192.

Habashy, N.R., El-Khair, A.W.A., and Zaki, R.N. (2008). Effect of organic and biofertilizers on phosphorus and some micronutrients availability in a calcareous soil. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 4(5): 545-552.

Imami, A. (1996). Plant decomposition methods. Technical Journal No. 982. Institute of Soil and Water Research. Tehran. 202 p. (In Persian).

Joshi, R., Vig, A.P. and Singh, J. (2013). Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. International Journal of Recycle in of Organic Waste in Agriculture. 2(1):16.

Kalantari, S., Ardalan, M.M., Alikhani, H.A. and Shorafa, M. (2011). Comparison of compost and vermicompost of yard Leaf manure and inorganic fertilizer on yield of corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 42(2):123–131.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93(3): 307-311.

Keles, Y. and Öncel, I. (2004). Growth and solute composition in two wheat species experiencing combined influence of stress conditions. Russian Journal of Plant Physiology. 51(2): 203-209.

Khalesro, S., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A. (2012). The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4): 551-560. (In Persian).

Kizilkaya, R. (2008). Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with Azotobacter chroococcum strains. Ecological Engineering. 33(2):150–156.

Leeke, G., Gaspar, F. and Santos, R. (2003). The effect of water on the solubility of essential oils in dense CO2. Journal of Essential oil Research. 15(3): 172-177.

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S. and Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma. 158(3-4): 173–180.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany. 78(3): 389-398.

Mafakheri, S., Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Rejali, F. (2012). Effect of vermicompost, biophosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27(4): 596-605. (In Persian).

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics. 21(4): 361-366.

Mirzaei, R., Kambozia, J., Sabahi, H. and Mahdavi, A. (2009). Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of Crops Researches. 7(1): 257-267. (In Persian).

Mollafilabi, A., Moodi, H., Rashed, M.H. and Kafi, M. (2009). Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L). In International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM. 853: 115-126.

Moon, J.H. and Terao, J. (1998). Antioxidant activity of caffeic acid and dihydrocaffeic acid in lard and human low-density lipoprotein. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46(12): 5062-5065.

Müller, 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

Mumivand, H., Nooshkam, A., Moseni, A. and Babalar, M. (2013). Influence of nitrogen and calcium carbonate application rates on nitrate accumulation and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Electronic Journal of Crop Production. 6(3): 109-124. (In Persian).

Naiji, M. and Souri, M.K. (2015). Evaluation of growth and yield of savory (Satureja

www.SID.ir

Archive of SID

hortensis) under organic and biological fertilizers toward organic production. Journal of the Plant Production. 38(3): 93-103. (In Persian)

Ndegwa, P.M., Thompson, S.A. and Das, K.C. (2000). Effects of stocking density and feeding rate vermicomposting of biosolids. Bioresource technology. 71(I):5-12.

Oktay, M., Gülçin, İ. and Küfrevioğlu, Ö.İ. (2003). Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (Foeniculum vulgare) seed extracts. LWT - Food Science and Technology. 36(2): 263–271.

Osakabe, Y., Osakabe, K., ShinozakiK, A. and Tran, L.S. (2014). 'Response of plants to water stress'. Frontiers in Plant Science. 5:1-8.

Palmer, R. and Sharon, D. (2009). 'Digging Into Soil Health'. Available at web site www.growerssecret.com today's Dietitican. Accessed 5 October 2012.

Pandey, R. (2005). Management of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics Phytoparasitica. 33(3): 304-308.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P. (2001). Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiological Research. 156(2): 145-149.

Rezvani Moghadam, P., Amin Ghafoori, A., Bakhshaei, S. and Jafari, L. (2013). Study the effects of biological and organic fertilizers on quantitative traits and essential oil of savoy (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology. 5(2): 105-112. (In Persian).

Rezvani Moghadam, P., Bakhshaei, S., Amin Ghafoori, A. and Jafari, L. (2014). Study the effects of fertilizers management on production of savoy (*Satureja hortensis* L.) in Mashad condition. Iranian Journal of Field Crop Research. 12(1): 27-33. (In Persian)

Akram, M.S., Ashraf, M. and Akram, N.A. (2009). 'Effectiveness of potassium sulphate in mitigating salt induced adverse effects on different physio-biochemical attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 204(6): 471-483.

Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, A. (2011). The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2): 188-201. (In Persian).

Sathe, T.V. (2016). Vermiculture and organic farming. Days publishing house, Delhi, India. 122p.

Sharma, A.K. (2002). Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 p.

Shirzadi, F., Ardakani, M.R. and Asadi Rahmani, H. (2014). Effect of biofertilizers on quantitative characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology. 6(3): 542-551. (In Persian).

Singh, M. and Wasnik, K. (2013). Effect of vermicompost and chemical fertilizer on growth, herb, oil yield, nutrient uptake, soil fertility, and oil quality of rosemary. Communications In Soil Science and Plant Analysis. 44(18): 2691-2700.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phoshomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16(3): 144-158.

Sinha, R.K., Valani, D., Chauhan, K. and Agarwal, S. (2010). Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development. 2(7): 113-128.

Wang, S.Y., Bunce, J.A. and Maas, J.L. (2003). Elevated carbon dioxide increases contents of antioxidant compounds in field-grown strawberries. Journals Agriculture Food Chemistry. 51(15): 4315–432

Yarrow, D. (2000). 'Mineral Restoration & Utah Rock Dust'. ACRES Magazine, A Voice for Ecology-Agriculture. 30: 14–17.

Zgallaï, H., Steppe, K. and Lemeur, R. (2006). Effects of different levels of water stress on leaf water potential, stomatal resistance, protein and chlorophyll content and certain anti oxidative enzymes in Tomato plants. Journal of Integrative Plant Biology. 48(6): 679-685.

www.SID.ir