

اثر ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر میزان عناصر غذایی کم مصرف گیاه و خاک پس از برداشت ریحان سبز (*Ocimum basilicum L.*)

مریم موسی پور^۱، محمد فیضیان^{۲*}، زهره بوالحسینی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۳)

چکیده

خشکی یک از رایج‌ترین تنش‌های غیر زنده می‌باشد. با کاربرد کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست، اثرات منفی تنش‌های آبی کاهش می‌یابد. به همین علت آزمایشی با هدف بررسی اثر ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر میزان عناصر غذایی کم مصرف گیاه و خاک پس از برداشت ریحان، به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل و ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی لرستان انجام گرفت. عامل اول شامل چهار سطح ورمی کمپوست (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک) و عامل دوم شامل سه سطح رطوبتی (ظرفیت مزرعه، ۷۵ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) بود. نتایج نشان داد بیشترین وزن خشک اندام هوایی در سطح بدون تنش رطوبتی و کاربرد ۳۰ گرم ورمی کمپوست در کیلوگرم خاک (۵/۹ گرم در گلدان) مشاهده شد. بیشترین غلظت آهن اندام هوایی (۶۵/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) در بالاترین سطح تنش (۵۵ درصد رطوبت مزرعه) و ۳۰ گرم ورمی کمپوست و بیشترین غلظت مس اندام هوایی (۸/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) در سطح تنش رطوبتی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه و کاربرد ۲۰ گرم ورمی کمپوست وجود داشت. با افزایش تنش رطوبتی، غلظت روی و منگنز اندام هوایی گیاه نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت. در سطح تنش رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه و کاربرد ۳۰ گرم ورمی کمپوست، بیشترین غلظت آهن (۳/۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و روی (۲/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در خاک پس از برداشت مشاهده شد. همچنین با افزایش تنش رطوبتی میزان غلظت عناصر مس و منگنز در خاک پس از برداشت افزایش معنی‌داری یافت. با توجه به اثر مثبت کاربرد ورمی کمپوست در کاهش اثر سوء تنش آبی بر وزن خشک و غلظت عناصر غذایی ریحان، می‌تواند کود مناسبی جهت افزایش عملکرد گیاه ریحان در شرایط تنش رطوبتی باشد.

واژه های کلیدی: تنش رطوبتی، عناصر کم‌مصرف، ریحان، کود آلی

موسی پور م.، فیضیان م.، بوالحسینی ز. ۱۴۰۲. اثر ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر میزان عناصر غذایی کم مصرف گیاه و خاک پس از برداشت ریحان سبز (*Ocimum basilicum L.*). تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۱، شماره ۱. صفحه ۱۰۰-۱۱۱.

۱ - دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲ - دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (مکانه کننده)

۳ - دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

* پست الکترونیک: feizian.m@lu.ac.ir

مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیر-زنده متعددی کاهش می‌یابد. تنش خشکی از بحرانی‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان و کاهش تولید محصول شناخته شده است (Bowden *et al.*, 2010). در شرایط کمبود آب، فتوسنتز و سطح برگ و در نتیجه رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Mizan Zadeh & Immam, 2010). گراهام و وب (Webb & Graham, 1991) گزارش کردند کاهش جریان توده‌ای آب در اثر تنش رطوبتی سبب اختلال در جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود. کاهش رطوبت خاک در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان، نقش مهمی در تحمل آن‌ها به تنش رطوبتی دارد (Samarah *et al.*, 2004). در کشاورزی، علاوه بر تأثیر مهم آبیاری بر مقدار تولید، استفاده بهینه از کود نیز در تولید نهایی حائز اهمیت است. تغذیه مناسب گیاه تحت شرایط تنش می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل تنش‌های محیطی کمک کند. تولید ورمی کمپوست روشی نوین در جهت تبدیل ضایعات آلی به مواد قابل استفاده می‌باشد. در این فرآیند از گونه‌های معین کرم خاکی مانند جنس ایزینیا فتیدا (*Eisenia fetida*) برای تثبیت ضایعات آلی استفاده می‌شود (Sallaku, 2009). این گونه از کرم‌های خاکی قادرند به‌طور خاص در مواد آلی در حال تجزیه زندگی کنند و این مواد را به ترکیباتی غنی از مواد مغذی قابل دسترس برای گیاهان در خاک ایجاد کنند (Beyk Khurmizi *et al.*, 2010). مصرف کودهای آلی به خصوص ورمی کمپوست، به دلیل داشتن ماهیت آلی، علاوه بر تأمین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی را به دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت بالای ذخیره آب، داشتن هورمون‌های مختلف مانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه، افزایش داده و منبع خوبی برای حاصلخیزی خاک محسوب شود (Arancon *et al.*, 2005). براساس پژوهشی در ارتباط با تأثیر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم مصرف در خاک تحت کشت گیاه گاوزبان مشاهده گردید افزودن سطح ۴۰ تن در هکتار با تأثیر بر شکل قابل جذب این عناصر بر میزان غلظت آنها در خاک و گیاه اثر معنی‌دار داشت (Ahmadabadi *et al.*, 2012).

ریحان با نام علمی (*Ocimum basilicum L.*) از گیاهان بومی آسیا است که تیره نعنائیان قرار می‌گیرد. ارتفاع ساقه این گیاه می‌تواند به ۶۰ سانتیمتر برسد. مصرف خوراکی ریحان برگ و سرشاخه‌های جوان آن می‌باشد. ریحان گیاهی است روزبلند و حساس به سرما که به خوبی در خاک‌های مرطوب با زهکش مناسب و در نور کامل خورشید و هوای گرم رشد می‌کند. این گیاه در خاک‌های با بافت میانه و هوموس فراوان رشد خوبی دارد (Ozcan, 2005). اسانس و عصاره استخراج شده از جنس‌های مختلف گیاه ریحان در صنایع دارویی، غذایی، عطرسازی و بهداشتی استفاده می‌شود (Makari & Kintzios, 2008). در گزارشی با بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش رطوبتی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیوشیمیایی سه رقم ریحان نشان داد، تنش رطوبتی تأثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف داشت (Moghadam *et al.*, 2015). محمدنیا و همکاران (Mohamania *et al.*, 2018) نیز گزارش کردند تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع، وزن تر و خشک گیاه، و ویژگی‌های گیاه ریحان شد. احمدپور و حسن‌زاده (Ahmadpour & HassanZadeh, 2017) با بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر صفات مورفولوژیکی گیاه عدس در شرایط تنش رطوبتی گزارش کردند کاربرد مقادیر ۱۵ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست در خاک، افزایش معنی‌داری در کلیه صفات مورد مطالعه در شرایط بدون تنش داشت، و در شرایط تنش زیاد افزایش سطح ورمی-کمپوست افزایش معنی‌داری بر وزن تر و خشک اندام هوایی و غلظت برخی عناصر غذایی داشت. باتوجه به اینکه سطح زیادی از خاک‌های کشور دچار بحران کم‌آبی هستند و مقدار ماده آلی آن‌ها کمتر از حد بهینه است در این تحقیق به بررسی اثرات سطوح مختلف ورمی-کمپوست بر برخی ویژگی‌های شیمیایی گیاه و خاک پس از برداشت گیاه ریحان تحت تنش خشکی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر غلظت برخی از عناصر غذایی کم مصرف در گیاه و خاک پس از برداشت گیاه ریحان آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام پذیرفت. تیمارها شامل ۴ سطح

عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم (Olsen *et al.*, 1954)، پتاسیم قابل استفاده خاک با استفاده از عصاره‌گیر استات-آمونیم و قرائت با دستگاه فلیم فتومتر (Knudsen *et al.*, 1982)، غلظت عناصر کم مصرف (آهن، مس، روی و منگنز) با عصاره‌گیری به روش دی‌تی‌پی تعیین گردید (جدول ۱). برای اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست، پس از هواخشک کردن و غربال با الک ۲ میلی‌متری، pH و EC در نسبت ۱:۵ کود به آب، نیتروژن و ماده آلی مانند روش‌های صورت گرفته برای خاک، فسفر به روش کو (Kuo, 1996)، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز به روش هضم خشک و حل کردن خاکستر در اسید کلریدریک دو نرمال و قرائت توسط دستگاه جذب اتمی انجام شد (جدول ۲).

کودی ورمی‌کمپوست (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم خاک) و سه سطح رطوبتی (ظرفیت مزرعه، ۷۵ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) در نظر گرفته شد. برای تهیه خاک گلدان، از خاک سطحی مزرعه‌ای واقع در دانشکده کشاورزی لرستان نمونه‌برداری انجام شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH به روش عصاره گل‌اشباع با استفاده از دستگاه pH متر (Thomas, 1996)، EC عصاره گل‌اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Rhoades *et al.*, 1996)، کلسیم معادل با روش خنثی‌سازی با اسید و تیتراژ با سود (Richards, 1954)، درصد کربن آلی به روش هضم تر (Nelson & Sommers, 1982)، بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee *et al.*, 1986)، نیتروژن کل به روش کلدال (Bremner, 1996)، فسفر قابل استفاده به روش

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Some physicochemical properties of the soil

Mn	Cu	Zn	Fe	K _{ava}	P _{ava}	N	O.C	CaCO ₃	Clay	Silt	Texture	EC	pH
(mg.kg ⁻¹)						(%)			-	dS.m ⁻¹	-		
7.17	1.46	1.03	5.1	280	21	0.08	0.9	28.5	22	31	Loam	0.72	7.6

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده

Table 2. Some chemical properties of the vermicompost

Mn	Cu	Zn	Fe	P	K	N	O.C	C/N	EC	pH
(mg kg ⁻¹)				(%)					dS.m ⁻¹	
360.7	70.8	239.5	4223	0.85	1.2	1.6	17	10.62	13.2	7.61

گلدان‌ها اضافه شد. برای هر گلدان بذرها ریخته به تعداد ۱۰ عدد در عمق یک سانتی‌متری قرار داده شد و سپس با آب شهری در حد ظرفیت مزرعه آبیاری گردید. ۲ هفته پس از کشت، گلدان‌ها تنک گردید و تعداد ۵ شاخه در هر گلدان باقی ماند. در ماه اول رشد، رطوبت گلدان‌ها با توزین روزانه در حد ظرفیت مزرعه نگه داشته شد. در ماه دوم کشت (سه هفته قبل از برداشت) تیمارهای مورد نظر تحت تاثیر تنش‌های رطوبتی مذکور قرار گرفتند. به این صورت که هر روز وزن تمام گلدان‌ها اندازه‌گیری و با مقایسه وزن اولیه هر گلدان (وزن روز آبیاری) با وزن روزانه آن مقدار رطوبت موجود محاسبه شد و جهت جبران کمبود آب خاک، آبیاری (براساس تیمارها) انجام شد. ۸ هفته پس از کاشت اندام هوایی گیاه برداشت شد و پس از شست و شو با آب مقطر و هوا خشک

به منظور اعمال سطوح کودی مورد نظر ابتدا خاک هر گلدان (سه کیلوگرم) وزن گردید و با سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست مخلوط گردید. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و بر اساس نتایج آزمون خاک اولیه (جدول ۱) نیتروژن از منبع کود اوره (۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) عناصر آهن، منگنز و روی هر کدام به میزان ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و به ترتیب از منابع آهن سولفات آهن، سولفات منگنز و سولفات روی و عنصر مس به میزان ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و از منبع سولفات مس و به صورت محلول به‌طور یکنواخت به خاک اولیه همه کیسه‌ها اضافه شدند و پس از خشک شدن با خاک مخلوط گردید. نیتروژن در دو نوبت به طور مساوی (۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) قبل از کاشت و ۴ هفته بعد از جوانه زنی بذرها به خاک

رطوبتی بر غلظت برخی عناصر غذایی کم مصرف در گیاه و خاک پس از برداشت ریحان سبز، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و مقایسه میانگین به روش چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

عوامل گیاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تنش رطوبتی و سطوح مختلف ورمی کمپوست بر وزن خشک، غلظت آهن، روی، مس و منگنز اندام هوایی مثبت و معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تنش رطوبتی و سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک، غلظت آهن و مس معنی‌دار شد در حالیکه بر روی منگنز و روی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

کردن، در دمای ۷۲ درجه سلسیوس تا زمان رسیدن به وزن خشک ثابت توزین گردید. جهت تجزیه‌های شیمیایی یک گرم از ماده خشک گیاهی را وزن کرده و در بوتله چینی به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا خاکستر شود. سپس در اسیدکلریدیک ۲ نرمال حل و پس از صاف کردن با آب مقطر به حجم رسانده شد. سپس غلظت عناصر آهن، مس، روی و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. همچنین جهت تجزیه خاک مقدار مورد نیاز از خاک هر گلدان برداشته شد و پس از هوا خشک کردن مورد آزمایش قرار گرفته شد. جهت اندازه‌گیری عناصر آهن، روی، مس و منگنز خاک از روش‌های ذکر شده در قسمت مواد و روش استفاده گردید. پس از انجام آزمایش‌ها برای بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و تنش

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تنش رطوبتی و ورمی کمپوست بر برخی صفات گیاه

Table 3. Analysis of variance of the effect of moisture stress and vermicompost on some plant traits

Source of variation	DF	Mean square				
		Dry weight	Mn	Cu	Zn	Fe
Moisture stress	2	45.41**	2841**	41.19**	1.359**	850.7**
Vermicompost	3	7.02**	956**	5.384**	28.54**	596.8**
Moisture stress×Vermicompost	6	0.731*	13.52 ^{ns}	1.022*	2.716 ^{ns}	25.26*
Error	24	0.264	37.05	0.370	2.639	8.462
C.V. (%)		7.23	21.08	9.27	6.11	6.25

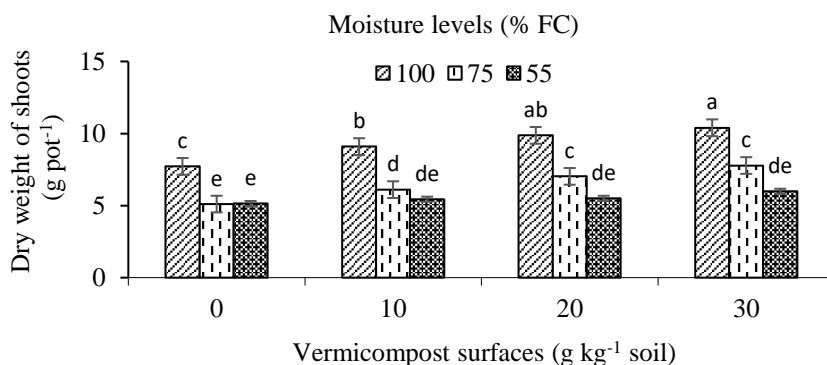
** معنی‌دار در سطح (p<0.01)، * معنی‌دار در سطح (p<0.05)، ^{ns} عدم معنی‌دار بودن

** Significant at the level (p < 0.01), * Significant at the level (p < 0.05), ns Lack of significance

گرم در کیلوگرم خاک ورمی کمپوست و کمترین آن در شرایط تنش رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه و بدون کاربرد ورمی کمپوست مشاهده گردید. در حالیکه با برخی سطوح تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۱).

وزن خشک اندام هوایی

اعمال تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی ریحان گردید. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در شرایط بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) و سطح کودی ۳۰



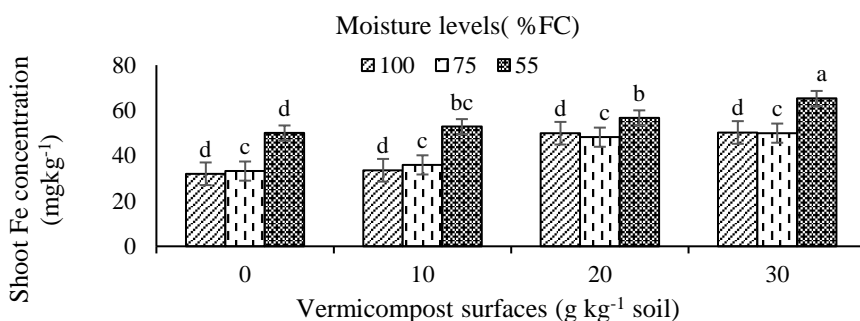
نمودار ۱- اثر متقابل سطوح رطوبتی و ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی ریحان (گرم در گلدان)
Figure 1. Interaction of moisture levels and vermicompost on the dry weight of Basil shoots (g pot⁻¹)

درصد ورمی کمپوست و کمترین وزن خشک اندام هوایی (۱۰/۳۲) در تیمار شاهد مشاهده گردید، که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

غلظت آهن و مس در اندام هوایی

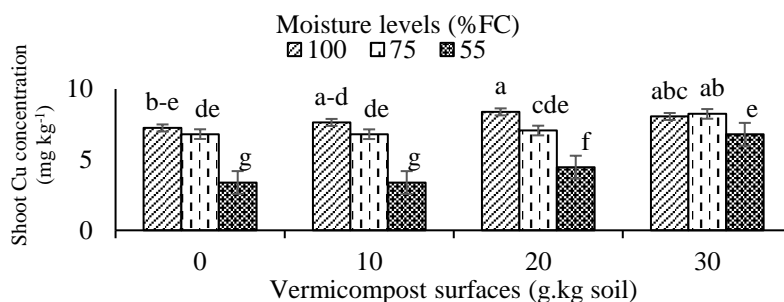
نتایج نشان داد بیشترین غلظت آهن در تیمار تنش رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه و کارد ۳۰ گرم ورمی-کمپوست در کیلوگرم خاک به دست آمد. در حالیکه کمترین غلظت آهن در تیمار عدم کاربرد تنش رطوبتی و عدم کاربرد ورمی کمپوست مشاهده گردید. هر چند از لحاظ آماری با برخی تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد (نمودار ۲).

تنش خشکی و کاهش مقدار آب قابل دسترس گیاه سبب کاهش وزن خشک گیاهان می گردد (et al., 2013). در گزارشی مشاهده گردید تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی ریحان شد، بطوریکه بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی ریحان به ترتیب در تنش رطوبتی ۱۰۰ و ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده گردید (Zarei et al., 2019). به نظر می رسد کود ورمی کمپوست با افزایش رشد گیاه از طریق تامین عناصر غذایی مورد نیاز باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه شده است. رحمانیان و همکاران (Rahmanian et al., 2017) گزارش کردند بیشترین وزن خشک اندام هوایی ریحان (۳۳/۸۹) در اثر کاربرد ۲۰



نمودار ۲- اثر متقابل سطوح رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت آهن اندام هوایی ریحان (میلی گرم در کیلوگرم)

Figure 2. Interaction of moisture levels and vermicompost on Basil shoot Fe concentration (mg kg⁻¹) همانطور که ذکر شد تنش خشکی سبب افزایش غلظت عنصر آهن در اندام هوایی شد. افزایش غلظت آهن گیاه تحت تنش خشکی را می توان به اثر فاکتور رقت مرتبط دانست. مطالعات زارع و همکاران (Zare et al., 2016) نشان داد با افزایش تنش خشکی غلظت آهن اندام هوایی



نمودار ۳- اثر متقابل سطوح رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت مس اندام هوایی ریحان (میلی گرم در کیلوگرم)

Figure 3. Interaction of moisture levels and vermicompost on Cu concentration of Basil shoots (mg kg⁻¹)

آهن و روی و افزایش قابلیت جذب این عناصر از خاک می باشد. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین غلظت مس اندام هوایی در سطح بدون تنش رطوبتی و کاربرد ۲۰

مصرف افزایش یافته و باعث می شود گیاه مقدار بیشتری از این عناصر را جذب نماید. یکی از دلایل افزایش عملکرد گیاهان با مصرف کودهای آلی در نتیجه تشکیل کلات

سطح ویژه بالایی کود آلی و افزایش قابلیت جذب این عناصر دانستند (Jamali et al., 2015).

غلظت منگنز و روی اندام هوایی

نتایج به دست آمده (جدول ۴) نشان داد کاربرد سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم ورمی کمپوست در کیلوگرم خاک، به ترتیب غلظت منگنز اندام هوایی را به مقدار ۱۴/۵۱، ۱۵/۵۴ و ۳۳/۱۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. هر چند از نظر آماری بین سطوح ۱۰ و ۲۰ گرم ورمی کمپوست تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همچنین در سطح رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه، غلظت منگنز اندام هوایی گیاه به میزان ۲۹/۱۹ درصد به طور معنی داری را در مقایسه با شاهد کاهش یافت. در این تحقیق به نظر می رسد که با افزایش جذب آهن در شرایط تنش خشکی و به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین آهن و منگنز، غلظت منگنز و جذب آن توسط گیاه کاهش یافته است (Mirnia & Habibzadeh, 2006;).

گرم ورمی کمپوست در کیلوگرم خاک مشاهده شد. که با برخی سطوح دیگر از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشت. همچنین کمترین غلظت مس در سطح تنش رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه و عدم کاربرد ورمی کمپوست مشاهده شد. که این میزان غلظت مس با سطح رطوبتی ۵۵ درصد و کاربرد ۱۰ گرم ورمی کمپوست در کیلوگرم خاک، از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت (نمودار ۳). با کاهش میزان رطوبت خاک، دسترسی گیاه به عناصر غذایی کم مصرف چون آهن، روی، مس و منگنز در خاک کاهش می یابد. از طرفی می توان این گونه بیان کرد افزایش جذب آهن توسط گیاه، در اثر افزایش تنش خشکی، سبب کاهش جذب مس و کاهش غلظت آن در برگ و اندام هوایی شده است. رفعتی و همکاران (Rafati et al., 2004) کاهش غلظت عناصر غذایی کم مصرف را در برگ گیاه ذرت تحت شرایط تنش خشکی گزارش کردند، که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد. در گزارشی دیگر کاربرد کود آلی سبب افزایش غلظت عناصر کم- مصرف در اندام هوایی ریحان شد. آنان علت این امر را

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت منگنز و روی اندام هوایی

Table 4. Mean Comparison of the main effects of moisture stress and vermicompost on Mn and Zn concentration on shoots

Treatment	Moisture levels	Zn	Mn
		concentration	concentration
		(mg kg ⁻¹)	
(% FC) Moisture levels	100	27.50±0.64 ^a	99.41±2.46 ^{a*}
	75	20.51±0.61 ^b	93.77±3.79 ^a
	55	16.71±0.68 ^c	70.39±2.94 ^b
Vermicompost (g kg ⁻¹ Soil)	0	19.40±1.74 ^b	75.86±4.79 ^c
	10	20.92±1.94 ^b	86.87±4.5 ^b
	20	22.58±1.36 ^a	87.66±4.89 ^b
	30	23.40±1.55 ^a	101.05±5.02 ^a

* در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می باشند. اعداد مقابل داده ها، خطای استاندارد داده ها را در سه تکرار نشان می دهند.

In each column means followed by the same letters are not significant different according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$
The numbers after data show Standard Error of data in three replications.

افزایش داد. هر چند از نظر آماری بین سطوح ۲۰ و ۳۰ گرم ورمی کمپوست تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). عناصر روی و آهن در جذب و انتقال به بخش های گوناگون گیاه با یکدیگر رقابت می کنند. به طوری که غلظت های بالای آهن می تواند از جذب روی توسط گیاه جلوگیری کند. از آن جا که افزایش تنش رطوبتی باعث افزایش غلظت آهن اندام هوایی شده است، این عامل

در سطوح رطوبتی ۷۵ و ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه، میانگین غلظت روی اندام هوایی به صورت معنی داری کاهش یافت. بطوری که در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۵/۴۱ و ۳۹/۲۳ درصد کاهش عنصر روی مشاهده گردید. کاربرد سطوح ۲۰ و ۳۰ گرم ورمی کمپوست در کیلوگرم خاک، غلظت روی اندام هوایی را به ترتیب به میزان ۱۶/۳۹ و ۲۰/۶۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد

خاک

عوامل خاکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر غلظت آهن، روی، منگنز و مس خاک مثبت و معنی‌دار شد (جدول ۴). درحالی‌که اثر متقابل آن‌ها تنها بر غلظت آهن و روی معنی‌دار شد و اثر معنی‌داری بر غلظت مس و منگنز خاک نداشت (جدول ۵).

شرایط کاهش غلظت روی را ایجاد کرده است. حکیم زاده و همکاران (Hakimzade *et al.*, 2019) گزارش کردند در سطح تنش رطوبتی ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه مصرف کودآلی منجر به افزایش معنی‌دار غلظت روی در اندام هوایی سورگوم در مقایسه با تیمار شاهد شد، درحالی‌که در تنش ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه مصرف کودآلی تفاوت معنی‌دار در غلظت روی اندام هوایی در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد نکرد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تنش رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر کم‌مصرف در خاک پس از برداشت ریحان

Table 4. Analysis of variance of the effect of water stress and vermicompost on the concentration of trace elements in the soil after harvesting basil

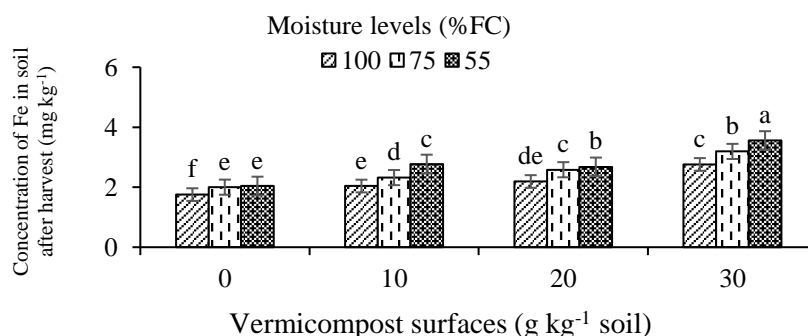
Source of variation	DF	Mean square			
		Mn	Cu	Zn	Fe
Moisture stress	2	9.010**	0.093*	0.731**	1.016**
Vermicompost	3	6.135**	0.087*	2.688**	2.367**
Moisture stress×Vermicompost	6	0.574 ^{ns}	0.016 ^{ns}	0.179**	0.051*
Error	24	0.287	0.021	0.023	0.014
C.V. (%)		5.11	10.39	9.45	4.75

** معنی‌دار در سطح (p<0.01)، * معنی‌دار در سطح (p<0.05)، ^{ns} عدم معنی‌دار بودن

را در شرایط تنش رطوبتی و کمترین مقدار عناصر کم مصرف را در شرایط بدون تنش نشان دادند (Paygazar *et al.*, 2009) و یانگ و همکاران (Yanga *et al.*, 2015) بر این باورند غلظت بالای عناصر کم‌مصرف مانند آهن در ورمی کمپوست یکی از دلایل افزایش غلظت آن‌ها در خاک می‌باشد. در گزارشی دیگر بیشترین میزان آهن قابل جذب در خاک برای گیاه کاهو با مصرف ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده گردید (Hosseinpour *et al.*, 2015).

غلظت آهن و روی در خاک پس از برداشت

اثرات متقابل تنش رطوبتی و سطوح مختلف ورمی- کمپوست بر غلظت آهن خاک پس از برداشت نشان داد، بیشترین و کمترین غلظت آهن خاک به ترتیب در تیمار کودی ۳۰ گرم بر کیلوگرم ورمی کمپوست + تنش رطوبتی ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه و تیمار شاهد (بدون کاربرد کود و سطح رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) مشاهده گردید (نمودار ۴). کاهش رشد گیاه در اثر تنش رطوبتی از عوامل مهم در کاهش جذب عناصر کم مصرف از جمله آهن می‌باشد. مطالعات انجام شده، بیشترین غلظت عناصر

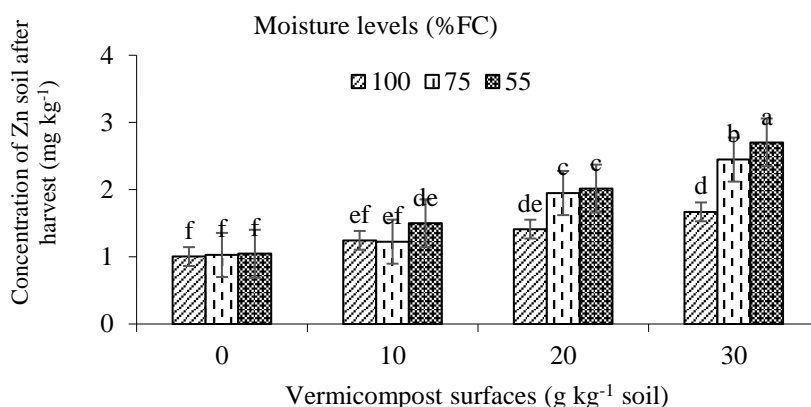


نمودار ۴- اثر متقابل سطوح رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت آهن در خاک پس از برداشت

figure 4. The interaction of moisture levels and vermicompost on the concentration of iron in the soil after harvest

گیاه کاهش یافته و سبب افزایش غلظت آن در خاک تخریب بر اثر مستقیم با تحت کاربرد کود شد. خشکی آزاد، موجب تولید رادیکال‌های و فتوسنتزی دستگاه غشا به و می شود گیاهان کاهش عملکرد و اکسیداتیو تنش گیاهان به غیرمستقیم، سبب کاهش دسترسی طور (Baghbani *et al.*, 2017) می‌شود خاک غذایی عناصر (Hosseinpour *et al.*, 2015) مطالعات حسین‌پور و همکاران (نشان داد بیشترین مقدار روی قابل جذب در اثر 2015 کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده گردید.

اثر متقابل سطوح مختلف ورمی کمپوست و تنش رطوبتی بر غلظت عنصر روی خاک نشان داد، بیشترین مقدار روی در تیمار کودی ۳۰ گرم بر کیلوگرم با شدیدترین تنش رطوبتی (۵۵ درصد ظرفیت مزرعه) مشاهده گردید. همچنین کمترین مقدار در تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست و سطح رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده شد در حالی که در برخی از به نظر می- تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. رسد عنصر روی نیز مانند سایر عناصر با کاهش رشد ریشه و گیاه در اثر تنش رطوبتی مقدار جذب آن توسط



نمودار ۵- اثر متقابل سطوح رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت روی در خاک پس از برداشت

Figure 5. Interaction of moisture levels and vermicompost on Zn concentration in soil after harvest

کاربرد مواد آلی سبب افزایش غلظت مس در خاک ریزوسفری ریشه گندم گردید. افزایش تنش رطوبتی به طور معنی‌داری غلظت منگنز در خاک پس از برداشت گیاه را افزایش داد (جدول ۵). بطوریکه در سطوح ۷۵ و ۵۵ درصد زراعی، نسبت به شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) به ترتیب ۱۲/۰۷ و ۱۷/۳۴ درصد افزایش غلظت منگنز مشاهده گردید. همچنین کاربرد سطوح ۲۰ و ۳۰ گرم ورمی کمپوست بر کیلوگرم خاک سبب افزایش معنی‌دار غلظت منگنز در خاک پس از برداشت گردید. بطوریکه نسبت به شاهد به ترتیب ۱۱/۴۸ و ۱۷/۱۳ درصد افزایش غلظت منگنز مشاهده گردید. درحالی‌که کاربرد ۱۰ گرم ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. در گزارشی بیشترین مقدار منگنز قابل استفاده در خاکی تحت کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده گردید (Ahmadabadi *et al.*, 2012).

غلظت مس و منگنز در خاک پس از برداشت

بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۵) افزایش تنش رطوبتی غلظت مس در خاک پس از برداشت را افزایش داد. بطوری‌که در سطح رطوبت ۵۵ درصد ظرفیت مزرعه غلظت مس خاک نسبت به تیمار شاهد ۱۱/۷۳ درصد افزایش یافت. در حالیکه شرایط رطوبتی ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. نتایج همچنین نشان داد افزودن ورمی کمپوست به خاک سبب افزایش مس خاک شد. بطوریکه کاربرد ۳۰ گرم ورمی کمپوست نسبت به تیمار شاهد ۶/۶۹ درصد غلظت مس را افزایش داد، هرچند با سطح ۲۰ گرم ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشت. در سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نشد. واحدی و رسولی (Vahedi & Rasoli, 2020) با مطالعه کاربرد کمپوست بر زیست‌فراهمی عناصر کم مصرف خاک گزارش کردند

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش رطوبتی و ورمی کمپوست بر غلظت مس و منگنز در خاک پس از برداشت
Table 5. Mean Comparison of the main effects of moisture stress and vermicompost on Cu and Mn concentrations in post-harvest soil

Treatment	Moisture levels	Mn	Cu
		concentration	concentration
		(mg kg ⁻¹)	
Moisture levels (% FC)	100	9.75±0.243 ^c	1.33±0.049 ^{b*}
	75	10.08±0.29 ^b	1.34±0.027 ^b
	55	11.10±0.30 ^a	1.495±0.022 ^a
Vermicompost (g kg ⁻¹ soil)	0	9.960±0.483 ^c	1.324±0.056 ^b
	10	10.083±0.25 ^c	1.309±0.051 ^b
	20	11.104±0.314 ^b	1.419±0.045 ^b
	30	11.677±0.16 ^a	1.522±0.06 ^a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند. اعداد مقابل داده‌ها، خطای استاندارد داده‌ها را در سه تکرار نشان می‌دهند.

*In each column means followed by the same letters are not significant different according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$. The numbers after data show Standard Error of data in three replications.

نتیجه‌گیری کلی

مس، منگنز و روی خاک پس از برداشت گیاه افزایش یافت. بنابراین می‌توان بیان کرد با توجه به غلظت پایین عناصر کم‌مصرف به‌ویژه روی و آهن در خاک‌های آهکی استفاده از ورمی کمپوست در این گونه خاک‌ها در شرایط کم آبی، می‌تواند کمک شایانی در افزایش حاصلخیزی خاک نماید. پیش از هرگونه توصیه کودی نتایج این پژوهش در شرایط مزرعه بهتر است مورد ارزیابی و تایید قرار گیرد.

نتایج این تحقیق نشان داد ورمی کمپوست سبب افزایش غلظت عناصر غذایی گیاه و خاک پس از برداشت ریحان در شرایط تنش رطوبتی شد. بنابراین، ورمی کمپوست مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی را افزایش داده است. همچنین افزایش سطوح تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک و غلظت عناصر مس روی و منگنز اندام هوایی شد. درحالی‌که غلظت آهن اندام هوایی گیاه و غلظت آهن،

Reference

- Ahmadabadi Z., Ghajar Sepanlou M, and Bahmanyar M. 2012. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage. *Journal of Crops Improvement*,13(2): 1-12. (In Persian)
- Ahmadpour R., and S. R. Hosseinzadeh. 2017. Effect of vermicompost fertilizer on morphological traits of lentil under water stress. 3rd. *International Conference on Agricultural Engineering and Natural Resources*. (In Persian)
- Arancon N. Q., Edwards C. A., Bierman P., Metzger J. D., and Lucht C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49:297-306.
- Baghbani Arani A., Modarres-Sanavy S. A. M., Mashhadi Akbar Boobar M., and Mokhtassi A. 2017. Towards improving the agronomic performance, chlorophyll fluorescence parameters and pigments in fenugreek using zeolite and vermicompost under deficit water stress. *Industrial Crop*, 109: 346-357. (In Persian)
- Beyk Khurmizi A., Abrishamchi P., Ganjeali A., and Parsa M. 2010. The Effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Ecology*,2 (3): 474-485. (In Persian)
- Bowden C.L., Evanylo G. K., Zhang X., Ervin E. H., and Seiler J. R. 2010. Soil Carbon and Physiological Responses of Corn and Soybean to Organic Amendments. *Compost Science & Utilization*, 18: 162-173.
- Bremner J. M. 1996. Nitrogen-Total. PP: 1082-1122. In: D. L. Sparks et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*. Part III, 3rd Ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.
- Graham R. D., and Webb. M. J. 1991. Micronutrients and plant disease resistance and tolerance in plants. In micronutrients in agriculture, edited by J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch, pp. 329-370. Madison, WI: *Soil Science Society of America Book Series No. 4*.

- Gee G. W., Bauder J. W., and Klute., A. 1986. *Particle-size analysis. Methods of soil analysis*. Part 1. Physical and mineralogical methods, 383-411.
- Hakimzadeh Ardakani MA., Khodami F., Sodaeizadeh H., and Esfandiari F. 2019. The effect of humic acid on nutrient uptake in sorghum under drought stress. *The Second International Conference and the Sixth National Conference on Organic and Conventional Agriculture*.
- Hassanzadehdelouei M., Vazin F., and Nadaf., J. 2013. Effect of salt stress in different stages of growth on qualitative and quantitative characteristics of cumin (*Cuminum Cyminum L.*). *Cercetari Agron. Moldova*, 1:153.
- Hosseinpour R., Ghajar Sepanlou M., and Salek Gilani S.2015. The effect of application of vermicompost on micronutrient concentrations in soil and lettuce plant. *Journal of crops improvement*, 7(3): 815-826. (In Persian)
- Jamali S. Z., Astarai A., and Emami H. 2015. Effects of humic acid, compost and phosphorus on growth characteristics of basil herb and concentration of micro elements in plant and soil. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 6 (2) :187-205. (In Persian)
- Kuo S. 1996. Phosphorus. In: Sparks et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis*, Part III, 3rd Ed. *American Society of Agronomy*, Madison, Wisconsin, PP. 869-920.
- Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium. Part 3. In: Page, A. L. (Ed.). *Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, Madison, Wisconsin, pp. 225-246.
- Moghadam M., Alirezai Noghondar M., Selahvarzi Y., Goldani M. 2015. The effect of drought stress on some morphological and physicochemical characteristics of three cultivars of basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of Horticultural Sciences*, 46(3): 507.521. (In Persian)
- Makari O., and Kintzios., S. 2008. *Ocimum sp.* (basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 13(3): 123-150.
- Mizanzadeh H., and Imam Y. 2009. Investigation of leaf area index, plant height, photosynthesis rate and stomatal conductance of four dryland wheat cultivars under drought stress conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*. 2 (2): 110-105. (In Persian)
- Mirnia S. Kh. And Habibzadeh, F. 2006. *Plant Nutrition Guide*. Tak Rang Publications, Tehran, 117 pages.
- Mohamania R., Rezaei Nejad A., Bahraminegad., S. 2018. Effect of irrigation interval and silicon on some morpho-physiological and biochemical properties of basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of Horticultural Sciences*. 49(1). 37-45. (In Persian)
- Namazi L., Alizadeh H., and Moezzi A. 2009. The effect of different levels of drought stress on nutrient uptake by mycorrhizal and non-mycorrhizal maize at different concentrations of soil phosphorus. *Proceedings of the 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan University*. 347 - 349. (In Persian)
- Nelson D. W., and Sommers L. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methods of soilan 2), 539-579.
- Olsen S. R., Cole C. V. Watanabe, F. S. and L. A. Deam. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cic, 939. U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
- Ozcan M., Derya A.M., and Unver A. 2005. Effect of drying methods on the mineral content of Basil (*Ocimum basilicum*). *Journal Food Eng*, 69:375-379.
- Paygazar Y., Ghanbari A., Heidari M., and Tavassoli A. 2009. The effect of drought stress and foliar application of trace element on pearl millet yield and some soil chemical properties. *National Conference on Water Crisis in Agriculture and Natural Resources*. (In Persian)
- Rahmanian M., Esmailpour B., Hadian J., Shahriari M. H., and Fatemi H. The Effect of Organic Fertilizers on Morphological Traits, Essential Oil Content and Components of Basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 27(3): 103-118. (In Persian)
- Rafati M., Nadiyan H.B. Noormohammadi Gh., and Karimi M. 2004. Effects of drought stress and zinc and phosphorus levels on the concentration and total uptake of elements in maize. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*.35(1): 243-235. (In Persian)
- Richards L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States Salinity Laboratory Staff, Agriculture Handbook No. 60, USDA.

- Rhoades J. D., Sparks D. L., Page A. L., Helmke P. A., Loeppert R. H., Soltanpour P. N., and Sumner M. E. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods.*, 417-435.
- Sallaku G., Babaj I., Kaciu S., and Balliu A., 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7: 869-872.
- Samarah N., Mullen R., and Cianzio S. 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. *Journal Plant Nutrient*. 27: 815-835.
- Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: *Methods of Soil Analysis*. D. L. Sparks et al. (eds.) part III, 3rd ed. *American Society of Agronomy*. Inc., Madison, WI. PP: 475- 490.
- Vahedi R, Rasoli-Sadaghiani, M H. 2020. Bioavailability of Selected Micronutrients as Affected by Biochar and Compost of Trees Pruning in the Presence of Mycorrhiza at Wheat Rhizosphere. *Journal of Water and Soil Science*. 23 (4) :155-170. (In Persian)
- Yanga L., Zhaoa F., Changa Q., Li. T., and Li F. 2015. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. *Agricultural Water Management*, 160: 98–105.
- Zarei F. Shahriari M. H. Nikkhah R and Dindarlo, A. 2019. Growth and physiological responses of basil to foliar application of chelate and potassium nanoclolate under low irrigation stress. *Journal of Crops Improvement*, 20(2): 849-868. (In Persian)
- Zare, L., Ronaghi, A., Moosaavi, S.A.A., and Gasemi, R. 2016. The Effect of Vermicompost on Reducing the Adverse Effects of Water Stress on Growth and Chemical Composition of Corn in a Calcareous Soil. *Journal of Water and Soil*, 30(5): 1607-1619. (In Persian)

The Effect of Vermicompost and Moisture Stress on Concentration of Micro Nutrients in the Plant and Soil after Harvesting Green Basil (*Ocimum basilicum L.*)

Maryam Mosapour¹, Mohammad Feizian^{2*}, Zohre Bolhasani³

(Accepted: 2021 September Received: 2022 April)

Abstract

Drought is one of the most frequent abiotic stresses. Organic fertilizers application such as vermicompost, reduced negative effects of water stresses. Therefore, an experiment was conducted to investigate the effect of vermicompost and moisture stress on the nutrients amount in plants and soil after harvesting, factorial based on a completely randomized design with two factors and 3 replications in Agricultural faculty of Lorestan. The first factor includes four vermicompost levels (0, 10, 20 and 30 g kg⁻¹ soil) and the second factor includes three moisture levels (100, 75 and 55% of field capacity). The results showed that the highest shoot dry weight was observed in the surface without moisture stress and application of 30 g of vermicompost per kg of soil (5.9 g pot⁻¹). The highest concentration of shoot Fe (65.29 mg kg⁻¹) at the highest stress level (55% of field moisture) and 30 g of vermicompost and the highest concentration of shoot Cu (8.23 mg kg⁻¹) At the level of water stress, there was 75% of the field capacity and application of 20 g of vermicompost. With increasing water stress, the concentration of Zn and Mn in the shoots of the plant was significantly reduced compared to the control treatment. At the level of water stress 55% of field capacity and application of 30 g of vermicompost, the highest concentration of Fe (3.55 mg kg⁻¹) and Zn (2.70 mg kg⁻¹) in soil after harvest was observed. Also, with increasing water stress, the concentration of Cu and Cu in the soil after harvest increased significantly. Considering the positive effect of vermicompost application in reducing the adverse effect of water stress on yield and nutrient concentration of basil, it can be a suitable fertilizer to increase the dry mater of basil plant in conditions of moisture stress.

Keywords: Moisture stress, Micro nutrients, Basil, Organic Fertilizer

Mosapour M., Feizian M. and Bolhasani Z. 2023. The effect of vermicompost and moisture stress on concentration of micro nutrients in the plant and soil after harvesting green basil (*Ocimum basilicum L.*). *Applied Soil Research*, 11(1): 100-111.

1- PhD student in Soil Science, Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

2- Associate Professor., Department of Soil Science, College of Agriculture, Lorestan University; Khoramabad, Iran.

3- PhD student in Soil Science, Department of Soil Science Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran.

* Corresponding Author Email: feizian.m@lu.ac.ir