محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف توسط گیاه کاسنی در یک خاک آهکی

حمیدرضا بوستانی[۱*]، مهدی نجفی قیری[۲]، علیرضا محمودی [۳]

[۱] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

[۲] دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

[۳] مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

استفاده از کودهای آلی و بیوچار آن‌ها در جهت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار رو به گسترش است. هدف از این پژوهش بررسی اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی در یک خاک آهکی بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام‌شد. فاکتور اول شامل کود آلی در پنج سطح (بدون کاربرد کود آلی (Cl) ، کود گاوی (GM)، کود مرغی (CM) ، بیوچار کود گاوی (GMB) و بیوچار کود مرغی (CMB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی) و فاکتور دوم شامل زئولیت در سه سطح (عدم کاربرد (Z_0)، ۲/۵ درصد وزنی (Z_1) و ۵ درصد وزنی (Z_2) بود. افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_2 سبب افزایش معنی‌دار جذب آهن، مس و منگنز به ترتیب به میزان ۱۱/۶ ، ۱۹ و ۱۶/۱ درصد شد. در بین تیمارهای آلی بیشترین تاثیر در افزایش جذب آهن، منگنز، مس و روی به ترتیب به میزان ۱/۲، ۱/۹، ۱/۱۳ و ۲ برابر مربوط به کاربرد کود مرغی (CM) بود. اثر متقابل تیمارها نشان‌داد که بهترین تیمار مرکب در بهبود جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط گیاه کاسنی کاربرد همزمان کود مرغی با ۲/۵ درصد وزنی زئولیت ($CM+Z_1$) بود. به‌طور کلی بیوچارهای تهیه شده نسبت به کودهای آلی اولیه تاثیر به مراتب کمتری در بهبود جذب عناصر غذایی کم‌مصرف داشتند.

کلمات کلیدی: زئولیت، بیوچار، عناصر غذایی، کاسنی

مقدمه

عملکرد اغلب گیاهان در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل آهکی بودن، پ‌هاش قلیایی و مقدار ماده آلی پایین، به‌واسطه کمبود عناصر غذایی دارای محدودیت است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). استفاده مداوم از کودهای شیمیایی جهت افزایش عملکرد گیاهان علاوه بر دارا بودن هزینه زیاد و صرف انرژی، سبب آلودگی محیط زیست و تخریب خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک می‌شود، درحالی‌که افزودن کودهای آلی مانند کود حیوانی، کمپوست و غیره علاوه بر اینکه نسبتاً ارزان قیمت، دردسترس و دوستدار محیط زیست هستند، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک و در نتیجه سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند (Schnug و همکاران ۱۹۹۶).

سرعت تجزیه مواد آلی افزوده شده به خاک در مناطق خشک و نیمه خشک زیاد بوده، بنابراین کشاورز هر ساله ناگزیر به استفاده مقدار قابل توجهی از کودهای آلی بخصوص انواع کودهای حیوانی است. اخیراً، تبدیل کودهای آلی به بیوچارجهت کاربرد در زمین‌های کشاورزی، به عنوان یک کود آلی جایگزین و با پایداری زیاد، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. بیوچار یا زغال زیستی در واقع یک ترکیب آلی سیاه غنی از کربن است که در شرایط اکسیژن محدود از گرماکافت ضایعات آلی گیاهی یا حیوانی تولید و به عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lehmann، ۲۰۰۹). بوستانی و همکاران (۱۳۹۶) با کاربرد کود گوسفندی، کود مرغی، بیوچار کود گوسفندی و بیوچار کود مرغی هر کدام ۲ درصد وزنی در یک خاک آهکی تحت کشت ذرت به این نتیجه رسیدند که استفاده از بیوچارهای کود گوسفندی و مرغی، در مقایسه با استفاده از ماده اولیه آن‌ها، در افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذرت موثرتر بودند.

کانی زئولیت دارای عناصری نظیر پتاسیم، کلسیم، سدیم، سیلیسیم، آلومینیوم، منیزیم، آهن و فسفر است که می تواند به عنوان بهترین مکمل غذایی و کود کشاورزی محسوب شده و در بهره برداری و تولید بیشتر محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا نماید (شیرانیراد و همکاران، ۱۳۹۰).

* ایمیل نویسنده مسئول: hr.boostani@shirazu.ac.ir

جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی از زئولیت سبب فزایش فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی در خاک و بهبود رشد گیاه شوند (Polat و همکاران، ۲۰۰۴). صالحی و همکاران (۱۳۹۵) با کاربرد ۹ تن در هکتار زئولیت افزایش عملکرد زیستی، تعداد گل در بوته و ارتفاع گیاه دارویی بابونه آلمانی را گزارش کردند.

گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) متعلق به خانواده Asteraceae است، این گیاه علفی و پایا با ریشه‌های مخروطی و دراز به رنگ قهوه‌ای و ساقه‌های راست و شاخه‌دار و برگ‌های زمینی می‌باشد. برگ‌ها روی ساقه به‌صورت متناوب و گل‌های آن آبی رنگ بوده که در کنار برگ‌ها می‌رویند (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). ترکیب اصلی مواد مؤثره گیاه کاسنی فلاونوئید کامفرول می‌باشد. فلاونوئیدها دارای خواص دارویی متفاوتی هستند و برای مقابله با ویروس‌ها و سلول‌های سرطانی به‌کار می‌روند.

با توجه به مطالب بالا، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی در یک خاک آهکی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه کودهای آلی و تولید بیوچار

کود مرغی و کود گاوی از دامدارای‌ها و مرغداری‌های فعال در شهر زرقان (استان فارس) جمع‌آوری گردید. بیوچارهای کودهای آلی از طریق روش گرماکافت آهسته در شرایط اکسیژن محدود تهیه شد. روش‌کار به‌این‌صورت بود که کودهای آلی مورد نظر پس از هواخشک شدن آسیاب شده و در یک کوره الکتریکی در شرایط اکسیژن محدود (قرار دادن مواد اولیه به صورت کاملاً فشرده در بشر شیشه‌ای و محبوس کردن آن توسط فویل آلومینیومی دو لایه) در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت (۵ درجه سلسیوس افزایش دما در هر دقیقه) حرارت داده شدند. پس از آن، بیوچارهای تولیدی در دمای اتاق به تدریج سرد شدند و قبل از استفاده از الک ۲ میلی‌متری عبور داده‌شدند (Mendez و همکاران ۲۰۱۲). برخی از خصوصیات شیمیایی و تجزیه عنصری کودهای آلی و بیوچار آن‌ها توسط روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.

نمونه برداری خاک و آزمایش گلخانه‌ای

جهت انجام این پژوهش مقدار مناسبی خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به صورت مرکب از مزارع دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب واقع در ۲۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز واقع در استان فارس برداشته شد. پس از هواخشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. کلاس بافت خاک لومی، پ‌هاش گل اشباع ۷/۸ ، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره اشباع ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر، کربنات کلسیم معادل ۴۸/۳ درصد، مقدار ماده آلی ۱/۵ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی ۹/۵ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک، روی، مس، منگنز و آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA به ترتیب، ۰/۷، ۱/۳، ۹/۲ و ۵/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام‌شد. فاکتور اول شامل کود آلی در پنج سطح (بدون کاربرد کود آلی (Cl) ، کود گاوی (GM)، کود مرغی (CM) ، بیوچار کود گاوی (GMB) و بیوچار کود مرغی (CMB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی (معادل ۴۰ تن در هکتار) و فاکتور دوم شامل زئولیت (تهیه شده از معادن سمنان) (جدول ۱) در سه سطح (عدم کاربرد (Z_0)، ۲/۵ درصد وزنی (Z_1) و ۵ درصد وزنی (Z_2) بود. در آغاز طبق طرح آزمایشی تیمارهای آلی به ۲ کیلوگرم خاک افزوده شده و به مدت ۱۵ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در حدود رطوبت مزرعه (۱۷ درصد وزنی تعیین شده توسط دستگاه صفحه فشاری) توسط آب مقطر نگهداری شده و سپس به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده شدند. پس از آن، کشت گیاه به تعداد ۵ بذر کاسنی (*Cichorium intybus* L.) در عمق حدود ۲ سانتی‌متری انجام‌شد. در هفته دوم رشد گیاه در هر گلدان فقط دو بوته نگهداری شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها روزانه بصورت وزنی با استفاده از آب مقطر در حدود ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداشته شدند. پس از ۱۰ هفته، گیاهان برداشت شدند. جهت سنجش وزن ماده خشک اندام‌هوایی، پس از قطع اندام هوایی از محل طوقه، و شستشو با آب مقطر، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آون نگهداری شد تا خشک شود و آنگاه توزین گردید. ماده خشک اندام هوایی، توسط آسیاب برقی پودر شده و سپس ۱ گرم از آن در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس، خاکستر و بعد از حل در اسید کلریدریک ۲ نرمال از کاغذ صافی عبور داده شد و سپس توسط

آب مقطر به حجم رسانده شد. در عصاره حاصل، غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و روی به وسیله دستگاه جذب اتمی (AAS; PG 990 PG Instruments Ltd. UK) اندازه‌گیری شد. میزان جذب عناصر غذایی در اندام هوایی از حاصلضرب وزن خشک در غلظت آن‌ها محاسبه شد.

جدول ۱- ترکیب عنصری زئولیت مورد استفاده (٪)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	Cl
70.56	8.47	0.59	3.56	2.13	0.27	0.41	0.13	0.77

پردازش اطلاعات

تجزیه‌های آماری داده‌ها، به وسیله نرم افزار MSTATC انجام و میانگین‌های مربوط به اثرهای اصلی هر یک از عامل‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات کودهای آلی و بیوچار آن‌ها

در اثر تبدیل کودهای آلی به بیوچار مقدار پ‌هاش و قابلیت هدایت الکتریکی به مقدار قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۲). افزایش پ‌هاش و قابلیت هدایت الکتریکی در اثر تبدیل کود آلی به زغال‌زیستی می‌تواند در اثر افزایش غلظت اکسیدهای فلزی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم)، افزایش مقدار خاکستر و همچنین جدا شدن مواد معدنی از بخش آلی در اثر گرماکافت باشد (Song و Guo ، ۲۰۱۲) (جدول ۲). در بین مواد آلی مورد استفاده بیشترین پ‌هاش مربوط به بیوچار کود مرغی (۹/۳) و بیشترین قابلیت هدایت الکتریکی مربوط به بیوچار کود گاوی (۱۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر) بود. به طور کلی مقدار عناصر غذایی کم مصرف در کود مرغی و بیوچار آن بیشتر از کود گاوی و بیوچار آن بود (جدول ۲). همچنین با تبدیل کودهای آلی به بیوچار غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف به‌طور قابل توجهی افزایش نشان داد (جدول ۲)، که احتمالا در نتیجه کاهش وزن بیوچار و وقوع پدیده غلظت می‌باشد. همچنین مقدار کربن در بیوچارهای تولیدی بالای ۵۰ درصد و نسبت مولی هیدروژن به کربن در آن‌ها از ۰/۷ کمتر بود که مطابق با تعریف استانداردهای گواهی بیوچار اروپا (European Biochar Certificate, 2012) است (جدول ۱).

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی و بیوچار حاصل از آن‌ها

	کود گاوی (GM)	بیوچار کود گاوی (GMB)	کود مرغی (CM)	بیوچار کود مرغی (CMB)
پ‌هاش (۱:۱۰)	۷/۶	۸/۷	۶/۸	۹/۳
قابلیت‌هدایت‌الکتریکی (dSm^{-1}) (۱:۱۰)	۸/۴۰	۱۲/۶۰	۳/۱۹	۵/۰۴
آهن ($mg\ kg^{-1}$)	۸۳۱	۱۲۱۱	۱۰۷۸	۱۷۱۳
منگنز ($mg\ kg^{-1}$)	۳۵	۱۱۲	۹۶	۱۵۴
مس ($mg\ kg^{-1}$)	۱۱	۱۳/۵	۱۴	۲۳
روی ($mg\ kg^{-1}$)	۴۳	۵۶	۱۱۶	۱۴۳
کربن (٪)	۴۰	۶۲	۴۳	۵۰
هیدروژن (٪)	--	۱/۲	----	۲/۱
نیتروژن (٪)	۱/۵	۱/۳	۲/۲	۱/۶
نسبت کربن به نیتروژن	۲۶/۶	۴۷/۶	۱۹/۵	۳۱/۲
نسبت مولی هیدروژن به کربن	----	۰/۲۳	-----	۰/۵۰
خاکستر (٪)	----	۴۵	-----	۵۳

اثر کاربرد کودهای آلی و بیوچار آن‌ها بر جذب عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد سطوح زئولیت نشان داد که افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_2، مقدار جذب آهن و مس را به طور معنی‌داری در حدود ۱۱/۶ و ۱۹ درصد به ترتیب افزایش داد. همچنین کاربرد همه مواد آلی بجز کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار جذب آهن و مس نسبت به تیمار شاهد شد که بیشترین مقدار افزایش مربوط به کاربرد تیمار کود مرغی به ترتیب به مقدار ۱/۲۰ و ۱/۱۳ برابر بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین مقدار جذب آهن و مس در تیمار مرکب عدم کاربرد زئولیت و کود گاوی ($GM+Z_0$) به ترتیب به مقدار ۳۶۷ و ۱۴/۵ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد درحالی که بیشترین مقدار جذب آهن در تیمار مرکب $CM+Z_1$ به میزان ۱۹۷۲ میکروگرم بر گلدان و بیشترین مقدار جذب مس در تیمار مرکب $CM+Z_2$ به مقدار ۷۰/۴ میکروگرم بر گلدان دست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد تیمارهای آلی نشان داد که کاربرد کود مرغی و بیوچار حاصل از آن سبب افزایش جذب روی نسبت به تیمار شاهد شد درحالی که کاربرد کود گاوی و بیوچار حاصل از آن جذب روی را توسط اندام هوایی کاسنی به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۳). به طور کلی تاثیر کودهای آلی اولیه بر جذب روی نسبت به بیوچار حاصل از آن‌ها به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_1 سبب افزایش جذب روی به طور معنی‌داری شد درحالی که کاربرد سطح Z_2 سبب کاهش معنی‌دار جذب روی شد (جدول ۳). نتایج برهمکنش تیمارها نیز نشان داد که بیشترین مقدار جذب روی در تیمار مرکب $CM+Z_1$ به مقدار ۲۶۲/۹ میکرگرم در گلدان بدست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد زئولیت نشان داد که افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_2، سبب افزایش معنی‌دار جذب منگنز شد هرچند بین سطوح Z_1 و Z_2 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). همچنین کاربرد همه مواد آلی بجز کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار جذب منگنز نسبت به تیمار شاهد شد به طوری که بیشترین مقدار افزایش مربوط به کاربرد تیمار کود مرغی (CM) به مقدار ۱/۹ برابر بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین مقدار جذب منگنز در تیمار مرکب عدم کاربرد زئولیت و کود گاوی ($GM+Z_0$) به مقدار ۲۰۵ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد درحالی که بیشترین مقدار جذب منگنز در تیمار مرکب $CMB+Z_2$ به میزان ۸۵۹ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد.

متشرع زاده و عسگری لجایر (۱۳۹۲) با کاربرد سطوح زئولیت غنی‌شده (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) در کشت دو رقم ذرت بیان کردند که کاربرد ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جذب عناصر مس و روی را توسط هر دو رقم به دنبال داشت. همچنین Inal و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد سطوح کود مرغی و زغال‌زیستی حاصل از آن (۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم) در یک خاک آهکی، افزایش معنی‌دار غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و روی را در گیاه لوبیا گزارش کردند. Adejumo و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که کاربرد تیمار زغال‌زیستی سبوس‌برنج تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس و میزان ۱۵ تن در هکتار سبب افزایش معنی‌دار جذب روی و آهن توسط گیاه ذرت شد.

جدول ۳-اثر کاربرد کودهای آلی و بیوچار آن‌ها بر جذب عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی (میکروگرم در گلدان)

	CL	CM	CMB	GM	GMB	
			آهن			
Z_0	۸۱۶ k	۱۹۴۷ b	۱۵۵۱ f	۳۶۷ m	۱۱۲۵ g	**۱۱۶۱ C**
Z_1	۸۲۰ k	۱۹۷۲ a	۱۶۹۹ e	۶۷۹ l	۹۵۵ i	**۱۲۵۵ B**
Z_2	۹۵۱ i	۱۷۷۸ d	۱۷۹۸ c	۹۱۷ j	۱۰۳۷ h	**۱۲۹۶ A**
	۸۶۲ D	**۱۸۹۹ A**	**۱۶۸۳ B**	**۶۵۴ E**	**۱۰۳۹ C**	
			روی			
Z_0	۱۰۹/۶ i	۲۵۹/۱ b	۱۷۹/۱ d	۸۵/۱ l	۱۰۶/۷ j	**۱۴۷/۹ B**
Z_1	۱۰۹/۵ i	۲۶۲/۹ a	۱۹۰/۴ c	۱۲۴/۴ g	۸۸/۹ k	**۱۵۵/۲ A**
Z_2	۱۲۱/۹ h	۱۶۳/۳ e	۱۳۹/۷ f	۱۲۵/۲ g	۵۷/۸ m	**۱۲۱/۶ C**
	۱۱۳/۷ C	**۲۲۸/۵ A**	**۱۶۹/۸ B**	**۱۱۱/۶ D**	**۸۴/۵ E**	

			مس			
Z_0	۲۹/۳ k	۶۳/۱ c	۵۱/۴ f	۱۴/۵ m	۳۶/۳ g	**۳۸/۹ C**
Z_1	۳۱/۷ ij	۶۷/۲ b	۵۶/۲ e	۲۴/۹ l	۳۱/۳ j	**۴۲/۳ B**
Z_2	۳۳/۷ hi	۷۰/۴ a	۵۹/۱ d	۳۵/۲ g	۳۳/۴ h	**۴۶/۳ A**
	۳۱/۴ D	**۶۶/۹ A**	**۵۵/۶ B**	**۲۴/۸ E**	**۳۳/۷ C**	
			منگنز			
Z_0	۳۲۸ i	۶۹۰ d	۴۸۶ f	۲۰۵ j	۵۶۹ e	**۴۵۲ B**
Z_1	۳۹۱ h	۸۲۸ b	۷۳۴ c	۳۲۳ i	۳۷۶ h	**۵۳۰/۴ A**
Z_2	۴۵۰ g	۶۷۷ d	۸۵۹ a	۳۱۳ i	۳۲۵ i	**۵۲۴/۸ A**
	۳۸۹/۶ D	**۷۳۱/۶ A**	**۶۹۳ B**	**۲۸۰/۳ E**	**۴۲۳/۳ C**	

اعداد دارای حروف بزرگ یا کوچک مشترک در هر ردیف یا ستون از نظر آماری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که بهترین تیمار مرکب در بهبود جذب عناصر غذایی آهن، منگنز، مس و روی توسط گیاه کاسنی کاربرد همزمان کود مرغی با ۲/۵ درصد وزنی زئولیت ($CM+Z_1$) باشد. بیوچارهای تهیه شده در این پژوهش نسبت به کودهای آلی اولیه تاثیر به مراتب کمتری در بهبود خصوصیات ذکر شده در بالا داشتند. البته پیشنهاد می‌شود که نتایج این پژوهش در شرایط مزرعه نیز مورد آزمایش و تایید قرار گیرد.

منابع:

بوستانی، ح.ر.، زارعی، م. و براتی، و. ۱۳۹۶. اثرات کاربرد زغال زیستی و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه ذرت در یک خاک آهکی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۷(۲)، ۱-۲۳.

شیرانیراد، ا.، طاهرخانی، ح.ت.، مرادی اقدم، ا.، نظری گلشن، ا. و اسکندری، ک. ۱۳۹۰. تأثیر مقادیر نیتروژن و زئولیت بر صفات زراعی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی .اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۲)، ۱۲۵-۱۳۵.

ملکوتی، م.ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی مناطق خشک و نیمه خشک، مشکلات و راه‌حل‌ها. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

متشرع‌زاده، ب و عسگری‌لجایر، ح. ۱۳۹۲. تاثیر سطوح مختلف زئولیت غنی‌شده بر عملکرده ماده خشک، اجزای عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی در دو رقم ذرت سینگل‌کراس (۷۰۴ و ۲۶۰). تحقیقات کاربردی خاک، ۲، ۶۱-۷۴.

صالحی، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، اصغرزاده، ا. و سعیدی، ک. ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد زئولیت، کودهای زیستی و آلی بر رشد، عملکرد گل و اجزای عملکرد در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲(۲)، ۲۰۳-۲۱۵.

یزدانی، د.، شهنازی، س. و سیفی، ح. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی .جلد اول .چاپ کامران .صفحات ۱۰۳-۱۰۵.

Adejumo, S. A., Owolabi, M. O. and Odesola, I. F. 2016. Agro-physiologic effects of compost and biochar produced at different temperatures on growth, photosynthetic pigment and micronutrients uptake of maize crop. African Journal of Agricultural Research, 11(8), 661-673.

EBC. 2012. European biochar certificate—guidelines for a sustainable production of biochar. European Biochar Foundation (EBC), Arbaz

Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M. B. and Kaya, E. C. 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. Soil Use and Management, 31, 106-113.

Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: an introduction. P1-12, In: Lehmann J., and S. Joseph (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London.

Mendez, A., Gomez, A., Paz-Ferreeiro, J. and Gasco, G. 2012. Effects of sewage sludge biochar on plant metal availability after application to a Mediterranean soil. Chemosphere, 89, 1354-1359.

Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. J. Fruit Ornam. Plant Res. 12, 183-189.

Schnug, E., Oswald, P. and Haneklaus, S. 1996. Organic manure management and efficiency: Role of organic fertilizers and their management practices. P259-265, In: Rodriguez-Barrueco, C (Eds), Fertilizers and environment. Kluwer Academic Publishers.

Song, W. and Guo M. 2012. Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 94: 138-145.

16th Iranian Soil Science Congress
University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of two kinds of organic manure, their biochars and zeolite levels application on uptake of some micronutrients by chicory plant (*Cichorium intybus* L.) in a calcareous soil

Boostani*[1], H.R., Najafi-Ghiri[2], M., Mahmoodi, A.[3]

[1] College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran
[2] College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran
[3] College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

Abstract

The application of organic fertilizers and their biochars to reduce the use of chemical fertilizers in sustainable agriculture is increasing. The goal of this study was to evaluate the effect of two kinds of organic manure, their biochars and zeolite levels application on uptake of some micronutrients by chicory plant (*Cichorium intybus* L.) in a calcareous soil. An experiment as a completely randomized design was performed with three replications under greenhouse conditions. The first factor consisted of organic fertilizer at 5 levels (without application (Cl), cow manure (GM), chicken manure (CM), cow manure biochar (GMB) and chicken manure biochar (CMB) each at 2.5 %(w/w)) and the second factor was zeolite levels (0 (Z_0), 2.5% (Z_1) and 5% (Z_2) (w/w)). The increase of zeolite levels from Z_0 to Z_2, caused a significant increase in uptake of iron, copper and manganese by 11.6, 19 and 16.1% respectively. Among the organic treatments, the application of CM had the best effect on increasing the uptake of iron, manganese, copper and zinc by 1.2, 1.9, 1.13 and 2 folds, respectively. The interaction effects of treatments showed that simultaneous application of CM with 2.5% zeolite (CM+Z_1) was the best for improving the uptake of micronutrients by chicory plant. Generally, the effect of biochars in improvement of micronutrients uptake were considerably lower than the feedstocks.

Keywords: Zeolite, biochar, nutrients, chicory.

* Corresponding author, Email: hr.boostani@shirazu.ac.ir