اثر کاربرد ضایعات آلی (لجن فاضلاب، بیوچار گندم و بیوچار تفاله پسته) بر غلظت برخی عناصر غذایی در خاک پس از برداشت گندم

شهرزاد کرمی*[۱] و عبدالمجید رونقی[۲]
۱و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

ضایعات آلی پس از ورود به خاک توسط ریزجانداران تجزیه شده و سبب افزایش هوموس خاک و بهبود حاصلخیزی آن می‌گردند. بمنظور بررسی اثر کاربرد ضایعات آلی بر غلظت عناصر غذایی پر مصرف و کم‌مصرف در خاک پس از برداشت گندم، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی و بصورت فاکتوریل (۴×۳×۲) شامل دو نوع بیوچار (گندم و تفاله پسته) در سه سطح (شاهد، یک و دو درصد) و لجن فاضلاب در چهار سطح (شاهد، یک، دو و سه درصد) طراحی شد. پس از برداشت گندم (دوره رشد هفت ماه)، خاک گلدان‌ها جهت تعیین غلظت عناصر باقیمانده تجزیه شیمیایی گردید. نتایج نشان داد که غلظت منگنز و پتاسیم خاک تیمار شده با هر دو نوع بیوچار افزایش اما غلظت نیتروژن، آهن و مس کاهش نشان داد. کاربرد لجن فاضلاب سبب افزایش کلیه عناصر غذایی در خاک گردید. خاک تیمار شده با بیوچار پسته غلظت فسفر و منگنز کمتر اما پتاسیم بیشتری نسبت به خاک تیمارشده با بیوچار گندم داشت.

واژه‌های کلیدی: بیوچار، تفاله پسته، عناصر پرمصرف، عناصر کم‌مصرف، لجن فاضلاب

مقدمه

مواد آلی وضعیت عناصر غذایی در خاک را به‌دلیل جذب سطحی و واکنش‌های کمپلکسی تحت تأثیر قرار می‌دهد. میزان تجزیه و معدنی شدن مواد آلی در مناطق خشک به دلیل وجود تابستان‌های گرم زیاد است و به همین سبب کاربرد مداوم بقایای آلی در خاک‌های این مناطق ضروری بنظر می‌رسد و سبب افزایش حاصلخیزی خاک در طول زمان می‌گردد (کریبا و همکاران، ۲۰۰۱؛ تامرابت و همکاران، ۲۰۰۹). کاربرد ضایعات آلی در کشاورزی مفهوم جدیدی نیست و قدمت آن به زمان‌های قبل از انقلاب صنعتی و دهه ۱۹۴۰ برمی‌گردد. زمانی که کاربرد کودهای شیمیایی معمول نبود و کشاورزان از ضایعات انسانی و کودهای دامی بعنوان کود استفاده می‌کردند (علی خان و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر در دهه‌های اخیر دغدغه‌های مربوط به حفظ محیط زیست و رابطه مستقیم آن با سلامت انسان‌ها سبب شده که مدیریت پسماندهایی همچون لجن فاضلاب ضروری بنظر برسد (کوکارتا، ۲۰۱۶؛ مازن و همکاران، ۲۰۱۰).

لجن فاضلاب حاوی عناصر ارزشمندی است که سبب بهبود حاصلخیزی خاک می‌گردد و به همین دلیل مورد توجه بسیاری از کشاورزان و محققان قرار گرفته است (کوکارتا، ۲۰۱۶؛ احمد و همکاران، ۲۰۰۶؛ تامرابت و همکاران، ۲۰۰۹). تأثیر لجن بر بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و رشد گیاه تابع منشاء (شهری یا صنعتی بودن)، مقدار لجن مصرفی و نوع گیاه می باشد (فتح العلومی و همکاران، ۱۳۹۴). جمیل و همکاران (۲۰۰۶) با کاربرد لجن فاضلاب در سطوح مختلف و بررسی اثر آن بر عملکرد گندم بیان داشتند که افزایش سطوح لجن فاضلاب سبب افزایش ماده آلی و کلیه عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و کم‌مصرف در خاک پس از برداشت شد. نظری و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که در اثر کاربرد لجن، قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک افزایش یافته و سبب بهبود شرایط عمومی خاک برای رشد گیاهان گندم، جو و ذرت گردیده است.

گزارش‌های زیادی در مورد تأثیر بیوچار تهیه شده از منابع مختلف زیست توده بر حاصلخیزی خاک وجود دارد (واکاری و همکاران، ۲۰۱۱، زلفی باوریانی و همکاران، ۱۳۹۵). موخرجی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر فوق العاده بیوچار بر چرخه عناصر و جلوگیری از هدرروی کربن، نیتروژن و فسفر در خاک را نشان دادند. در این پژوهش اثر کاربرد تلفیقی لجن فاضلاب تهیه شده

از تصفیه‌خانه شهرک صنعتی آب باریک واقع در استان فارس، بیوچار تهیه شده از کاه گندم (مزارع استان فارس) و همچنین بیوچار تهیه شده از تفاله پسته (مواد زائد کارخانه پسته در رفسنجان (استان کرمان)) بر غلظت عناصر غذایی باقیمانده در خاک پس از کشت گندم، بررسی گردید. لازم به ذکر است که غلظت عناصر سنگین نیز در این پژوهش بررسی شد که به دلیل محدودیت صفحات، در این مقاله به آن پرداخته نشده است.

مواد و روش‌ها

آزمایشی گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل ۲×۳×۴ و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارها شامل دو نوع بیوچار (کاه گندم و تفاله پسته) در سه سطح (شاهد، یک و دو درصد) و لجن فاضلاب در چهار سطح (شاهد، یک، دو و سه درصد) و در سه تکرار بود. لجن فاضلاب و بیوچارها پس از عبور از الک ۱ میلی‌متر، بطور یکنواخت با خاک مخلوط شدند. برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک اولیه، لجن فاضلاب و بیوچارهای گندم و پوست پسته در جدول ۱ آورده شده است. مقادیر EC و pH لجن فاضلاب و خاک به ترتیب در عصاره ۱ به ۵ (لجن به آب) و گل اشباع و سایر عناصر به روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. با توجه به آزمون خاک عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، روی و آهن به صورت محلول به خاک گلدان‌ها (۳ کیلوگرم) افزوده شد. میزان رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (۱۸ درصد وزنی) با وزن کردن روزانه گلدان‌ها و افزودن آب به مقدار لازم انجام شد. سپس در هرگلدان ۳ عدد بذر گندم (رقم پیشتاز) کاشته شد. پس از گذشت ۷ ماه، گندم برداشت شده و خاک گلدان‌ها الک و هوا خشک گردید. پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم به روش شعله سنجی، فسفر قابل استفاده با عصاره‌گیر بیکربنات سدیم ۰/۵ مولار در pH= ۸/۵ (اولسن و همکاران، ۱۹۵۴) و نیتروژن کل به روش میکرو کلدال (برمنر، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. عناصر کم‌مصرف با عصاره گیر DTPA استخراج و توسط دستگاه جذب اتمی (شیماتزو مدل AA- 670) قرائت گردیدند. مقایسه میانگین‌ها با نرم افزار آماری SAS صورت پذیرفت.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک، لجن فاضلاب و بیوچارهای مورد استفاده در آزمایش

	N	P	Fe	Mn	Zn	Cu	EC	pH
	%	(mg kg^{-1})					(dS m^{-1})	
خاک اولیه * (رسی)	۰/۱۳۵	۱۳/۲	۴/۷	۱۴/۱	۰/۵۶۶	۱/۱۶	۴/۷	۷/۲۳
لجن فاضلاب	۰/۵۲۱	۲۲۲۳	۷۱۳۵	۲۸۹	۵۶۷	۳۹/۲	۳/۴	۷/۰۴
بیوچار گندم (تهیه شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد)	۰/۷۲۷	۲۲۸۰	۵۷۶	۹۰	۶۲/۹	۸/۰۷	۴/۵	۱۰/۱
بیوچار پوست پسته (تهیه شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد)	۱/۲	۶۵۰۰	۷۱۰	۲۲/۵	۱۵/۴	۱/۷	۸/۲	۱۱/۵

* لازم به ذکر است که غلظت عناصر در خاک بصورت قابل دسترس است ولی در لجن و بیوچارها غلظت کل آورده شده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تکی نوع بیوچار بر غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و منگنز در خاک پس از برداشت گندم معنی‌دار بود. سطوح مختلف بیوچار نیز بر غلظت نیتروژن، پتاسیم، آهن و منگنز خاک اثر معنی‌دار داشت. اثر تکی سطوح لجن فاضلاب بر غلظت کلیه عناصر خاک معنی‌دار بود. اثرات تکی تیمارها در جدول ۲ برای کلیه پارامترها آورده شده است. افزایش سطوح لجن فاضلاب سبب افزایش غلظت نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس در خاک شد اما این افزایش درمورد عنصر پتاسیم معنی‌دار نبود (جدول ۲). فتح العلومی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که افزودن لجن فاضلاب سبب افزایش معنی دار کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استخراج در خاک پس از برداشت گندم گردید. خورشید و همکاران (۱۳۸۷) با کاربرد لجن فاضلاب در ده نوع خاک آهکی در استان همدان نشان دادند که با کاربرد ۱/۵ درصد لجن فاضلاب فسفر قابل استفاده نسبت به شاهد افزایش معناداری یافت. آنان علت این امر را فسفر قابل استفاده در

لجن فاضلاب و معدنی شدن فسفر آلی طی مدت انکوباسیون تیمارهایشان دانستند. الذوبی و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که با افزایش سطح لجن کاربردی در خاک، غلظت فسفر قابل استفاده در خاک افزایش یافت. علی خان و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین مازن و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که کاربرد لجن فاضلاب سبب افزایش غلظت روی و مس در خاک پس از برداشت گندم شد.

جدول ۲- اثرات اصلی نوع و سطح بیوچار و سطح لجن فاضلاب بر غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در خاک پس از برداشت گندم

		نیتروژن کل (درصد)	غلظت فسفر (میلی‌گرم در گرم)	غلظت پتاسیم	غلظت آهن	غلظت روی	غلظت منگنز	غلظت مس
				(میلی‌گرم در کیلوگرم)				
نوع بیوچار	کاه گندم	۰/۵۴ A*	۴۶۴ A	۶۱۷ B	۳/۳۸ A	۶/۶۱ A	۸/۲۲ A	۱/۳۴ A
	تفاله پسته	۰/۶۱ A	۳۹۷ B	۱۱۱۶ A	۳/۴۹ A	۵/۸۲ A	۵/۶۵ B	۱/۳۰ A
سطح بیوچار (درصد وزنی)	۰	۰/۷ A	۴۱۱ A	۳۱۳ C	۴/۰۲ A	۶/۰۲ A	۴/۵۹ C	۱/۴۹ A
	۱	۰/۵۶ B	۴۴۳ A	۸۶۱ B	۳/۳۰ AB	۶/۷۶ A	۶/۳۵ B	۱/۳۸ AB
	۲	۰/۴۶ B	۴۳۹ A	۱۴۲۶ A	۲/۹۹ B	۵/۸۶ A	۹/۸۵ A	۱/۰۹ B
سطح لجن فاضلاب (درصد وزنی)	۰	۰/۲۲ C	۳۴۷ B	۸۷۸ AB	۲/۰۳ B	۲/۵۴ D	۶/۳۴ B	۱/۰۷ B
	۱	۰/۵۹ B	۴۳۹ A	۹۳۲ A	۲/۹۱ B	۵/۱۶ C	۶/۶۶ B	۱/۴۸ A
	۲	۰/۷۱ AB	۴۳۸ A	۸۴۵ AB	۴/۰۵ A	۷/۶ B	۶/۳۳ B	۱/۱۷ AB
	۳	۰/۷۷ A	۴۹۹ A	۸۱۰ AB	۴/۷۳ A	۹/۵۵ A	۸/۴ A	۱/۵۴ A

* اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

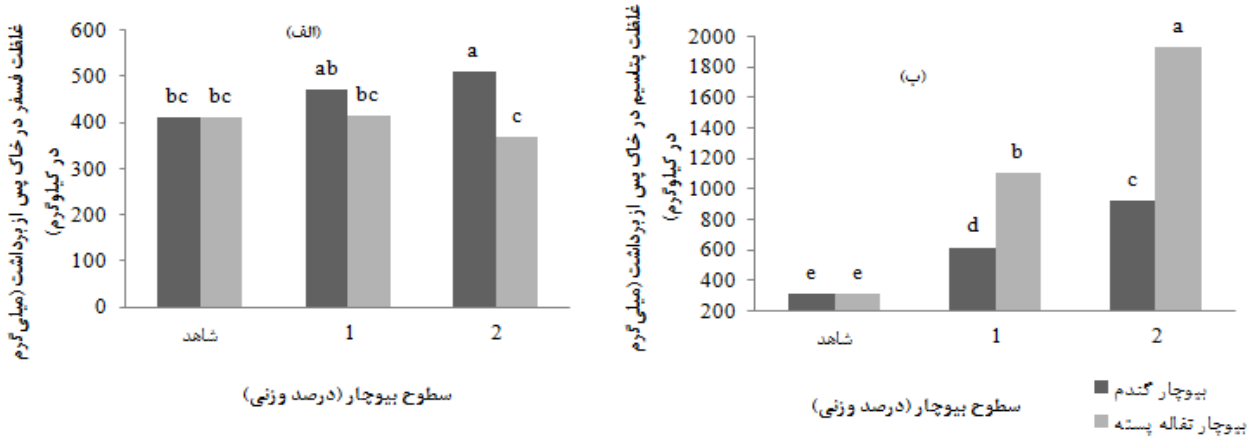
افزایش سطح بیوچار سبب افزایش غلظت منگنز و پتاسیم خاک شد اما غلظت نیتروژن کل، آهن و مس را کاهش داد. کاهش غلظت نیتروژن می‌تواند به دلیل مصرف نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده مواد آلی باشد (جدول ۲).

خاک تیمار شده با بیوچار تفاله پسته مقدار فسفر و منگنز کمتری نسبت به خاک تیمار شده با بیوچار گندم داشت. غلظت پتاسیم در خاک تیمار شده با بیوچار پسته بیشتر بود (جدول ۲).

گلاسر و همکاران (۲۰۰۲) و مادیبا و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که کاربرد بیوچار فسفر باقیمانده در خاک را افزایش می‌دهد. نجفی قیری (۱۳۹۴) بیان کرد که می‌توان از بیوچار بعنوان ماده اصلاح کننده جهت بهبود وضعیت حاصلخیزی پتاسیم خاک ها استفاده کرد. البته عواقب سوء این مواد بر برخی ویژگی های خاک مانند افزایش شوری و افزایش پ-هاش را نیز نباید از نظر دور داشت. اثرات دوتایی نوع×سطح بیوچار بر غلظت نیتروژن، فسفر (شکل ۱، الف)، پتاسیم (شکل ۱، ب) و منگنز در خاک پس از برداشت گندم معنی‌دار شدند.

بیشترین میزان فسفر در خاک در سطح دو درصد بیوچار گندم مشاهده شد (شکل ۱، الف). غلظت پتاسیم در خاک با افزایش سطوح بیوچار افزایش معنی‌دار یافت و مقدار این افزایش در خاک‌های تیمارشده با بیوچار پسته بیشتر بود (شکل ۱، ب). بیشترین غلظت پتاسیم در خاک پس از برداشت گندم مربوط به تیمار دو درصد بیوچار تفاله پسته بود (شکل ۱، ب).

اثرات سه‌تایی تیمارها بر غلظت نیتروژن (جدول ۳)، منگنز (جدول ۴) و مس (جدول ۵) در خاک پس از برداشت گندم معنی‌دار بودند. بیشترین میزان نیتروژن در خاک تیمار شده با دو درصد لجن فاضلاب و سطح شاهد بیوچار (بدون کاربرد بیوچار) و به میزان ۱/۳۲ درصد بود. کمترین غلظت نیتروژن مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد هر نوع مواد آلی) و به میزان ۰/۱۶ درصد بود (جدول ۳). رویگ و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که در اثر کاربرد شانزده ساله لجن فاضلاب در یک خاک لوم سیلتی تحت کشت گندم، ماده آلی و نیتروژن خاک افزایش یافت. بیشترین غلظت منگنز مربوط به خاک تیمار شده با سه درصد لجن فاضلاب و دو درصد بیوچار گندم و به میزان ۲۲/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. کمترین غلظت منگنز مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد هر نوع مواد آلی) و به میزان ۴/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود (جدول ۳).



شکل ۱- اثرات دوتایی نوع×سطح بیوچار بر غلظت فسفر (الف) و پتاسیم (ب) در خاک پس از برداشت گندم

بیشترین غلظت مس در خاک پس از برداشت گندم مربوط به خاک تیمار شده با یک درصد لجن فاضلاب و یک درصد بیوچار گندم و به میزان ۲/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود.

جدول ۳- مقایسه اثرات سه تایی نوع بیوچار، سطوح بیوچار و سطوح لجن فاضلاب بر غلظت نیتروژن کل در خاک پس از برداشت گندم (درصد)

سطوح لجن فاضلاب	سطوح بیوچار (درصد وزنی)			میانگین
	۰	۱	۲	
	بیوچار گندم			
۰	۰/۱۶ f *	۰/۱۵ f	۰/۲ f	۰/۱۷ C
۱	۰/۴۲ def	۱/۰۱ abc	۰/۴ def	۰/۶۱ AB
۲	۱/۳۲ a	۰/۳۴ ef	۰/۲۸ f	۰/۶۵ AB
۳	۰/۹۳ bc	۱/۰۷ ab	۰/۲۳ f	۰/۷۴ AB
میانگین	۰/۷۱ A	۰/۶۴ AB	۰/۲۸ C	۰/۵۴ A
	بیوچار تفاله پسته			
۰	۰/۱۶ f	۰/۲ f	۰/۴۴ def	۰/۲۷ C
۱	۰/۴۲ def	۰/۲۴ f	۱/۰۸ ab	۰/۵۸ B
۲	۱/۳۲ a	۰/۶۸ cde	۰/۳۵ ef	۰/۷۸ AB
۳	۰/۹۳ bc	۰/۷۷ bcd	۰/۶۹ cde	۰/۸ A
میانگین	۰/۷۱ A	۰/۴۷ B	۰/۶۴ AB	۰/۶۱ A

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن معنی‌دار نمی باشند.

جدول ۴- مقایسه اثرات سه تایی نوع بیوچار، سطوح بیوچار و سطوح لجن فاضلاب بر غلظت منگنز در خاک پس از برداشت گندم (میلی‌گرم در کیلوگرم)

سطوح لجن فاضلاب	سطوح بیوچار (درصد وزنی)			میانگین
	۰	۱	۲	
	بیوچار گندم			
۰	۴/۱۹ d*	۷/۲ bcd	۹/۱۳ bcd	۶/۸۶ B
۱	۴/۷۷ cd	۵/۹ bcd	۱۰/۹ b	۷/۲۲ B
۲	۴/۸۸ cd	۶/۴۸ bcd	۹/۵ bc	۶/۹۵ B
۳	۴/۵۲ cd	۸/۱۵ bcd	۲۲/۸ a	۱۱/۸ A
میانگین	۴/۵۹ B	۶/۹۵ B	۱۳/۱ A	۸/۲۲ A
	بیوچار تفاله پسته			
۰	۴/۱۹ d	۶/۷۸ bcd	۶/۴۷ bcd	۵/۸ B
۱	۴/۷۷ cd	۵/۶۸ cd	۷/۸۸ bcd	۶/۱۱ B
۲	۴/۸۸ cd	۵/۰۶ cd	۷/۱۸ bcd	۵/۷ B
۳	۴/۵۲ cd	۵/۵۲ cd	۴/۸۳ cd	۴/۹۶ B
میانگین	۴/۵۹ B	۵/۷۶ B	۶/۵۹ B	۵/۶۵ B

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۵- مقایسه اثرات سه تایی نوع بیوچار، سطوح بیوچار و سطوح لجن فاضلاب بر غلظت مس در خاک پس از برداشت گندم (میلی‌گرم در کیلوگرم)

سطوح لجن فاضلاب	سطوح بیوچار (درصد وزنی)			میانگین
	۰	۱	۲	
	بیوچار گندم			
۰	۱/۵۵ bc*	۰/۸۵ bc	۰/۵۲ c	۰/۹۷ B
۱	۱/۴۵ bc	۲/۷۸ a	۰/۸۱ bc	۱/۶۸ A
۲	۱/۳۱ bc	۱/۴۹ bc	۰/۹۹ bc	۱/۲۶ AB
۳	۱/۶۵ bc	۰/۹۴ bc	۱/۷۸ b	۱/۴۶ AB
میانگین	۱/۴۹ A	۱/۵۱ A	۱/۰۲ A	۱/۳۴ A
	بیوچار تفاله پسته			
۰	۱/۵۵ bc	۱/۱۳ bc	۰/۸۷ bc	۱/۱۸ AB
۱	۱/۴۵ bc	۱/۰۷ bc	۱/۳۵ bc	۱/۲۹ AB
۲	۱/۳۱ bc	۰/۹۶ bc	۰/۹۹ bc	۱/۰۸ AB
۳	۱/۶۵ bc	۱/۸۲ b	۱/۴۳ bc	۱/۶۳ A
میانگین	۱/۴۹ A	۱/۲۴ A	۱/۱۶ A	۱/۳۰ A

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن معنی‌دار نمی باشند.

منابع

خورشید، م.، حسین پور، ع. و اوستان، ش. ۱۳۸۷. تأثیر لجن فاضلاب بر جذب فسفر و فسفر قابل استفاده در برخی از خاک‌های آهکی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، جلد ۱۲، شماره ۴۶، صفحه‌های ۷۹۱ تا ۸۰۲.

زلفی باوریانی، م.، رونقی، ع.م.،کریمیان، ن.ع.، قاسمی، ر. و یثربی، ج. ۱۳۹۵. اثر بیوچار تهیه شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگیهای شیمیایی یک خاک آهکی، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال ۲۰، شماره ۷۵، صفحه‌های ۷۳ تا ۸۶.

فتح العلومی، س.، اصغری، ش. و گلی کلانپا، ا. ۱۳۹۴. اثرات لجن فاضلاب شهری بر غلظت عناصر پرمصرف در خاک و گیاه و برخی صفات زراعی گندم. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد پنجم، شماره دوم، صفحه‌های ۴۹ تا ۷۰.

نظری، م.ع.، شریعتمداری، ع.، افیونی، م.، مبلی، م. و رحیلی، ش. ۱۳۸۵. اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو و ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، صفحه‌های ۹۷ تا ۱۱۰.

نجفی قیری، م. ۱۳۹۴. تأثیر کاربرد بیوچارهای مختلف بر برخی ویژگیهای خاک و قابلیت جذب بعضی از عناصر غذایی در یک خاک آهکی. نشریه پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه‌های ۳۵۱-۳۵۸.

Ahmad B., Bakhsh K. and Hassan S. 2006. Effect of sewage water on spinach yield. Int. J. Agric. Biol., 8: 423-425.

Al Zoubi, M.M., Arsalan, A., Abdegawad, G.N., Pejon, N., Tabbaa, M., and Jouzdan, O. 2008. The effect of sewage sludge on productivity of a crop rotation of wheat, maize and vetch and heavy metals accumulation in soil and plant Aleppo governorate. Amer.-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 3: 4. 618-625.

Ali Khan M., Kazi T.G., Ansari R., Mujtaba S.M., Khanzada B., Khan M.A., Shirazi, M.U. and Mumtaz S. 2007. Effects of un-treated sewage sludge on wheat yield, metal uptake by grain and accumulation in the soil. Pak. J. Bot., 39(7): 2511-2517.

Cocarta D.M., Subtirelu V.R. and Badea A. 2016. The effect of sewage sludge on yield and quality of potatoes. International Journal of Advances in Science, Engineering and Technology, 4(1): 140-143.

Glaser B., Lehmann J. and Zech W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-a review. Biol Fertil Soils, 35:219–230.

Jamil M., Qacim M. and Umar M. 2006. Utilization of sewage sludge as organic fertilizer in sustainable agriculture. J. Appl. Sci., 6: 531–535.

Kribaa M., Hallaire V., Curmi P. and Lahmar R. 2001. Effect of various cultivation methods on the structure and hydraulic properties of a soil in a semi-arid climate. Soil Till. Res., 60: 43-53.

Madiba O.F., Solaiman Z.M., Carson J.K. and Murphy D.V. 2016. Biochar increases availability and uptake of phosphorus to wheat under leaching conditions. Biol Fertil Soils. 52:439–446.

Mazen A., Faheed F.A. and Ahmed A.F. 2010. Study of potential impacts of using sewage sludge in the amendment of desert reclaimed soil on wheat and jews mallow plants. Braz. Arch. Biol. Technol., 53(4): 917-930.

Mukherjee A. and Zimmerman A.R. 2013. Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar-soil mixtures. Geoderma, 194: 122- 130.

Roig N., Sierra J., Mart E., Nadal E., Schuhmacher M. and Domingo J.L. 2012. Longterm amendment of panish soils with sewage sludge: effects on soil functioning. J. Agric. Ecosyst. Environ., 158: 41-48.

Tamrabet L., Bouzerzour H., Kribaa M. and Makhlouf M. 2009. The effect of sewage sludge application on durum wheat *(Triticum durum).* Int. J. Agric. Biol., 11: 741–745.

Vaccari F.P., Baronti S., Leugato E., Genesio L., Castaldi S., Fornasier F. and Miglietta F. 2011. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. Europ. J. Agron., 34: 231-238.

Influence organic wastes application (sewage sludge, wheat biochar and pistachio biochar) on the concentration of some nutrients in soil after harvesting wheat

S. Karami[1] and A. Ronaghi[2]

1, 2- Ph. D. student and Professor of soil science and engineering department, College of Agriculture, Shiraz University

Abstract

Organic wastes decompose by microorganisms in soil and increase soil humus content and improve soil fertility. In order to evaluate the effect of organic wastes on the micro and macronutrients concentration in post-harvest soil, a greenhouse experiment was designed in a completely randomized design and factorial test (2 × 3 × 4) including two biochars (wheat and pistachio residue) in three levels (0, 1 and 2 percent w/w) and sewage sludge in four levels (0, 1, 2 and 3 percent w/w). After harvesting wheat (growth period of seven months), soil was analyzed to determine the concentration of nutrients. Results showed that application of both biochars increased soil manganese (Mn) and potassium (K) concentration but the concentration of nitrogen (N), iron (Fe) and copper (Cu) decreased. Concentration of all nutrients increased with sewage sludge application. Soils treated with pistachio biochar had lower phosphorus (P) and Mn but higher K concentrations than those of treated with wheat biochar.

Keywords: Biochar, Macronutrients, Micronutrients, Pistachio residue, Sewage sludge