

اثر سطوح مختلف کود آلی ورمی کمپوست 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

^۱گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲گروه خاکشناسی شرکت کشاورزی و دامپروری کاوندیش نیشابور، نیشابور، ایران

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

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۱۰

چکیده

ورمی کمپوست به‌عنوان کود زیستی، از طریق بهبود خصوصیات فیزیکیوشیمیایی 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 ورمی کمپوست 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 ۱۳۹۶ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل کود آلی ورمی کمپوست و آزومیت به‌ترتیب در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و (۰، ۳، ۶ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) و در سه تکرار انجام شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه‌فرعی، محتوای رطوبت نسبی، رنگیزه‌های فتوستتزی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنل کل و کربوهیدرات محلول و همچنین جذب عناصر غذایی بودند. نتایج نشان داد که استفاده توأم ورمی کمپوست و آزومیت به‌ویژه سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی کمپوست به همراه کاربرد ۳ گرم آزومیت در کیلوگرم خاک سبب افزایش معنی‌دار صفات رشدی گیاه از قبیل وزن تر و خشک برگ و ساقه، طول میانگره و قطر ساقه و صفات بیوشیمیایی نظیر محتوای رطوبت نسبی، میزان قند محلول و رنگیزه‌های فتوستتزی نسبت به گیاهان شاهد (عدم کاربرد ورمی کمپوست و آزومیت) گردید. برهمکنش بین ورمی کمپوست و آزومیت بر غلظت نیتروژن، فسفر، سدیم، آهن، روی و منگنز برگ مرزه تأثیر معنی‌داری داشت؛ به‌طوری‌که استفاده از ورمی کمپوست (سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد) همراه با آزومیت (در هر سه سطح) سبب افزایش قابل توجه غلظت این عناصر نسبت به شاهد گردید. همچنین مشاهده گردید که استفاده از ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست و خاک معدنی آزومیت می‌تواند باعث بهبود صفات کمی و کیفی و جذب عناصر غذایی در گیاه مرزه تابستانه شود.

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

کودهای زیستی مهم در کشاورزی پایدار، ورمی کمپوست می باشد. کاربرد ورمی کمپوست علاوه بر کمک به افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و با تولید هورمون های گیاهی سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شود (Arancon et al., 2004; Sinha et al., 2010). گزارشاتی از تأثیر مثبت ورمی کمپوست 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^۱ 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 منحصربه فرد با بیش از ۶۰ نوع عنصر شامل عناصر ماکرو و میکرو، دارای برخی عناصر کمیاب و نادر می باشد که به این وسیله خاک، اصلاح و احیا می شود. در مناطق پر بارش برخلاف کودهای شیمیایی که به راحتی از دسترس گیاه خارج می شوند این خاک معدنی با حفظ عناصر از این فرسایش جلوگیری می کند. همچنین ظرفیت بالای تبادل یونی آن باعث می گردد که خاک مقدار عناصر زیادی را در خود ذخیره نماید. مهم ترین خصوصیت خاک آزومیت جذب تدریجی و صددرصدی آن است. علاوه بر این

به کارگیری انواع کودهای آلی و یا شیمیایی به منظور 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 زمین های زراعی علاوه بر هزینه های اضافی، اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند. تغییرات اسیدیته و مقادیر کم اسید هیومیک خاک از اثرات کاربرد بی رویه کودهای شیمیایی می باشد. همچنین استفاده درازمدت از کودهای شیمیایی به سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می تواند 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 می شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می گیرد. مطالعات انجام شده درباره گیاهان دارویی در اکوسیستم های 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 می آورد (Darzi et al., 2009). بنابراین با توجه به اثرات زیست محیطی و مشکلات ناشی از کاربرد نهاده های شیمیایی، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع قابل جایگزین مانند کود آلی ورمی کمپوست می تواند ضمن افزایش عملکرد و نیز بهبود جذب عناصر غذایی، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکر شده 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 می گردد (Ratti et al., 2001; Sharma, 2002; Kapoor et al., 2004; Darzi et al., 2012). یکی از

جایگاه گیاه مرزه به عنوان یک گیاه دارویی و سبزی مهم، این آزمایش به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی و میزان عناصر معدنی این گیاه در واکنش به مصرف کود آلی ورمی کمپوست و خاک معدنی آزومیت طراحی شد.

مواد و روش ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کاربرد کود آلی ورمی کمپوست 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 ۱۳۹۶ اجرا شد. کود ورمی کمپوست مورد استفاده از کود گاوی با گونه کرم خاکی ایسینیا فتیدا در سیستم روباز تهیه شده بود که پس از خشک شدن در هوا و عبور از الک دو میلی متری، بعضی ویژگی های آن در آزمایشگاه آب و خاک آناهیتا طبق جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. کود معدنی آزومیت مورد استفاده در آزمایش بانام تجاری هربان در ایران که تنها در دنیا محصول آمریکایی بنام AZOMITE مشابه این محصول می باشد از شاهرود تهیه گردید. نتایج آنالیز عناصر موجود در خاک آزومیت مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول در چهار سطح شامل مقادیر مختلف کود ورمی کمپوست (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد خاک گلدان) و فاکتور دوم شامل استفاده از آزومیت با ۴ سطح (۰، ۳، ۶ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک گلدان) به صورت مخلوط با خاک قبل از کاشت بود. بذور مرزه در گلدان های از جنس پلاستیک به ارتفاع ۴۰ و قطر دهانه ۳۰ سانتی متری و دارای زهکشی مناسب در عمق یک سانتی متری خاک و در ۴ نقطه از گلدان در اوایل اردیبهشت ماه کاشته

برخلاف کودهای شیمیایی مواد مغذی را به آرامی، پیوسته و طبیعی آزاد می نماید و در اختیار گیاه قرار می دهد و گیاه در زمان نیاز از آن استفاده می نماید. به علاوه این ماده معدنی به دلیل داشتن pH طبیعی برخلاف کودهای شیمیایی در این زمینه اختلالی ایجاد نمی کند و به تنظیم pH خاک کمک می نماید (Yarrow, 2000; Bahrami et al., 2016). از دیگر ویژگی های مهم این محصول می توان به قابلیت آن در اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش میکروارگانیسم های مفید خاکزی، ظرفیت یونی بالا و حفظ رطوبت خاک اشاره کرد (Bahrami et al., 2016). نتایج مطالعات قبلی نشان می دهد که آزومیت به دلیل داشتن طیف کاملی از عناصر مفید باعث تولید محصولی با ارزش غذایی و سطح بریکس (قند) بالاتری نسبت به محصولاتی که از کود شیمیایی برای تولید آن استفاده شده است می گردد (Yarrow, 2000; Bahrami et al., 2016).

مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گیاهی علفی و یکساله از خانواده نعناعیان است (Mumivand et al., 2013). برگ ها و سرشاخه گل دار مرزه تابستانه با اثرات شناخته شده ضد نفخ، ضد دل درد، ضد تشنج، ضد انگل، مقوی معده، محرک و خلط آور مورد استفاده قرار می گیرد (Leake et al., 2003). همچنین از این گیاه در صنایع غذایی به عنوان طعم دهنده بهره گرفته می شود (Mahfouz and Rezvani, 2007). در مطالعه Moghadam و همکاران (۲۰۱۴) مدیریت های مختلف کودی بر روی مرزه تابستانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن ها نشان داد که کودهای زیستی تأثیر مثبت و معنی داری بر ویژگی های رشدی مرزه دارند و بین تیمارهای مختلف مورد استفاده، بیشترین تأثیر را کاربرد تلفیقی نیتروکسین و باکتری های حل کننده فسفات داشتند. با در نظر گرفتن اهمیت و

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

شاخص های رشد: صفات مورفولوژیکی و عملکردی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره، طول میانگره، قطر ساقه و وزن تر و خشک برگ و ساقه بررسی شدند.

محتوای کلروفیل (a, b, کلروفیل کل و کاروتنوئیدها): برای اندازه گیری کلروفیل a, b و کل و کاروتنوئیدها از روش Lutts و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد. در نهایت مقدار کلروفیل با استفاده از روابط زیر به دست آمد.

$$CHLa = 15.65A_{666} - 7.340A_{65}$$

$$CHLb = 27.05 A_{653} - 11.21 A_{666}$$

$$Carotenoid = (1000 * A_{470} - 2.860 * CHLa - 129.2 * CHLb) / 245$$

$$CHLt = CHLa + CHLb$$

میزان کلروفیل a: CHLa، میزان کلروفیل b: CHLb، کاروتنوئید کل: Carotenoid، کلروفیل کل: CHLt

فعالیت آنتی اکسیدانی: اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی (Antioxidant activity) عصاره برگ بر اساس روش Moon و Terao (۱۹۹۸) انجام شد. درصد بازداري از DPPH با مقایسه نمونه های عصاره و نمونه کنترل و استفاده از رابطه زیر به دست می آید:

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

جدول ۱: نتایج آنالیز و خصوصیات فیزیکوشیمیایی کود آلی ورمی کمپوست مورد استفاده

منگنز Mn (ppm)	آهن Fe (ppm)	روی Zn (ppm)	مس Cu (ppm)	کربن آلی %	هدایت الکتریکی EC (mmhos/cm)	اسیدیته pH	پتاسیم K ₂ O%	فسفر P ₂ O ₅ %	ازت کل N%	مشخصات مقدار
۴۰/۰۰	۲۰۲۵/۰	۹۲/۵۰	۱۴/۵۰	۲۴/۷۰	۲	۷/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۰	۱/۴۱	

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	۱۴
Al	۸۱۰۹۴	Cu	۲۵	S	۲۷۶۲
As	۶	Fe	۴۲۸۰۲	Se	<۰/۵
B	۱۵۰	Gd	۴/۰۱	Sn	۲/۶
Ba	۵۷۱	K	۴۶۰۵۸	Ti	۶۰۵۳
Be	۲/۱	La	۲۴	U	۲/۶
Bi	۰/۲	Mg	>۲%	V	۱۳۳
C	۱۶۰۰	Mn	۷۲۳	Zn	۷۳
Ca	۴۲۶۳۰	Mo	۰/۶۶	Zr	۷۶
Cd	۰/۲۳	Na	۴۷۰۹	N	۱/۶%
Ce	۵۲	Ni	۳۱	pH	۸/۰۵
Co	۱۴/۵	O	۶۳۲۵	EC	۱/۳۸ dsm
Cr	۸۰	P	۷۰۶	-	-

فصل کل و کربوهیدرات محلول: جهت اندازه‌گیری فصل کل از روش Singleton و Ross (۱۹۶۵) و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول از روش Keles و Öncel (۲۰۰۴) 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 (۱۹۶۲) استفاده گردید. برای تعیین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ از فرمول زیر استفاده شد:

$$RWC\% = [(FW-DW)/(TW-DW)] \times 100$$

عناصر غذایی: به منظور تعیین غلظت عناصر معدنی در برگ گیاه مرزه، نمونه‌های خشک‌شده در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) به وسیله 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 به جز ازت صورت پذیرفت. عناصر پتاسیم و سدیم با روش فلیم‌فتمتری 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 به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار JMP8 مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

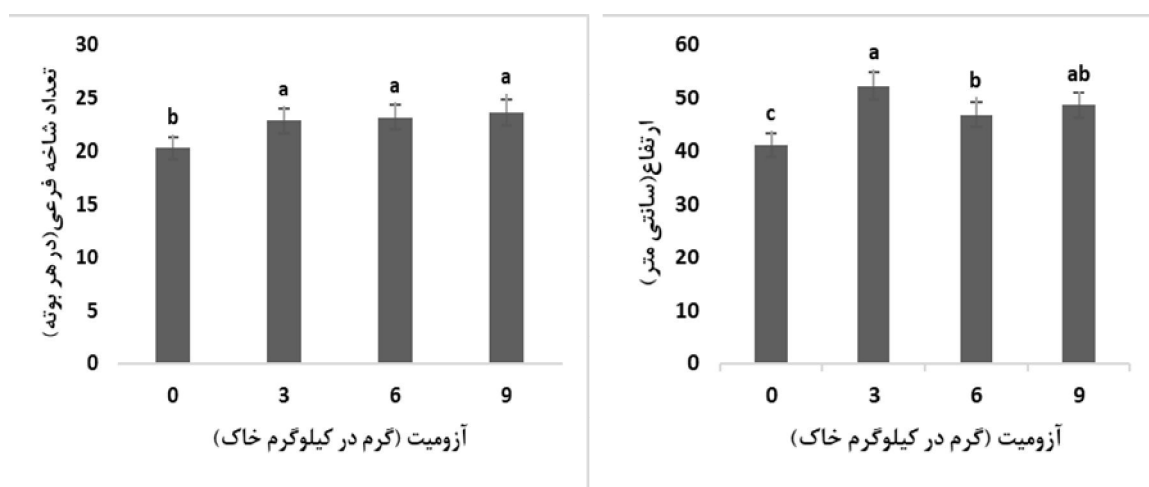
شاخص‌های رشدی: اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و آزمونیت به‌غیر از ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌فرعی و

تعداد گره در بقیه صفات مورفولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد. همچنین اثر ساده کاربرد آزمونیت بر روی ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد آزمونیت به‌عنوان یک مکمل معدنی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌فرعی نسبت به گیاهان شاهد (عدم کاربرد آزمونیت) در گیاه مرزه گردید. به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه با مقدار ۵۲/۳ سانتی‌متر مربوط به سطح ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزمونیت بود که تفاوت معنی‌داری با سطح ۹ گرم در کیلوگرم آن نداشت. تعداد شاخه‌فرعی گیاه با کاربرد آزمونیت نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی را نشان داد. سطوح مختلف آزمونیت (۳، ۶ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند (شکل ۱). بیشترین طول میانگره با کاربرد سطح ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه آزمونیت (سطوح ۳ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) حاصل شد. همچنین کمترین میزان این صفت مربوط به شاهد بود. قطر ساقه نیز با مقدار ۴/۵۷ میلی‌متر در تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزمونیت نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی نشان داد (جدول ۴). وزن تر و خشک برگ با افزایش میزان ورمی‌کمپوست به سطح ۱۵ درصد به همراه کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزمونیت افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد نشان داد. به طوری که میزان این صفات در این تیمار به ترتیب ۱۸/۳۱ و ۱۳/۵۵ گرم در بوته بود و در شاهد کمترین میزان به ترتیب ۸/۵۴ و ۳/۷۳ گرم در بوته مشاهده شد (جدول ۴). کاربرد ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزمونیت به ترتیب سبب افزایش ۶۵/۵۹ و ۶۴/۳۷ درصد وزن تر و خشک ساقه نسبت به شاهد (عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و آزمونیت) گردید (جدول ۴).

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

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	طول میانگره	قطر ساقه	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
آزومیت (A)	۳	۲۵۸/۰۷**	۲۵/۶۸**	۰/۶۹ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۱/۷۲**	۱۴۲/۱۷**	۱۷۶/۲۷**	۲۱/۲۰**	۳۷/۷۹**
ورمی کمپوست (V)	۳	۴/۵۶ ^{ns}	۲/۹۰ ^{ns}	۲/۴۷ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۳۱/۰۶**	۳۷/۷۷**	۴۶/۹۶**	۱۹/۶۰**
A*V	۹	۶۰/۴۰ ^{ns}	۱۱/۴۲ ^{ns}	۲/۱۲ ^{ns}	۱/۵۸**	۱/۰۱**	۳۵/۵۸**	۳۱/۵۱**	۱۴/۸۴**	۴۳/۲۶**
خطا	۳۲	۲۸/۶۳	۵/۳۵	۱/۰۴	۰/۳۲	۰/۱۷	۵/۹۴	۱/۵۱	۲/۴۵	۱/۱۷

^{ns}، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



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

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

۹۲/۸۹ درصد در کاربرد ۵ درصد ورمی کمپوست با ۶ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت حاصل شد که تفاوت معنی داری بین سطوح مختلف ورمی کمپوست در سطح ۶ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت برای این صفت وجود نداشت (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۱۰ درصد همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت سبب افزایش ۴ درصدی میزان کربوهیدرات محلول نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶).

صفات بیوشیمیایی: اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست و آزومیت بر میزان فنل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کربوهیدرات محلول، رنگیزه‌های فتوستتزی و محتوای رطوبت نسبی در سطح احتمال یک درصد معنی داری شد (جدول ۵). نتایج آزمایش حاضر بیانگر آن بود که کمترین میزان فنل کل و درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) به ترتیب با میزان ۷/۵۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۵۵/۷۱ درصد مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بیشترین مقدار فنل کل با کاربرد ۱۵ درصد ورمی کمپوست به همراه ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد آزومیت و ورمی کمپوست بر خصوصیات رشدی مرزه تابستانه.

آزومیت (g/Kg)	ورمی کمپوست (%)	طول میانگره (cm)	قطر ساقه (mm)	وزن تر برگ (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)
۰	۰	۳/۳۸ ^e	۲/۲۳ ^{ef}	۸/۵۴ ^h	۶/۸۴ ^h	۳/۷۳ ^g	۵/۳۸ ^g
۰	۵	۳/۷۰ ^{de}	۲/۱۶ ^f	۸/۸۲ ^{gh}	۵/۸۳ ^h	۵/۲۵ ^{fg}	۳/۶۳ ^h
۰	۱۰	۴/۳۴ ^{bcd}	۲/۳۰ ^{def}	۱۲/۲۹ ^{efg}	۷/۷۳ ^{gh}	۵/۶۳ ^f	۵/۷۰ ^g
۰	۱۵	۴/۴۸ ^{bcd}	۲/۴۱ ^{cdef}	۹/۲۷ ^{gh}	۸/۹۳ ^{fg}	۶/۵۵ ^{ef}	۵/۴۰ ^g
۳	۰	۴/۲۹ ^{bcd}	۲/۷۵ ^{bcd}	۱۷/۵۲ ^{abc}	۱۱/۱۸ ^{de}	۱۰/۲۳ ^{bc}	۸/۵۹ ^{def}
۳	۵	۴/۸۹ ^{ab}	۲/۶۸ ^{bcd}	۱۴/۰۶ ^{de}	۱۹/۸۷ ^a	۵/۴۵ ^f	۱۱/۶۴ ^b
۳	۱۰	۴/۸۳ ^{ab}	۴/۵۷ ^a	۹/۶۱ ^{fgh}	۹/۵۲ ^{efg}	۶/۶۳ ^{ef}	۵/۰۷ ^g
۳	۱۵	۵/۵۳ ^a	۲/۷۶ ^{bcd}	۱۸/۳۱ ^a	۱۹/۸۸ ^a	۱۳/۵۵ ^a	۱۵/۱۰ ^a
۶	۰	۴/۲۸ ^{bcd}	۲/۳۶ ^{def}	۱۵/۱۲ ^{cde}	۱۱/۳۹ ^{de}	۱۱/۲۸ ^{ab}	۷/۵۳ ^f
۶	۵	۴/۵۸ ^{bcd}	۲/۹۸ ^{bcd}	۱۶/۸۴ ^{bcd}	۱۲/۳۸ ^{cd}	۹/۹۱ ^{bcd}	۷/۸۵ ^{ef}
۶	۱۰	۴/۷۲ ^{abc}	۲/۲۴ ^{ef}	۱۴/۱۹ ^{de}	۹/۸۳ ^{ef}	۸/۳۶ ^{cde}	۷/۴۳ ^f
۶	۱۵	۴/۳۳ ^{bcd}	۲/۸۳ ^{bcd}	۱۴/۱۳ ^{de}	۱۱/۱۷ ^{de}	۷/۴۱ ^{def}	۱۰/۶۷ ^{bc}
۹	۰	۳/۸۳ ^{cde}	۳/۰۹ ^{bc}	۱۷/۷۸ ^{ab}	۱۷/۰۵ ^b	۱۰/۷۵ ^{bc}	۸/۴۵ ^{def}
۹	۵	۴/۰۳ ^{bcd}	۳/۳۱ ^b	۱۳/۴۴ ^{def}	۱۹/۲۲ ^a	۶/۵۷ ^{ef}	۱۱/۷۴ ^b
۹	۱۰	۳/۷۰ ^{de}	۲/۹۲ ^{bcd}	۱۵/۳۹ ^{cde}	۱۳/۷۳ ^c	۷/۳۹ ^{def}	۸/۴۹ ^{def}
۹	۱۵	۵/۶۲ ^a	۲/۷۷ ^{bcd}	۱۶/۰۶ ^{bcd}	۱۱/۹۹ ^{cd}	۶/۸۶ ^{ef}	۱۰/۸۸ ^{bc}

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

درصد ورمی کمپوست به همراه کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت تفاوت معنی داری را در میزان کلروفیل کل نشان ندادند (جدول ۶). میزان رطوبت نسبی برگ در گیاه مرزه تابستانه با کاربرد ورمی کمپوست و خاک معدنی آزومیت افزایش یافت. به طوری که کمترین محتوای رطوبت نسبی با میزان ۵۶/۱ درصد مربوط به شاهد بود. همچنین استفاده از سطوح ۵ و ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت سبب افزایش این صفت به ترتیب به مقدار ۹۶/۱۵ و ۹۶/۲۳ درصد گردید (جدول ۶).

همان طور که در جدول ۶ مشاهده می شود بیشترین میزان رنگیزه های فتوسنتزی مرزه در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت به دست آمد. به طوری که بیشترین میزان کلروفیل a، کارنوئیدها و کلروفیل کل به ترتیب با مقدار ۱۸/۹۹، ۴/۴۱ و ۳۲/۲۸ میلی گرم در گرم وزن تر در تیمار ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت حاصل شد. بالاترین مقدار کلروفیل b (۱۴/۹۹ میلی گرم در گرم وزن تر) نیز در تیمار کاربرد ۱۰ درصد ورمی کمپوست به همراه ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت بود. لازم به ذکر است سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵

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

میانگین مربعات									
محتوای	درجه آزادی	فنل کل	فعالیت آنتی اکسیدانی	کربوهیدرات محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتونیدها	کلروفیل کل	رطوبت نسبی (RWC)
آزومیت (A)	۳	۶/۰۲ ^{ns}	۶۵۳/۰۷ ^{**}	۰/۰۰۰۱ ^{**}	۴/۷۳ ^{ns}	۸۸/۷۹ ^{**}	۷/۲۱ ^{**}	۱۵۸/۱۵ ^{**}	۱۵۸۲/۶۴ ^{**}
ورمی - کمپوست (V)	۳	۳/۹۲ ^{ns}	۱۰۱/۶۳ ^{**}	۰/۰۰۰۰۰۸ ^{**}	۲۹/۶۰ [*]	۱۰۵/۷۹ ^{**}	۱/۳۵ ^{**}	۲۷۷/۳۳ ^{**}	۵۹۸/۴۶ ^{**}
A*V	۹	۱۰/۸۶ ^{**}	۴۵۵/۳۱ ^{**}	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{**}	۷۶/۹۹ ^{**}	۳۸/۰۴ ^{**}	۲/۳۳ ^{**}	۹۰/۱۸ ^{**}	۲۴۴/۵۰۷ ^{**}
خطا	۳۲	۲/۳۶	۹/۷۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۷/۰۹	۳/۶۴	۰/۱۱	۵/۵۳	۳۸/۶۸

^{ns}، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶: مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد آزومیت و ورمی کمپوست بر صفات بیوشیمیایی مرزه تابستانه

آزومیت (g/kg)	ورمی کمپوست (%)	فنل (mg/g FW)	آنتی اکسیدانت (%)	قند (mg/g FW)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کارتونیدها (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	RWC (%)
۰	۰	۷/۵۷ ^g	۵۵/۷۱ ^f	۰/۲۴ ^{cde}	۵/۵۰ ^h	۳/۱۷ ^{gh}	۲/۲۱ ^{hi}	۱۰/۸۹ ^f	۵۶/۱۰ ⁱ
۰	۵	۷/۹۱ ^{fg}	۶۴/۰۹ ^c	۰/۲۴ ^{defg}	۷/۲۷ ^{gh}	۰/۹۶ ^h	۱/۷۵ ⁱ	۹/۹۹ ^f	۷۰/۶۴ ^{gh}
۱۰	۱۰	۸/۶۳ ^{efg}	۸۸/۴۹ ^{ab}	۰/۲۳ ^g	۸/۶۷ ^{gh}	۷/۱۷ ^{def}	۱/۱۴ ^j	۱۶/۹۹ ^c	۷۲/۰۶ ^{efgh}
۱۵	۱۵	۹/۶۴ ^{cdefg}	۸۴/۱۹ ^b	۰/۲۴ ^c	۹/۸۱ ^{defgh}	۵/۰۷ ^{fg}	۳/۳۰ ^{def}	۱۸/۱۹ ^{de}	۶۴/۴۵ ^{hi}
۳	۰	۱۱/۶۵ ^{abc}	۷۴/۶۲ ^{cd}	۰/۲۴ ^{cdef}	۱۴/۶۶ ^{bc}	۶/۹۶ ^{def}	۳/۸۹ ^{abc}	۲۵/۵۳ ^{bc}	۹۰/۸۰ ^b
۳	۵	۱۲/۴۵ ^{ab}	۶۲/۸۹ ^c	۰/۲۴ ^b	۱۷/۰۹ ^b	۱۱/۲۸ ^{bc}	۴/۲۴ ^{ab}	۳۲/۶۱ ^a	۹۶/۱۵ ^a
۳	۱۰	۱۰/۴۶ ^{bcddef}	۷۸/۱۷ ^c	۰/۲۵ ^a	۱۴/۵۸ ^{bc}	۱۴/۹۹ ^a	۳/۷۰ ^{bcde}	۳۳/۲۷ ^a	۷۷/۶۵ ^{defg}
۳	۱۵	۱۳/۸۶ ^a	۷۱/۷۴ ^d	۰/۲۴ ^b	۱۸/۹۹ ^a	۸/۸۸ ^{cde}	۴/۴۱ ^a	۳۲/۲۸ ^a	۹۶/۲۳ ^a
۶	۰	۱۱/۴۸ ^{abcd}	۹۰/۷۶ ^a	۰/۲۳ ^{fg}	۱۰/۳۴ ^{cdefg}	۱۳/۲۱ ^b	۳/۱۸ ^{efg}	۲۶/۷۴ ^b	۸۱/۶۵ ^{cdef}
۶	۵	۱۰/۰۷ ^{bcdefg}	۹۲/۸۹ ^a	۰/۲۴ ^{defg}	۱۰/۶۷ ^{cdefg}	۶/۰۴ ^{efg}	۳/۵۵ ^{cdef}	۲۰/۲۸ ^{de}	۷۷/۳۰ ^{defg}
۶	۱۰	۸/۹۶ ^{defg}	۹۰/۵۰ ^a	۰/۲۴ ^{cd}	۱۱/۹۷ ^{cdef}	۵/۹۱ ^{efg}	۴/۰۲ ^{abc}	۲۱/۹۱ ^{cd}	۶۳/۴۰ ^{hi}
۶	۱۵	۱۱/۴۴ ^{abcd}	۹۰/۱۳ ^a	۰/۲۳ ^{efg}	۱۳/۶۷ ^{bcd}	۹/۲۴ ^{cd}	۱/۶۷ ^{ig}	۲۴/۵۸ ^{bc}	۸۱/۹۳ ^{cde}
۹	۱	۱۰/۲۷ ^{bcddef}	۷۳/۰۱ ^{cd}	۰/۲۴ ^{cde}	۸/۸۹ ^{efgh}	۵/۸۱ ^{efg}	۳/۷۵ ^{bcd}	۱۸/۴۷ ^{de}	۶۸/۱۳ ^{gh}
۹	۲	۸/۸۵ ^{efg}	۷۷/۸۴ ^c	۰/۲۳ ^{fg}	۱۳/۱۴ ^{bcd}	۸/۰۷ ^{def}	۳/۱۳ ^{fg}	۲۴/۳۵ ^{bc}	۷۱/۷۶ ^{efgh}
۹	۳	۱۰/۶۴ ^{bcd}	۹۱/۵۵ ^a	۰/۲۳ ^{fg}	۱۴/۰۲ ^{bcd}	۶/۲۰ ^{defg}	۴/۳۲ ^a	۲۴/۵۵ ^{bc}	۷۱/۴۶ ^{fgh}
۹	۴	۱۰/۸۳ ^{bcd}	۹۰/۶۵ ^a	۰/۲۳ ^{efg}	۹/۹۶ ^{defg}	۷/۴۲ ^{def}	۲/۶۸ ^{gh}	۲۰/۰۷ ^{de}	۸۶/۸۰ ^{bcd}

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

کلسیم و کلر در بقیه عناصر غذایی در سطح احتمال یک درصد معنی داری شد. همچنین اثر ساده کاربرد ورمی کمپوست بر میزان پتاسیم و منیزیم مرزه در

عناصر غذایی: نتایج تجزیه واریانس میزان عناصر غذایی برگ مرزه نشان داد که اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست و آزومیت به غیر از پتاسیم، منیزیم،

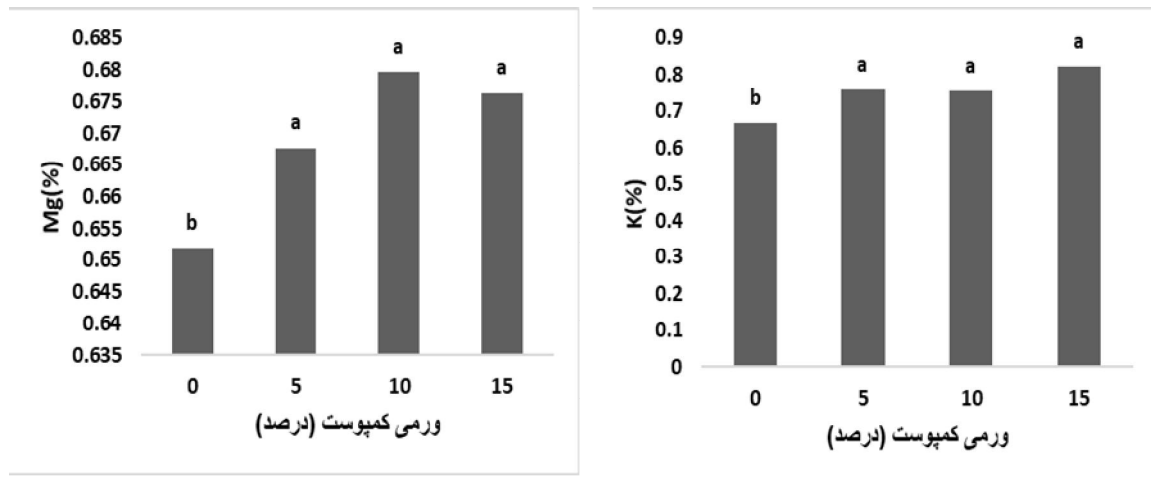
و ۰/۳۴ درصد به ترتیب در تیمارهای ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت، ۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۰ درصد ورمی کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم آزومیت مشاهده گردید. همان طور که مشاهده می شود استفاده بیش از اندازه ورمی کمپوست خطر شور شدن خاک را به دنبال خواهد داشت (جدول ۸). بیشینه مقدار آهن موجود در برگ گیاه مرزه تابستانه با مقادیر ۲۴۸/۹۱ و ۲۲۸/۲۶ میلی گرم در کیلوگرم مربوط به تیمارهای کاربرد ۱۰ درصد ورمی کمپوست همراه با ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۰ درصد ورمی کمپوست همراه با ۶ گرم در کیلوگرم آزومیت بود. همچنین کمترین مقدار این عنصر در شاهد با مقدار ۷/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم مشاهده گردید. سطوح مختلف ورمی کمپوست (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 ورمی کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم آزومیت با مقدار ۱۹۴/۸۱ میلی گرم 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 ورمی کمپوست همراه با کاربرد ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت به ترتیب با مقدار ۶۲/۰۶ و ۵۸/۶۱ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد که تیمارها تفاوت معنی داری با همدیگر نداشتند (جدول ۸).

سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۷). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد میزان جذب این عناصر توسط گیاه مرزه با افزایش سطوح ورمی کمپوست به همراه آزومیت سیر صعودی داشت. به طوری که بیشینه جذب نیتروژن را تیمارهای ۱۰ درصد ورمی کمپوست همراه با کاربرد ۳ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت، ۱۰ درصد ورمی کمپوست همراه با ۶ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت و ۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت داشتند. میزان نیتروژن جذب شده در این تیمارها به ترتیب ۱/۶۳، ۱/۶۰ و ۱/۶۳ درصد بود. کمترین میزان نیتروژن با مقدار ۰/۸۷ درصد در شاهد مشاهده گردید. بیشترین میزان جذب فسفر مربوط به سطوح بالای تیمارها (۱۵ درصد ورمی کمپوست همراه با ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت) به مقدار ۱/۹۴ درصد بود (جدول ۸). اثر ساده ورمی کمپوست بر این عناصر در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان دهنده اثر مثبت کاربرد کود آلی ورمی کمپوست بر میزان پتاسیم و منیزیم جذب شده توسط گیاه بود. سطوح مختلف ورمی کمپوست سبب افزایش قابل توجه این عناصر نسبت به شاهد گردید. به طوری که سه سطح به کار برده شده ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) تفاوت معنی داری با همدیگر در افزایش جذب پتاسیم و منیزیم نداشتند (شکل ۲). سطوح ۳، ۶ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک آزومیت باعث افزایش معنی دار میزان منیزیم نسبت به تیمار شاهد شدند. لازم به ذکر است این سطوح تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳). بیشترین میزان سدیم با مقدار ۰/۳۶، ۰/۴۰

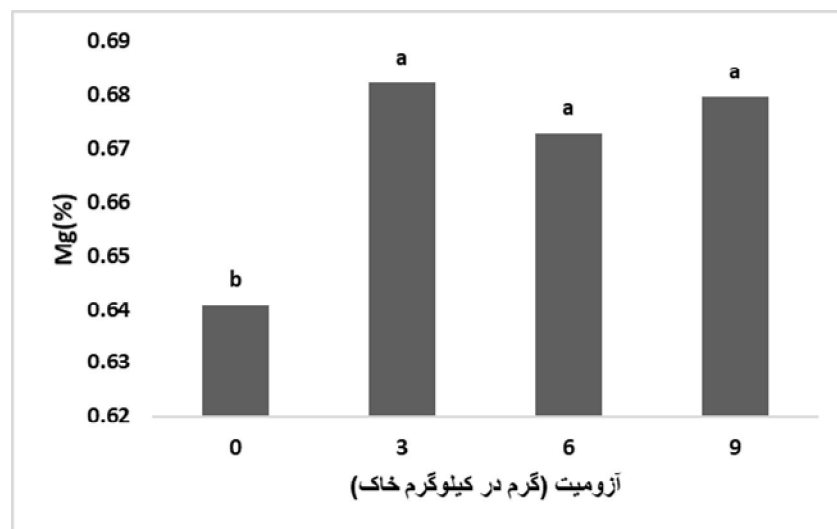
جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی کمپوست و آزومیت بر عناصر غذایی مرزه تابستانه

میانگین مربعات											
منگنز	روی	آهن	سدیم	کلر	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۹۶۲/۲۰**	۵۲۲۹۶/۳۸**	۱۱۳۱۷/۵۲**	۰/۰۲۵۲**	۰/۰۳۷۴ ^{NS}	۰/۰۰۹۷ ^{NS}	۰/۰۰۴۳**	۰/۰۰۷۹ ^{NS}	۰/۰۱۳۸**	۰/۱۵۵۹**	۳	آزومیت (A)
۱۳۸۲/۱۳**	۹۷۰۶/۹۹**	۳۱۴۷۵/۵۷**	۰/۰۱۵۳**	۰/۱۴۷۸ ^{NS}	۰/۰۱۱۵ ^{NS}	۰/۰۰۱۸**	۰/۰۴۸۸**	۰/۰۲۰۲**	۰/۴۵۹۸**	۳	ورمی کمپوست (V)
۸۳۷/۰۲**	۳۷۹۶/۰۴**	۱۴۷۰۴/۴۹**	۰/۰۱۶۳**	۰/۲۰۱۲ ^{NS}	۰/۰۲۵۸ ^{NS}	۰/۰۰۰۳ ^{NS}	۰/۰۱۰۲ ⁿ	۰/۰۱۱۶**	۰/۱۰۷۱**	۹	A*V
۶۹/۰۷	۱۳۰/۸	۲۶۳/۲	۰/۰۰۲۸	۰/۱۷۴۷	۰/۰۱۹۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۱۳	۳۲	خطا

^{NS} و ^{**}، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد



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

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

Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Na %	P %	N %	VER %	AZO g/kg
۱۲/۸۷ ^d	۱/۹۷ ^f	۷/۰۴ ^f	۰/۱۸۶ ^{bc}	۱/۸۱ ^f	۰/۸۷ ^e	۰	
۱۸/۲۸ ^d	۶/۳۲ ^f	۱۷/۲۶ ^{def}	۰/۱۳۵ ^c	۱/۶۶ ^h	۱/۱۳ ^{cd}	۵	
۱۷/۶۶ ^d	۶/۱۲ ^f	۱۶/۴۸ ^{def}	۰/۲۰۶ ^{bc}	۱/۸۲ ^{ef}	۱/۱۶ ^{cd}	۱۰	
۱۹/۴۵ ^{cd}	۴/۱۵ ^f	۱۹/۵۰ ^{def}	۰/۲۱۰ ^{bc}	۱/۷۴ ^g	۱/۴۰ ^b	۱۵	
۱۷/۷۶ ^d	۵/۵۶ ^f	۳۳/۲۶ ^{cdef}	۰/۱۸۶ ^{bc}	۱/۸۲ ^{ef}	۱/۱۴ ^{cd}	۰	
۸/۶۰ ^d	۱۹۴/۸۱ ^a	۵۸/۴۰ ^c	۰/۱۶۶ ^{bc}	۱/۸۹ ^{abc}	۱/۲۱ ^c	۵	۳
۵۸/۵۳ ^{ab}	۱۳۳/۴۲ ^{cd}	۲۴۸/۹۱ ^a	۰/۱۷۶ ^{bc}	۱/۸۵ ^{cdef}	۱/۶۳ ^a	۱۰	
۱۶/۲۲ ^d	۱۲۰/۹۵ ^d	۷/۹۵ ^{ef}	۰/۳۶۳ ^a	۱/۸۷ ^{bcde}	۱/۸۷ ^{bcde}	۱۵	
۳۳/۰۸ ^c	۱۳۴/۹۱ ^{cd}	۱۹/۱۷ ^{def}	۰/۱۶۵ ^{bc}	۱/۸۳ ^{def}	۱/۰۱ ^{de}	۰	
۱۸/۹۳ ^d	۱۵۴/۱۷ ^b	۱۲/۲۶ ^{def}	۰/۲۲۶ ^b	۱/۸۶ ^{bcdef}	۱/۲۱ ^c	۵	
۵۸/۵۶ ^{ab}	۱۵۵/۵۱ ^b	۲۲۸/۲۶ ^a	۰/۲۰۰ ^{bc}	۱/۹۰ ^{abc}	۱/۶۰ ^a	۱۰	۶
۱۹/۳۶ ^{cd}	۱۵۹/۴۲ ^b	۱۸/۴۷ ^{def}	۰/۲۳۵ ^b	۱/۹۲ ^{ab}	۱/۵۵ ^{ab}	۱۵	
۱۷/۵۵ ^d	۹۹/۱۴ ^e	۲۷/۸۰ ^{def}	۰/۱۷۶ ^{bc}	۱/۸۳ ^{def}	۱/۵۲ ^{ab}	۰	
۶۲/۰۹ ^a	۱۴۷/۷۱ ^{bc}	۳۴/۰۶ ^{cde}	۰/۴۰۳ ^a	۱/۸۲ ^{ef}	۱/۰۶ ^{cd}	۵	
۴۷/۶۰ ^b	۱۵۸/۵۹ ^b	۳۵/۹۵ ^{cd}	۰/۳۴۶ ^a	۱/۸۸ ^{abcd}	۱/۱۹ ^c	۱۰	۹
۶۱/۵۸ ^a	۱۳۲/۸۸ ^{cd}	۱۱۹/۵۶ ^b	۰/۲۳۶ ^b	۱/۹۴ ^a	۱/۶۳ ^a	۱۵	

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

بحث

میانگه، قطر ساقه و وزن خشک و تر ساقه و برگ گردید. هر چه مقدار ورمی کمپوست بیشتر شود میزان جذب و نگهداری آب در خاک و به تبع 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 ورمی کمپوست محتوای رطوبت نسبی آب برگ به‌مراتب بیشتر از شاهد بود که می‌تواند دلیلی بر بهبود صفات کمی ذکر شده باشد (Ndegwa et al., 2000). احتمالاً خواص شیمیایی و فیزیکی هیومیک اسید موجود در ورمی کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Arancon et al., 2005) و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها (Arancon et al., 2004) باعث تجمع ازت توسط گیاه می‌شود و با افزایش ازت خصوصیات رشدی

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 قابل ملاحظه‌ای 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 در نتیجه افزایش رشد در گیاه را به دنبال داشته باشد. کاربرد توأم آزومیت و ورمی کمپوست سبب بهبود صفات کمی نظیر طول

خاک معدنی آزومیت نیز مشخص شده است (Palmer and Sharon, 2009).

یکی از مزایای ورمی کمپوست نسبت به کمپوست معمولی غلظت قابل جذب بالای عناصری چون P, N و K می باشد که تحقیق حاضر مؤید این مطلب می باشد (Sathe, 2016). جذب ترکیبات نیتراته از یک طرف و افزایش میزان عناصری نظیر آهن و منگنز در گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست از طرف دیگر، خود دلیلی برافزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه می باشد (Atiyeh et al., 2000). همان طور که از نتایج این آزمایش مشخص است استفاده توأم آزومیت و ورمی کمپوست موجب افزایش غلظت عناصری چون P, N, Fe, Zn و Mn در برگ گیاه مرزه گردید. بنابراین می توان اثر مثبت استفاده از آزومیت و ورمی کمپوست روی رنگیزه های فتوسنتزی برگ را این گونه استنباط کرد که با توجه به اینکه عمده ترکیبات رنگدانه های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند، همچنین نیتروژن ساختار اصلی تمامی آمینو اسیدها در پروتئین ها و چربی ها می باشد که به عنوان ترکیبات ساختاری کلروپلاست فعالیت می کنند، در نهایت باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاه می گردد (Badr and Fekry, 1998). از این رو کاربرد کودهایی با نیتروژن بالا می تواند تا حد زیادی منجر به افزایش میزان رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه گردد (Zgallai et al., 2006). علاوه بر این آزومیت حاوی مقدار زیادی سیلیکون می باشد (Palmer and Sharon, 2009). با استفاده از سیلیکون در ذرت تحت شرایط تنش شوری میزان رنگیزه های فتوسنتزی افزایش یافته است که می تواند نشان دهنده قابلیت سیلیکون در افزایش فتوسنتز باشد (Osakabe et al., 2014). گیاهان سیلیکون را به طور عمده به صورت سیلیسیلیک اسید جذب می کنند و میزان تجمع آن در گیاه به طور قابل توجهی از یک تا ۱۰ درصد وزن

گیاه افزایش می یابد. Joshi و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش میانگین ارتفاع گیاه، قطر ساقه، عملکرد کل اندام هوایی گندم نسبت به شاهد شد. نتایج تحقیق حاضر نیز هم راستای این موضوع بود و میزان ازت جذب شده گیاه تحت تیمار توأم آزومیت و ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی داشت. اثرات مطلوب کاربرد ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست، با افزایش فعالیت آنزیم رویسکو منجر به افزایش میزان فتوسنتز خالص در گیاه می گردد (Mullera et al., 2013). همچنین پتاسیم (که در تحقیق حاضر مقدار این عنصر در گیاه مرزه تحت تأثیر تیمار ورمی کمپوست افزایش یافت)، با فعال کردن آنزیم های درگیر با بیوسنتز نشاسته و پروتئین (بر اساس رابطه متابولیت های اولیه و ثانویه) در سنتز ترکیبات ثانویه از قبیل ترکیبات فنلی، مورد استفاده قرار می گیرد (Ghasemzadeh and Jaafar, 2011; Mullera et al., 2013). یافته های Ghasemzadeh و Jaafar (۲۰۱۱) در گیاه زنجبیل، مؤید این مطلب می باشد که با افزایش میزان فتوسنتز و رنگیزه های فتوسنتزی، محتوی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در این گیاه افزایش یافته، که به دنبال آن افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی را به همراه داشت. می توان اظهار داشت که یک ارتباط تنگاتنگ بین محتوای فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد و هم زمان با افزایش میزان ترکیبات فنلی، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نیز افزایش می یابد (Oktay et al., 2003; Wang et al., 2003). افزایش میزان رنگیزه های فتوسنتزی و به دنبال آن فتوسنتز خالص در استفاده از

ورمی کمپوست به همراه آزومیت میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ گیاه را افزایش داد که با نتایج تحقیقات Khaledro و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه دارویی انیسون مطابقت دارد. در رابطه با افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب شده در اثر مصرف کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست توسط مرزه تابستانه، نتایج مشابهی توسط Salehi و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه دارویی بابونه گزارش شده است. آنان اظهار داشتند که مصرف ورمی کمپوست از طریق بهبود فراهم کردن جذب عناصر غذایی و فعالیت میکروبی خاک، باعث افزایش بیوماس گیاه و در نتیجه افزایش غلظت فسفر جذب شده توسط گیاه می‌گردد. سایر تحقیقات اشاره کرده‌اند که به دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از ورمی کمپوست، میزان جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن توسط گیاه افزایش می‌یابد (Eskandari and Astarai, 2007). در همین زمینه محققان اعلام داشتند که به علت ویژگی‌های خاص ورمی کمپوست از جمله وجود محرک‌های رشد در آن، ورمی کمپوست 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 مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ورمی کمپوست 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 انجام شده بر روی گیاه بادرشبی نیز گزارش شده است که ورمی کمپوست در بهبود جذب عناصری نظیر نیتروژن، آهن و منگنز نقش مثبتی دارد

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 در نتیجه افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود. این اثر مفید سیلیکون به تغییرات آناتومیکی به وسیله رسوب سیلیکون در دیواره سلولی نسبت داده شده است (Gottardi et al., 2012). در این مطالعه، افزایش میزان رطوبت نسبی برگ در استفاده از آزومیت و ورمی کمپوست در سطوح مختلف مشاهده شد. Sharon و Palmer (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 به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته است (SaeedAkram et al., 2009).

به نظر می‌رسد افزودن ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست) 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 متابولسمی، افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌ها می‌شود (Palmer and Sharon, 2012; Khaledro et al., 2009). 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 قابل دسترس گیاه افزایش یابد و به دنبال آن جذب عنصری مانند پتاسیم که در لایه‌های پایین‌تر خاک قرار دارد، بیشتر شود (Azoon et al., 2003).

روی در برگ مرزه گردید. Amjazi و Hamidpour (۲۰۱۲) نیز کاهش جذب روی در تیمار ورمی کمپوست ۵ و ۱۰ درصد را در اندام هوایی گل آهار گزارش کرده‌اند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده تأثیر مثبت کود آلی ورمی کمپوست به همراه آزومیت در افزایش زیست توده، بهبود صفات بیوشیمیایی و جذب عناصر غذایی در مرزه تابستانه بود. کاربرد آزومیت (۳ گرم در کیلوگرم خاک) به همراه ورمی کمپوست در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد، ویژگی‌های رشدی گیاه و جذب عناصر معدنی را افزایش داد. در نتیجه، استفاده از کود زیستی ورمی کمپوست (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 به ضرورت تولید این قبیل گیاهان در نظام‌های زراعی از یک طرف 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. باین وجود تحقیقات بیشتر و دقیق‌تری در زمینه احتمال سمیت سطوح بالای ورمی کمپوست و ایجاد شوری خاک در استفاده از این کود به‌عنوان کود زیستی مورد نیاز می‌باشد.

(Mafakheri et al., 2012). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر افزایش غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف همچون آهن، روی و منگنز تحت تیمار توأم آزومیت و ورمی کمپوست نسبت به شاهد بود. Ahmad Abadi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که کاربرد ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر شکل قابل جذب و میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در گیاه دارویی گاوزبان دارد. Chatiopadhyay و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که کاربرد ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست (۵ درصد) به همراه آزومیت افزایش یافت. Amjazi و Hamidpour (۲۰۱۲) نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست، 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 ورمی کمپوست غلظت آهن و منگنز در اندام هوایی ذرت افزایش ولی غلظت روی و مس کاهش یافت. در تحقیق حاضر سطوح بالای آزومیت و ورمی کمپوست سبب کاهش میزان

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 physico-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).

- 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. Bioresource 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.Herbba.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.
- Chatipadhyay, 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 Astarai, 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 CO₂ 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

- (*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).
- Najji, M. and Souiri, M.K. (2015).** Evaluation of growth and yield of savory (*Satureja*

- 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(1):5-12.
- Oktaç, 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., Shinozaki, K. 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 Dietitian. 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 phoshomolybdc-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.
- Zgallai, 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.