اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر رشد و ترکیب شیمیایی جو بهاره و زیست‌فراهمی برخی عناصر غذایی در خاک آهکی لوم رسی و شنی

زهرا حاتم[1*] و عبدالمجید رونقی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۱)

چکیده

کاربرد کمپوست و شیرابه کمپوست به عنوان کودهای آلی، می‌تواند سبب بهبود رشد گیاه، جذب عناصر غذایی و افزایش زیست‌فراهمی عناصر غذایی در خاک شود. یک آزمایش فاکتوریل (۲×۴×۴) در چارچوب طرح کاملاً تصادفی برای ارزیابی اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر رشد و ترکیب شیمیایی جو بهاره و هم‌چنین زیست‌فراهمی برخی عناصر در خاک آهکی لوم رسی و شنی در شرایط گلخانه اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح کمپوست (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم)، چهار سطح شیرابه کمپوست (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم) و دو محیط کشت (خاک لوم رسی و شنی) با سه تکرار بود. نتایج نشان داد که با افزایش کمپوست و شیرابه کمپوست در خاک لوم رسی و شنی وزن ماده خشک اندام هوایی، تعداد پنجه، تعداد سنبله و عملکرد دانه جو افزایش معنی‌داری یافت. بیشترین وزن ماده خشک اندام هوایی و تعداد پنجه در دو محیط کشت در بالاترین سطح کمپوست یا شیرابه کمپوست و بیشترین تعداد سنبله و عملکرد دانه جو در کمترین سطح کمپوست و شیرابه کمپوست به‌دست آمد. کاربرد کمپوست در خاک لوم رسی و شنی سبب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در اندام هوایی و ریشه جو شد. ولی افزودن شیرابه کمپوست تنها سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و آهن در اندام هوایی گیاه شد. با افزایش سطوح کمپوست، غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر، آهن، منگنز، روی، مس و هم‌چنین میزان قابلیت هدایت الکتریکی و ماده آلی در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت جو افزایش یافت. افزودن شیرابه سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن، روی، مس و میزان ماده آلی و قابلیت هدایت الکتریکی در دو محیط کشت شد. در تیمارهای کمپوست و شیرابه کمپوست در دو محیط کشت، پس از برداشت گیاه غلظت عناصر کم مصرف از حد بحرانی بالاتر بود. بنابراین نیاز به افزودن این عناصر برای کشت بعدی نمی‌باشد. به طور کلی از کمپوست و شیرابه کمپوست می‌توان به عنوان کود آلی مناسب در کشت جو استفاده نمود، هر چند به دلیل شوری بالای شیرابه کمپوست و عناصر سنگین موجود در کمپوست و شیرابه کمپوست در میزان و دفعات کاربرد آنها به ویژه در خاک‌های شنی باید دقت کافی نمود. قبل از هر توصیه کودی، نتایج این پژوهش بایستی در شرایط مزرعه نیز تأیید شود.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، شیرابه کمپوست، جو بهاره، خاک لوم رسی، خاک شنی

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hatam_za@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

مقدمه

از روش‌های مؤثر دفع زباله‌ها، تبدیل آنها به کمپوست و استفاده بهینه از این مواد به عنوان کود آلی در کشاورزی است. کاربرد کمپوست زباله شهری به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک رو به افزایش است. افزودن کمپوست زباله شهری می‌تواند سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و بهبود ساختمان‌سازی خاک شود (۶). کاربرد کمپوست می‌تواند سبب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش میزان هوموس و ظرفیت بافری خاک، جذب سطحی علف‌کش‌ها و افزایش برخی آنزیم‌ها و در نتیجه سبب کنترل جمعیت میکروبی در خاک شود. هر چند در صورت وجود عناصر سنگین در کمپوست زباله شهری کاربرد مکرر آن می‌تواند سبب آلوده شدن خاک‌های زراعی به این عناصر شود (۲۲).

یکی از مشکلات موجود در فرآیند تبدیل زباله‌های شهری به کمپوست، تولید مقدار زیادی شیرابه، به علت رطوبت زیاد زباله‌ها در ایران است. کارخانه کمپوست اصفهان روزانه با تبدیل ۷۰۰ تن زباله شهری به کمپوست به‌طور متوسط حدود ۱۲۵,۰۰۰ لیتر شیرابه کمپوست در روز تولید می‌کند. کاربرد شیرابه کمپوست شهری به عنوان کود آلی مایع در زمین‌های کشاورزی، راهی برای مصرف بهینه شیرابه کمپوست می‌باشد که به دلیل وجود عناصر ضروری و ماده آلی می‌تواند سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شود (۱). هر چند به دلیل غلظت بالای نمک‌های محلول در شیرابه کمپوست شهری، در صورت استفاده مداوم از آن برای آبیاری زمین‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، باید در ابتدا آن را رقیق کرد (۸).

کاربرد شیرابه کمپوست به دلیل داشتن پ‌هاش اسیدی در خاک‌های آهکی احتمالاً سبب افزایش قابلیت استفاده عناصر ضروری کم مصرف می شود. کاربرد مکرر شیرابه کمپوست زباله شهری همانند کمپوست، در صورتی‌که حاوی غلظت زیاد عناصر سنگین باشد، در درازمدت می‌تواند سبب آلوده شدن خاک به این عناصر شود، بنابراین کاربرد شیرابه باید با احتیاط و مطالعه کافی انجام شود. با توجه به این که در سال‌های اخیر در ایران، کاربرد کمپوست و شیرابه کمپوست زباله شهری به عنوان کود مایع مورد توجه واقع شده، به انجام تحقیقات بیشتری در مورد اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر رشد و عملکرد محصولات زراعی و هم‌چنین زیست‌فراهمی عناصر غذایی در خاک نیاز است.

مواد و روش‌ها

مقدار کافی خاک از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی متری) از سری دانشکده واقع در ایستگاه زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، جمع‌آوری شد. نام علمی خاک در سیستم جدید طبقه‌بندی fine, mixed (calcareous), mesic Typic Calcixerepts می‌باشد (۳۶). هم‌چنین از خاک شنی به عنوان بافت دیگر استفاده شد. پس از هوا خشک کردن خاک و عبور از الک دو میلی‌متری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). از جمله بافت خاک به روش هیدرومتر (۱۶)، ماده آلی به روش اکسایش با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن با فرو آمونیوم سولفات (۳۰)، پ‌هاش خاک در خمیر اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (۳۸)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی (۳۳)، نیتروژن کل به روش کلدال (۹)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی به‌وسیله اسید کلریدریک (۲۴)، فسفر قابل استفاده به‌وسیله عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم (۳۱) و غلظت آهن، منگنز، مس، روی، کادمیم و سرب عصاره‌گیری شده با EDTA (۲۲) به‌وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد. کود کمپوست و شیرابه کمپوست کاربردی، محصول کارخانه کمپوست اصفهان بودند. پس از خشک شدن کمپوست در هوا و عبور از الک دو میلی‌متری، بعضی از ویژگی‌های آن با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (۳۷). هم‌چنین ابتدا شیرابه را با استفاده از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۳۰ دقیقه، سانتریفیوژ کرده و در محلول صاف شده مشابه با کمپوست ویژگی‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول۱. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک لوم رسی و شنی

نوع محیط کشت	شن	سیلت	رس	کربن آلی	نیتروژن کل	کربنات کلسیم معادل	pH	CEC (میلی اکی والان بر کیلوگرم)	EC (دسی زیمنس بر متر)	فسفر	آهن	منگنز	مس	روی	کادمیم	سرب
	در صد									میلی گرم در کیلوگرم						
خاک لوم رسی	۲۶	۴۰	۳۴	۰/۵	۰/۰۴۳	۵۳	۷/۵	۲۸	۰/۵۷	۱۲/۶	۵/۴*	۶/۳	۱/۳۸	۰/۷۶	ND†	ND
خاک شنی	۱۰۰	۰	۰	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۲۸	۷/۷	۰/۷	۰/۲	۰/۴۳	ND	ND	ND	ND	ND	ND

*: عناصر کم مصرف و سنگین با EDTA عصاره‌گیری شدند.

†: این عنصر توسط دستگاه جذب اتمی قابل اندازه‌گیری نبود و در حد خطای دستگاه گزارش شد.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی کمپوست و شیرابه کمپوست زباله شهری

نوع ماده آلی	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی	نیتروژن کل	C/N	فسفر	آهن	منگنز	مس	کادمیم	سرب
			در صد			میکروگرم درگرم					
کمپوست	۷/۷۶[۱]	۴/۳۱	۲۸/۳	۲/۴۴	۱۱/۶	۳۲۵۰†	۵۳۴۰	۱۷۲/۵	۱۰۸/۷۵	۳/۶*	۱۱۱*
شیرابه کمپوست	۴/۹۷	۲۸/۲۵	۱/۸۲	۰/۱۶	۱۱/۳۸	۱۷۳	۵/۲۱	۳/۴۳	۳/۷۲	۱۲	۹۶

۱: در نسبت ۱ به ۵ کمپوست به آب

†: در کمپوست غلظت کل عناصر و در شیرابه کمپوست غلظت عناصر محلول اندازه‌گیری شده است.

*: حد مجاز کادمیم و سرب در کمپوست براساس استاندارد کشور اسپانیا به ترتیب ۴۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است (۹). به دلیل کمبود استاندار ایرانی از استاندارد اروپایی استفاده شد که در میان کشورهای اروپایی کشور اسپانیا به ایران شباهت بیشتری دارد (۲).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

شیمیایی آن تعیین شد، با این تفاوت که آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل و در چارچوب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها عبارت بودند از چهار سطح کمپوست (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک) و چهار سطح شیرابه کمپوست (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک) که به طور جداگانه به دو محیط کشت افزوده شد. مقدار خاک در هر گلدان سه کیلوگرم بود. براساس نتایج آزمون خاک و برای جلوگیری از کمبود احتمالی، به تمام گلدان‌ها ۲۵ میلی‌گرم فسفر از منبع $CaHPO_4$، ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن ۱۳۸، و ۱۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک برای جو بهاره در سه قسط مساوی (قبل از کاشت و در مراحل پنجه‌زنی و پر شدن دانه) اضافه شد. در هر گلدان ۴ عدد بذر جو بهاره (رقم ریحانه) در عمق حدود ۳ سانتی‌متری کاشته شد.

در طول آزمایش رطوبت خاک با روش توزین در حد ظرفیت مزرعه حفظ شد. هشت هفته بعد از جوانه‌زنی، اندام هوایی سه عدد جو در مرحله رویشی از محل طوقه قطع شدند. یک عدد گیاه جو در گلدان تا تکمیل مرحله زایشی نگهداری شد. خوشه‌های جو در مرحله زایشی پس از رسیدن دانه‌ها برداشت شد و ریشه‌ها از هر دو خاک به دقت جدا شدند. پس از توزین، نمونه‌های گیاهی توسط آسیاب برقی پودر شدند. سپس نیتروژن کل به روش کلدال (۹) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین یک گرم ماده خشک گیاهی در کوره الکتریکی در دمای $^{\circ}$۵۵۰ سلسیوس خاکستر شد. خاکستر حاصله در ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو نرمال حل شده و پس از صاف شدن با استفاده از کاغذ صافی حجم نهایی محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد (۱۳) و عناصر مختلف در آن به شرح زیر اندازه‌گیری شدند. فسفر به روش زردوانادات (۱۲)، آهن، منگنز، روی، مس، کادمیم و سرب توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. زمان رسیدن دانه‌ها، عملکرد دانه‌ها، زمان ظهور سنبله‌ها و تعداد سنبله‌ها در جو بهاره تعیین شد. داده‌های به‌دست آمده، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و برنامه MSTATC با آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین مربوط به اثر هر یک از تیمارها به صورت جداگانه محاسبه و با آزمون دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزن ماده خشک اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی شد (جدول ۳). بیشترین وزن ماده خشک جو در سطح ۶۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک به‌دست آمد، هر چند در خاک شنی بین سطوح ۳۰ و ۶۰ گرم کمپوست اختلاف معنی‌دار نبود. وزن ماده خشک جو در خاک لوم رسی و شنی به‌ترتیب از ۵/۷ و ۳ گرم در گلدان در گیاه شاهد به ۱۱/۹ و ۸/۸ گرم در گلدان (۱۰۸ و ۱۸۹ درصد) افزایش یافت. کاربرد شیرابه کمپوست در خاک لوم رسی در تمام سطوح و در خاک شنی تنها در سطح ۴۰ گرم در کیلوگرم سبب افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک اندام هوایی جو در مقایسه با تیمار شاهد شد. مارکوت و همکاران (۲۶) گزارش کردند کاربرد سطوح بالای کمپوست به دلیل وجود عناصر سنگین، سبب کاهش عملکرد جو و فعالیت آنزیم‌های خاک نسبت به تیمار شاهد شد. گارسیا- گیل و همکاران (۱۵) نشان دادند با افزایش سطوح کمپوست وزن ماده خشک جو افزایش معنی‌دار یافت به‌طوری‌که به‌ترتیب با کاربرد ۲۰ و ۸۰ تن در هکتار، ۱۰ و ۴۶ درصد افزایش عملکرد به‌دست آمد. هم‌چنین با کاربرد کمپوست فعالیت آنزیم‌های خاک افزایش معنی‌دار یافت. روکا-پرز و همکاران (۳۴) نشان دادند که کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌دار عملکرد جو بهاره شد. آنان پیشنهاد کردند بهترین سطح کمپوست در خاک رسی ۱۱ و در خاک شنی ۳۴ مگاگرم در هکتار بود که سبب افزایش رشد جو و بهبود خصوصیات خاک گردید. مینگچو و همکاران (۲۸) گزارش کردند با کاربرد کمپوست عملکرد جو در خاک لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی افزایش یافت. با کاربرد کمپوست در خاک لوم رسی و شنی تعداد پنجه و عملکرد جو نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۳).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول ۳. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر وزن ماده خشک اندام هوایی و عملکرد دانه (گرم در گلدان)، تعداد پنجه و سنبله در گلدان در خاک لوم رسی و خاک شنی

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				میانگین	شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۱۵	۳۰	۶۰		۰	۱۰	۲۰	۴۰	
	وزن ماده خشک									
خاک لوم رسی	۵/۷۰^{c}	۶/۳۶^{bc}	۸/۲^{b}	۱۱/۸۸^{a}	۸/۰۳^{A}	۵/۲۲^{d}	۵/۶۸^{b}	۷/۵۵^{a}	۷/۸۲^{a}	۶/۵۷^{A}
خاک شنی	۳/۰۳^{d}	۵/۲۲^{c}	۷/۱۴^{b}	۸/۷۶^{b}	۶/۰۴^{A}	۳/۱۲^{c}	۳/۲۶^{c}	۳/۶۵^{c}	۴/۷۷^{b}	۳/۷^{B}
	عملکرد دانه									
خاک لوم رسی	۲/۵۲^{d}	۸/۶۷^{a}	۶/۲۱^{b}	۴/۶۰^{c}	۵/۵۰^{A}	۲/۶۱^{d}	۸/۴۵^{a}	۶/۵۰^{b}	۴/۱۸^{c}	۵/۴۳^{A}
خاک شنی	۱/۹۳^{d}	۴/۵۲^{c}	۷/۲۸^{b}	۹/۱۵^{a}	۵/۷۲^{A}	۱/۸۲^{d}	۳/۲۷^{c}	۳/۲۷^{c}	۵/۸۷^{b}	۳/۵۶^{B}
	تعداد پنجه در گلدان									
خاک لوم رسی	۴۸/۳۳^{c}	۵۷/۶۷^{c}	۸۷/۳۶^{b}	۱۳۷ ^{a}	۸۷/۵۹^{A}	۳۵/۶۷^{c}	۴۶/۶۷^{c}	۶۷/۳۳ ^{ab}	۸۰^{a}	۵۷/۴^{A}
خاک شنی	۱۵/۳۳^{d}	۵۴/۳۳^{c}	۷۴/۳۳^{b}	۱۳۵/۱^{a}	۶۹/۷۸ ^{A}	۱۶/۷۴^{d}	۲۲/۵۰^{d}	۲۹/۵۷ ^{cd}	۳۶/۲۶^{c}	۲۶/۲۷^{B}
	تعداد سنبله در گلدان									
خاک لوم رسی	۳/۳۴^{c}	۱۷/۱۲^{a}	۹/۶۷^{b}	۵/۳۳^{bc}	۸/۸۶^{A}	۳/۵۲^{c}	۱۵/۶۸^{a}	۸/۵۳^{b}	۴/۶۷^{bc}	۸/۱۰^{A}
خاک شنی	۱/۶۷^{d}	۶/۳۲^{bc}	۱۵/۲۷^{a}	۱۸/۶۷^{a}	۱۰/۴۸^{A}	۱/۳۳^{d}	۵/۳۰^{bc}	۱۳/۷۱^{a}	۱۶/۵۳^{a}	۹/۲۲^{A}

* : برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بیشترین میزان عملکرد در سطح ۱۵ گرم کمپوست در خاک لوم رسی و ۶۰ گرم کمپوست در شنی به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد دانه جو در مقایسه با گیاه شاهد در خاک لوم رسی و شنی به ترتیب ۲۴۴ و ۳۷۴ درصد بود. اختلاف معنی‌داری در میانگین عملکرد دانه جو بین خاک لوم رسی و شنی دیده نشد. بیشترین میزان عملکرد دانه جو بهاره به ترتیب در سطح ۱۰ گرم شیرابه در خاک لوم رسی و ۴۰ گرم شیرابه در شنی به‌دست آمد که این افزایش در خاک لوم رسی و شنی نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۲۴۴ و ۲۲۳ درصد بود. میانگین عملکرد دانه جو بهاره در خاک لوم رسی ۵۲/۵ درصد بیشتر از شنی بود. مورنو و همکاران (۲۹) گزارش کردند سطوح بالای کمپوست به دلیل داشتن کادمیم زیاد سبب کاهش عملکرد دانه جو بهاره شد ولی بر وزن ماده خشک گیاه اثر معنی‌داری نداشت. افزایش سطوح کمپوست و یا شیرابه کمپوست سبب تأخیر در زمان ظهور سنبله و رسیدن دانه شد به‌طوری‌که با افزایش سطوح کمپوست و یا شیرابه کمپوست زمان رسیدن دانه جو بهاره به‌ترتیب دو، پنج و هشت هفته نسبت به تیمار شاهد به تأخیر افتاد. کوک و همکاران (۱۳) گزارش کردند بیشترین میزان تعداد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

پنجه‌ها و عملکرد دانه جو بهاره (۲۵ درصد) در بالاترین سطح کمپوست به‌دست آمد. ولی در کیفیت دانه از نظر غلظت نیتروژن و وزن هزار دانه تغییر چندانی در مقایسه با تیمار شاهد دیده نشد. بیرچ و لانگ (۱۱) گزارش کردند با افزایش سطوح نیتروژن تعداد پنجه‌های بارور و در نتیجه عملکرد دانه جو کاهش یافت ولی در مجموع تعداد کل پنجه و میزان پروتئین دانه افزایش یافت. آنان نشان دادند بیشترین میزان پنجه با کاربرد ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. مقادیر بالاتر نیتروژن کاهش تعداد پنجه بالغ و در مقادیر کمتر کاهش عملکرد و پروتئین دانه را به همراه داشت. هالینن و همکاران (۱۸) نشان دادند با افزایش سطوح کمپوست در خاک میزان عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت اما میزان نیتروژن کمپوست به قدری نبود که بتواند تمام نیتروژن مورد نیاز جو را تأمین کند و نیازمند افزودن مکمل کود شیمیایی بود. بیشترین غلظت نیتروژن کل اندام هوایی جو در سطح ۶۰ گرم کمپوست به‌دست آمد که در خاک لوم رسی و شنی به‌ترتیب ۱۴۷ و ۱۹۰ درصد نسبت به گیاه شاهد بیشتر بود (جدول۴).کاربرد شیرابه کمپوست اثری بر غلظت نیتروژن کل جو بهاره نداشت. کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، منگنز، روی و مس اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی در مقایسه با گیاه شاهد شد و در همه موارد بیشترین غلظت این عناصر در سطح ۶۰ گرم کمپوست به‌دست آمد (جدول‌های ۴ و ۵).

مورنو و همکاران (۲۹) گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست، غلظت نیتروژن و فسفر جو و خاک نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. هم‌چنین آنان نشان دادند با کاربرد کمپوست، جذب کادمیم و روی توسط گیاه به مقدار قابل توجهی افزایش یافت و مقدار جذب شده با غلظت آنها در خاک همبستگی قوی داشت. آنان هم‌چنین اظهار داشتند مس در خاک به دلیل ایجاد کمپلکس با ماده آلی، به مقدار کمی جذب گیاه شد و مقدار جذب شده توسط گیاه با غلظت مس خاک همبستگی نداشت. مفتون و همکاران (۲۵)گزارش کردند کاربرد کمپوست سبب افزایش غلظت فسفر در اسفناج شد. کانتنی و مولن (۱۴) گزارش کردند که کاربرد کمپوست سبب افزایش مس و روی در گیاه شد که با عملکرد جو همبستگی بالایی نشان داد، اما سطوح بالای کمپوست سبب کاهش غلظت آهن موجود در گیاه شد. هورست و همکاران (۱۹) نشان دادند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن، فسفر و آهن در جو بهاره نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار یافت. غلظت کادمیم و سرب اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی توسط دستگاه جذب اتمی قابل اندازه‌گیری نبود و در حد تشخیص دستگاه (به‌ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم برای کادمیم و سرب)گزارش شد. کاربرد شیرابه کمپوست اثری بر منگنز، روی و مس اندام هوایی جو بهاره نداشت ولی سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر و آهن گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول‌های ۴ و ۵). کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک ریشه، غلظت نیتروژن کل، آهن، منگنز، روی و مس ریشه جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول‌های ۶ و ۷). کاربرد شیرابه کمپوست در خاک لوم رسی اثری بر وزن ماده خشک ریشه جو بهاره نداشت. ولی در خاک شنی در تمام سطوح سبب افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک ریشه در کاربرد شیرابه کمپوست اثری بر غلظت نیتروژن کل، آهن، منگنز، روی و مس ریشه جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی نسبت به تیمار شاهد نداشت (جدول‌های ۶ و ۷). غلظت کادمیم و سرب در ریشه جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی توسط دستگاه دستگاه جذب اتمی قابل اندازه‌گیری نبود و در حد تشخیص دستگاه گزارش شد. با افزایش سطوح کمپوست غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت در سطوح ۱۵، ۳۰ و ۶۰ گرم کمپوست نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۸).

بیشترین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت جو، با کاربرد ۱۵ گرم کمپوست به دست آمد. غلظت نیتروژن نیتراتی در سطح ۶۰ گرم کمپوست نسبت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول ۴. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر غلظت نیتروژن (درصد) و فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) در اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و خاک شنی

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۱۵	۳۰	۶۰	میانگین	۰	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
	نیتروژن کل									
خاک لوم رسی	۱/۵۴^{d}	۲/۲۴^{c}	۳/۳۸^{ab}	۳/۸۱^{a}	۲/۷۶^{A}	۱/۵۲^{a}	۱/۶۴^{a}	۱/۸۰^{a}	۱/۸۷^{a}	۱/۷۰^{A}
خاک شنی	۱/۳۲^{d}	۲/۴۳^{c}	۳/۴۴^{ab}	۳/۸۳^{a}	۲/۷۳^{A}	۱/۳۲^{a}	۱/۵۵^{a}	۱/۶۲^{a}	۱/۶۶^{a}	۱/۵۴^{A}
	فسفر									
خاک لوم رسی	۲۱۴۲^{b}	۲۹۰۷^{a}	۳۳۱۸^{a}	۳۵۶۵^{a}	۲۹۸۳^{A}	۲۱۳۰^{b}	۲۶۴۳^{a}	۲۷۵۷^{a}	۲۹۹۷^{a}	۲۶۳۱^{A}
خاک شنی	۲۱۱۰^{b}	۲۹۲۱^{a}	۳۲۷۵^{a}	۳۶۴۸^{a}	۲۹۸۸^{A}	۲۱۱۴^{b}	۲۶۵۱^{a}	۲۷۸۷^{a}	۳۰۲۳^{a}	۲۶۴۴^{A}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر غلظت عناصر کم مصرف (میکروگرم در گرم) اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و خاک شنی

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۱۵	۳۰	۶۰	میانگین	۰	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
	آهن									
خاک لوم رسی	۶۲^{f}	۱۵۹/۲^{d}	۱۸۳/۶۵^{c}	۲۱۶/۹^{a}	۱۵۵/۴۴^{A}	۶۱/۰۵^{c}	۸۲/۱۰^{b}	۹۳/۶۵^{a}	۱۰۰/۵۰^{a}	۸۴/۳۲^{A}
خاک شنی	۵۶/۵۱^{f}	۱۴۴/۷^{c}	۱۹۵/۵^{b}	۲۲۱/۵۸^{a}	۱۵۴/۵۸^{A}	۵۸/۱۴^{c}	۸۴/۹۵^{b}	۹۵/۷۵^{ab}	۱۰۷/۱۶^{ab}	۸۶/۵۰^{A}
	منگنز									
خاک لوم رسی	۶۵/۲^{d}	۷۸/۷۵^{bc}	۸۹/۷^{b}	۱۱۸/۵۳^{a}	۸۸/۰۵^{A}	۵۳/۵۳^{a}	۵۵/۲۰^{a}	۷۱/۱۳^{a}	۷۱/۵^{a}	۶۹/۰۶^{A}
خاک شنی	۳۳/۲^{c}	۳۹/۶۵^{c}	۷۴/۵^{cd}	۱۲۴/۲۵^{a}	۶۷/۹^{A}	۳۰/۶۵^{b}	۳۲/۹۵^{b}	۳۵/۱۵^{b}	۴۲/۱۷^{b}	۳۵/۲۳^{B}
	روی									
خاک لوم رسی	۷۵/۵^{c}	۸۲/۷۶^{c}	۱۰۶/۹^{b}	۱۳۳/۷۵^{a}	۹۹/۷۳^{A}	۷۴/۱۵^{a}	۷۹/۶۰^{a}	۸۴/۲۶^{a}	۸۷/۴۰^{a}	۸۱/۳۵^{A}
خاک شنی	۷۰/۷^{c}	۷۵/۲۸^{c}	۸۶/۳۵^{b}	۱۰۷/۷^{b}	۸۵/۰۳^{A}	۷۰/۱۲^{b}	۷۷/۷۶^{b}	۷۵/۲۸^{b}	۸۲/۸۴^{b}	۷۶/۵۰^{B}
	مس									
خاک لوم رسی	۲۴/۱^{b}	۲۷/۶۷^{b}	۳۵/۲^{ab}	۴۱/۹۵^{a}	۳۲/۲۲^{A}	۲۳/۱۴^{a}	۲۵/۹۰^{a}	۲۷/۵۰^{a}	۲۹/۰۲^{a}	۲۶/۴^{A}
خاک شنی	۲۲/۱^{b}	۲۵/۲۸^{b}	۳۴/۳^{ab}	۴۸/۷۸^{a}	۳۲/۶۱^{A}	۲۱/۳۸^{a}	۲۳/۷۲^{a}	۲۵/۱۳^{a}	۲۸/۵۷^{a}	۲۴/۷۰^{A}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول ۶. اثر سطوح کمپوست و شیرابه کمپوست بر وزن ماده خشک ریشه جو بهاره (گرم در گلدان) و غلظت نیتروژن (در صد) ریشه در خاک لوم رسی و خاک شنی

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۱۵	۳۰	۶۰	میانگین	۰	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
	وزن خشک ریشه									
خاک لوم رسی	۳/۲۵^{a}	۳/۵۷^{a}	۳/۵۳^{a}	۳/۵^{a}	۳/۴۶^{A}	۳/۲۵^{a}	۳/۵۷^{a}	۳/۵۳^{a}	۳/۵^{a}	۳/۴۶^{A}
خاک شنی	۱/۰۷^{c}	۲/۳۸^{ab}	۲/۴۳^{ab}	۲/۲۳^{ab}	۳/۰۲ ^{A}	۱/۰۷^{c}	۲/۳۸^{ab}	۲/۴۳^{ab}	۲/۲۳^{ab}	۳/۰۲ ^{A}
	نیتروژن کل									
خاک لوم رسی	۰/۵۷^{b}	۱/۲۳^{a}	۱/۳^{a}	۱/۴۵^{a}	۱/۱۴^{A}	۰/۵۰ ^{a}	۰/۵۳^{a}	۰/۵۸ ^{a}	۰/۶۰ ^{a}	۰/۵۵^{A}
خاک شنی	۰/۴۸^{b}	۱/۲۷^{a}	۱/۳۵^{a}	۱/۴۷^{a}	۱/۱۴^{A}	۰/۴۷ ^{a}	۰/۵۱ ^{a}	/۵۶ ^{a}	۰/۶۱ ^{a}	۰/۵۴^{A}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر غلظت عناصر کم مصرف (میکروگرم در گرم) ریشه جو بهاره در خاک لوم رسی و خاک شنی

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۱۵	۳۰	۶۰	میانگین	۰	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
	آهن									
خاک لوم رسی	۳۲/۶۸^{b}	۴۶/۱۲^{a}	۵۵/۳۱^{a}	۵۸/۶۵^{a}	۴۸/۱۹^{A}	۳۴/۷۷^{a}	۳۵/۱۸^{a}	۳۶/۹۳^{a}	۳۲/۲۶^{a}	۳۴/۷۸^{A}
خاک شنی	۲۴/۲^{c}	۳۹/۲۵^{a}	۴۸/۲۵^{a}	۵۴/۳۱^{a}	۴۱/۵ ^{A}	۲۵/۲۶^{a}	۲۴/۷۳^{a}	۲۷/۰۶^{a}	۲۶/۴۳^{a}	۲۵/۸۷^{A}
	منگنز									
خاک لوم رسی	۱۴/۳۱^{b}	۲۰/۱۵^{b}	۳۲/۲۶^{a}	۳۵/۴^{a}	۲۵/۵۳ ^{A}	۱۳/۳۶ ^{a}	۱۴/۴۵ ^{a}	۱۲/۲۰ ^{a}	۱۵/۶۷^{a}	۱۳/۹۲ ^{A}
خاک شنی	۱۳/۱۶^{b}	۲۴/۳۰^{b}	۳۶/۱۸^{a}	۳۷/۳^{a}	۲۷/۷۳ ^{A}	۱۲/۷۰ ^{a}	۱۳/۲۳ ^{a}	۱۳/۴۶ ^{a}	۱۳/۰۴ ^{a}	۱۳/۱۱^{A}
	روی									
خاک لوم رسی	۱۲/۲۶^{b}	۱۴/۳^{b}	۲۲/۸۸^{a}	۳۶/۰۷^{a}	۲۱/۸۸ ^{A}	۱۰/۴۵ ^{a}	۱۱/۶۸ ^{a}	۱۲/۱۳ ^{a}	۱۲/۷۷ ^{a}	۱۱/۷۶^{A}
خاک شنی	۱۱/۱۷^{b}	۱۵/۴۷^{b}	۲۸/۷ ^{a}	۳۴/۱۶^{a}	۲۲/۳۷ ^{A}	۹/۲۸ ^{a}	۱۱/۳۵ ^{a}	۱۱/۶۴ ^{a}	۱۲/۴۸ ^{a}	۱۱/۱۹^{A}
	مس									
خاک لوم رسی	۱۰/۲۸^{b}	۱۲/۵۲^{b}	۱۵/۴۳^{a}	۱۸/۶^{a}	۱۴/۲۱ ^{A}	۱۰/۴۳ ^{a}	۱۱/۲۴^{a}	۱۱/۳۴ ^{a}	۱۱/۵۲ ^{a}	۱۱/۱۳^{A}
خاک شنی	۹/۷۵^{b}	۱۱/۷۱^{b}	۱۴/۵۴^{a}	۱۹/۸۲^{a}	۱۳/۹۵ ^{A}	۱۱/۳۳ ^{a}	۱۲/۱۴^{a}	۱۱/۶۰ ^{a}	۱۱/۸۷ ^{a}	۱۱/۷۳^{A}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول ۸. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر غلظت نیتروژن نیتراتی و فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک لوم رسی و خاک شنی پس از برداشت جو بهاره

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				میانگین	شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۱۵	۳۰	۶۰		۰	۱۰	۲۰	۴۰	
	نیتروژن نیتراتی									
خاک لوم رسی	$۳/۷۵^{d}$	$۸/۴۶^{a}$	$۷/۷۳^{ab}$	$۶/۱۸^{b}$	$۶/۵۳^{A}$	$۴/۰۳^{a}$	$۴/۲۵^{a}$	$۴/۳۷^{a}$	$۴/۴۱^{a}$	$۴/۲۶^{A}$
خاک شنی	$۳/۴۳^{d}$	$۸/۱۲^{a}$	$۷/۴۶^{ab}$	$۶/۲۳^{b}$	$۶/۳۱^{A}$	$۳/۳۰^{a}$	$۳/۵۴^{a}$	$۳/۶۲^{a}$	$۳/۷۰^{a}$	$۳/۵۴^{A}$
	فسفر									
خاک لوم رسی	$۱۲/۶^{cd}$	$۱۹/۷۴^{b}$	$۲۳/۱۸^{ab}$	$۲۸/۷۳^{a}$	$۲۱/۰۷^{A}$	$۱۲/۴^{a}$	$۱۳/۵۸^{a}$	$۱۵/۰۶^{a}$	$۱۵/۶۴^{a}$	$۱۴/۱۷^{A}$
خاک شنی	$۹/۷^{d}$	$۱۱/۸۳^{cd}$	$۱۴/۵۸^{c}$	$۱۶/۲۳^{c}$	$۱۳/۰۸^{A}$	$۱۰/۲۶^{a}$	$۱۲/۰۷^{a}$	$۱۳/۰۵^{a}$	$۱۳/۸۵^{a}$	$۱۲/۳۱^{A}$

* : برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج در صد اختلاف معنی‌داری ندارند

به سطح ۱۵ گرم، ۲۷ درصد کمتر بود که دلیل آن جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه به دنبال رشد و تولید زیست‌توده بیشتر در تیمار ۶۰ گرم کمپوست می‌باشد(جدول‌های ۳ و ۴). بین خاک لوم رسی و شنی اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی وجود نداشت. کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، آهن، منگنز و مس در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت جو بهاره در مقایسه با تیمار شاهد شد که بیشترین غلظت مربوط به سطح ۶۰ گرم کمپوست بود، هر چند با برخی سطوح کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۸ و۹). مصرف کمپوست تأثیری بر غلظت روی در خاک لوم رسی نداشت اما کاربرد ۳۰ و ۶۰ گرم کمپوست سبب افزایش معنی‌دار غلظت روی در شنی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول۹). مورنو و همکاران (۲۹) اظهار داشتند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن نیتراتی و فسفر قابل استفاده در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌دار نشان داد. مینگچو و همکاران (۲۸) گزارش کردند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن، روی، مس، کادمیم و سرب در خاک لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار یافت. کاربرد شیرابه کمپوست اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر و منگنز در خاک لوم رسی و شنی نداشت (جدول‌های ۸ و ۹) که علت این امر می‌تواند غلظت کم این عناصر در شیرابه کمپوست باشد (جدول ۲).

اما افزودن شیرابه کمپوست سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن، روی و مس در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت دانه جو نسبت به تیمار شاهد شد که بالاترین غلظت در سطح ۴۰ گرم شیرابه به‌دست آمد، هر چند با برخی سطوح شیرابه کمپوست اختلاف معنی‌دار نداشته است (جدول ۹). آرورا و گیبا (۷) نشان دادند استفاده از پساب شهری سبب افزایش غلظت مس گیاه از ۲/۱ میکروگرم در گرم در تیمار شاهد به ۴/۲ میکروگرم در گرم شد. غلظت کادمیم و سرب در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول۹. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر غلظت عناصر کم مصرف (میلی گرم در کیلوگرم) در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت جو بهاره

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				
	۰	۱۵	۳۰	۶۰	میانگین	۰	۱۰	۲۰	۴۰	میانگین
					آهن					
خاک لوم رسی	۵/۳۸^{c}	۷/۴۲^{b}	۸/۵۷^{a}	۸/۶۸^{a}	۷/۵۱^{A}	۵/۴۰^{b}	۷/۳۷^{a}	۷/۶۷^{a}	۷/۴۳^{a}	۷/۴۷^{A}
خاک شنی	۵/۲۷^{c}	۷/۵۰^{b}	۸/۸۳^{a}	۸/۸۲^{a}	۷/۶۰^{A}	۵/۳۲^{b}	۷/۶۸^{a}	۷/۸۳^{a}	۷/۵۴^{a}	۷/۶۰^{A}
					منگنز					
خاک لوم رسی	۴/۳۶^{c}	۵/۲۵^{bc}	۵/۱۳^{ab}	۶/۲۷^{a}	۵/۲۵^{A}	۵/۳۵^{ab}	۵/۵۳^{ab}	۵/۶۲^{ab}	۵/۱۷^{a}	۵/۶۷^{A}
خاک شنی	۳/۶۵^{c}	۵/۱۷^{bc}	۵/۴۲^{ab}	۶/۴۳^{a}	۵/۱۷^{A}	۵/۱۳^{b}	۵/۳۴^{ab}	۵/۴۲^{ab}	۵/۵۲^{ab}	۵/۳۵^{A}
					روی					
خاک لوم رسی	۱/۳۸^{bc}	۴/۲۷^{bc}	۶/۸۳^{bc}	۷/۵^{ab}	۵ ^{A}	۱/۴۲^{c}	۲/۰۸^{b}	۲/۱۷^{ab}	۳/۳۲^{a}	۲/۲۵^{A}
خاک شنی	۱/۲۹^{d}	۳/۵۷^{d}	۶/۲۷^{bc}	۷/۳ ^{a}	۴/۶^{A}	۱/۳۲^{c}	۱/۸۷^{b}	۲/۷۴ ^{a}	۳/۴۵^{a}	۲/۶۰^{A}
					مس					
خاک لوم رسی	۱/۴۳^{d}	۲/۶۵ ^{c}	۳/۱۸ ^{a}	۳/۵۸^{a}	۲/۷۱^{A}	۱/۴۷^{c}	۱/۵۲^{bc}	۲/۶۴^{b}	۲/۷۷^{ab}	۲/۱ ^{A}
خاک شنی	۱/۳۴^{d}	۱/۴ ^{c}	۲/۷۳^{ab}	۳/۶۵^{a}	۲/۲۸ ^{A}	۱/۴۲^{c}	۱/۶۸^{b}	۲/۷۳^{ab}	۲/۸ ^{a}	۲/۱۶ ^{A}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

خاک لوم رسی و شنی توسط دستگاه جذب اتمی قابل اندازه‌گیری نبود و در حد تشخیص دستگاه گزارش شد. با توجه به نتایج جدول ۹، با کاربرد کمپوست غلظت عناصر غذایی در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت دانه جو بهاره، بیش از حد بحرانی این عناصر (۵ تا ۷ میکروگرم در گرم برای آهن، ۱ تا ۲ میکروگرم در گرم برای روی، ۵ میکروگرم در گرم برای منگنز و ۰/۷ تا ۱ میکروگرم در گرم برای مس) (۴) بود. بنابراین برای کشت بعدی نیازی به افزودن کود برای تأمین این عناصر نیست. خوشگفتارمنش و کلباسی (۲۱) نشان دادند با کاربرد شیرابه کمپوست بیشترین عملکرد برنج در بالاترین سطح (۶۰۰ تن در هکتار) به‌دست آمد. آنان هم‌چنین گزارش کردند غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در خاک افزایش یافت که سبب افزایش حاصل‌خیزی خاک شد. هم‌چنین غلظت سرب قابل استخراج با EDTA نیز به مقدار قابل توجهی افزایش یافت. رضوی طوسی (۱) نشان داد با کاربرد شیرابه کمپوست غلظت آهن، منگنز، روی و مس در خاک و برنج نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. آریابد و همکاران (۸) گزارش کردند که با کاربرد شیرابه کمپوست، عملکرد وزن ماده خشک اندام هوایی و غلظت روی در ذرت افزایش، ولی غلظت مس گیاه کاهش یافت. آنان هم‌چنین نشان دادند که در نتیجه مصرف شیرابه کمپوست، پ‌هاش خاک کاهش یافت ولی قابلیت هدایت الکتریکی خاک و غلظت سدیم و پتاسیم قابل استفاده گیاه افزایش نشان داد. کاربرد کمپوست و یا شیرابه کمپوست تأثیر معنی‌داری بر پ‌هاش خاک لوم رسی و شنی نداشت (داده‌ها ارائه نشده‌اند). منیارد (۲۷) گزارش کرد با کاربرد کمپوست میانگین پ‌هاش خاک اسیدی از ۵/۹ به ۶/۳ و از ۵/۴ به ۵/۸ افزایش یافت. او علت را معدنی شدن کربن و به دنبال آن تولید یون‌های هیدروکسیل

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

جدول ۱۰. اثر کمپوست و شیرابه کمپوست بر قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) و میزان ماده آلی (درصد) در خاک لوم رسی و خاک شنی پس از برداشت جو بهاره

محیط کشت	کمپوست (گرم در کیلوگرم)*				میانگین	شیرابه کمپوست (گرم در کیلوگرم)				میانگین
	۰	۱۵	۳۰	۶۰		۰	۱۰	۲۰	۴۰	
	قابلیت هدایت الکتریکی									
خاک لوم رسی	۱/۲^{c}	۱/۸۴^{ab}	۲/۴۱^{a}	۲/۷۲^{a}	۱/۹۲^{A}	۰/۶^{c}	۱/۸۷^{b}	۲/۷۸^{a}	۳/۵^{a}	۲/۱۹^{A}
خاک شنی	۰/۵^{d}	۱/۳۲^{bc}	۱/۹۱^{ab}	۲/۷۵^{a}	۱/۵۷^{A}	۰/۴^{d}	۱/۹۵^{b}	۳^{a}	۳/۵۷^{a}	۲/۲۳^{A}
	ماده آلی									
خاک لوم رسی	۱/۵۱^{c}	۱/۸۲^{bc}	۲/۳۴^{ab}	۲/۶۷^{a}	۲/۰۸^{A}	۱/۵۷^{b}	۱/۷۳^{ab}	۱/۹۵^{ab}	۲/۰۸^{a}	۱/۸۳^{A}
خاک شنی	۰/۲۵^{d}	۱/۲۵^{c}	۲/۱۳^{ab}	۲/۴۶^{a}	۱/۵۲^{A}	۰/۲۷^{c}	۱/۲۸^{b}	۱/۴^{b}	۱/۵۸^{b}	۱/۱۳ ^{B}

*: برای هر ماده آلی، اعدادی که در هر ستون و یا در هر ردیف در یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

توسط لیگاندهای تبادلی و تولید کاتیون‌های بازی بیان کرد. سیف و گالوب (۳۵) گزارش کردند با کاربرد فاضلاب تصفیه شده، به دلیل کاهش نسبی پ‌هاش خاک، قابلیت استفاده عناصر کم مصرف افزایش یافت که این امر سبب افزایش معنی‌دار عملکرد جو نسبت به گیاه شاهد شد. مصرف کمپوست و شیرابه کمپوست قابلیت هدایت الکتریکی خاک لوم رسی و شنی را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۱۰). به‌طور مثال با کاربرد ۶۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک لوم رسی و شنی، قابلیت هدایت الکتریکی به‌ترتیب به میزان ۱۲۷ و ۴۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. بنابر نتایج میزان افزایش شوری در خاک شنی به مراتب بیشتر از خاک لوم رسی بود. ظرفیت نگهداری رطوبت و ظرفیت تبادلی کاتیونی خاک شنی به مراتب کمتر از خاک لوم رسی است و این امر سبب تشدید شوری در خاک شنی می شود. با کاربرد شیرابه کمپوست میزان افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در خاک لوم رسی و شنی پس از برداشت دانه جو در مقایسه با کاربرد کمپوست بیشتر بود (جدول ۱۰) که علت این امر شوری بیشتر شیرابه کمپوست نسبت به کمپوست می‌باشد (جدول ۲). کیان و مهام (۳۲) گزارش کردند با کاربرد فاضلاب تصفیه شده غلظت فسفر و منگنز قابل استفاده، قابلیت هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد ماده آلی خاک افزایش یافت، اما میزان پ‌هاش خاک و غلظت روی کاهش نشان داد. محمدی نیا (۳) گزارش کرد بیشترین شوری در بالاترین سطح شیرابه کمپوست به خاک به‌دست آمد.

داده‌های جدول ۱۰ نشان می‌دهد که کاربرد کمپوست افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک لوم رسی و شنی را پس از برداشت جو به دنبال داشت. کاربرد شیرابه تنها در سطح ۴۰ گرم در شنی سبب افزایش معنی‌دار میزان ماده آلی نسبت تیمار شاهد شد. هم‌چنین میانگین میزان ماده آلی در خاک لوم رسی ۶۲ درصد بیشتر از شنی بود که به دلیل بیشتر بودن ماده آلی در خاک اولیه نسبت به خاک شنی می‌باشد. آگلیدس و لوندرا (۵) نشان دادند با کاربرد ماده آلی که به طور حجمی دارای ۶۲ درصد کمپوست شهری، ۲۱ درصد لجن فاضلاب و ۱۷ درصد خاک اره بود، بهبود خصوصیات خاک در خاک لومی بیشتر از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

خاک رسی بود. گنزولا و کوپرباند (۱۷) نشان دادند با کاربرد کمپوست در خاک لوم سیلتی غلظت روی قابل استخراج با EDTA و میزان ماده آلی خاک افزایش اما میزان پ‌هاش خاک به‌طور جزئی ولی معنی‌داری کاهش یافت. آریابد و همکاران (۸) نشان دادند با کاربرد شیرابه کمپوست میزان ماده آلی خاک نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار یافت. کرمی و همکاران (۲۰) نشان دادند که پس از چهار سال کاربرد لجن فاضلاب در خاک آهکی وزن ماده خشک گندم و غلظت روی، مس، کادمیم و سرب در گیاه نسبت به گیاه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

کمپوست و شیرابه کمپوست به دلیل داشتن اثر مثبت بر عملکرد و جذب عناصر غذایی و هم‌چنین افزایش زیست‌فراهمی غلظت عناصر غذایی در خاک، کودهای آلی مناسبی در کشت جو بهاره محسوب می‌شوند. در مصرف شیرابه کمپوست به دلیل شوری زیاد به‌ویژه در سطوح بالا و در شنی یا خاک‌های درشت بافت باید دقت کافی صورت گیرد. مناسب‌ترین سطوح کمپوست و شیرابه کمپوست برای رشد رویشی جو در شرایط پژوهش حاضر به‌ترتیب ۶۰ گرم کمپوست در دو محیط کشت، ۴۰ گرم شیرابه کمپوست در خاک لوم رسی و ۲۰ گرم شیرابه در شنی و برای رشد زایشی بهینه به ترتیب ۱۵ گرم کمپوست در دو محیط کشت و ۱۰ گرم شیرابه کمپوست در خاک لوم رسی و شنی مناسب می‌باشد. در دو محیط کشت و در تیمارهای کمپوست و شیرابه کمپوست پس از برداشت جو بهاره غلظت عناصر غذایی کم مصرف در گستره کفایت بود و بنابراین در کشت بعدی نیاز به افزودن این عناصر به خاک نمی‌باشد. قبل از هر گونه توصیه کودی نتایج این پژوهش بایستی در شرایط مزرعه نیز تأیید و قابلیت هدایت هدایت الکتریکی محیط کشت قبل و بعد از کشت گیاه ارزیابی شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه شیراز برای تأمین وسایل و امکانات و ایجاد تسهیلات لازم و هم‌چنین از کارکنان بخش علوم خاک در اجرای این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. رضوی‌طوسی، ا. ۱۳۸۰. برهمکنش کمپوست، شیرابه کمپوست و منگنز بر رشد، ترکیب شیمیایی اسفناج و برنج. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. باقرنژاد، م. ۱۳۸۱. *جغرافیای خاک‌های ایران و جهان*. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. محمدی‌نیا، غ. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی شیرابه کمپوست زباله و اثر آن بر خاک و گیاه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی. ۱۳۸۲. روش‌های برآورد نیاز کودی کشور. نشریه فنی شماره ۳۲۶، نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، کرج.

5. Agglides, S. M. and P. M. Londra. 2000. Effect of compost produced from town wastes and sewedge sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Biosour. Technol. 71 (3): 253-295.

6. Annabi, M., S. Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Lebissonnais. 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. Soil Sci. Amer. J. 71: 413-423.

7. Arora, C. A. and I. M. Ghibba. 1992. Influence of sewage disposed on the micronutrient and sulfur status of soil and plant. J. Ind. Soc. Soil Sci. 40: 792-795.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

8. Aryabod, S., A. Fotovat, A. Lakzian and G. Haghnia. 2006. Effect of municipal waste compost leachate on yield and trace elements uptake by lettuce and maize in calcareous and non-calcareous soils. 18th World Congress of Soil Science. July 9-15, Philadelphia, P. A.
9. 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.
10. Brinton, W. F. 2000. Compost Quality Standards and Guidelines. P.16. Woods End Research Laboratory, Inc.
11. Birch, C. J. and K. E. Long. 2000. Effect of nitrogen on the growth, yield and grain protein content of barley (*Hurdum valgare*). Aust. J. Exper. Agric. 30(2): 237-242.
12. Chapman, H. D. and D. F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soil, Plant, and Water. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. PP. 60-68.
13. Cook, J., A. A. Keeling and D. F. Bloxham. 1998. Effect of green waste compost on parameters in spring barley (Hordium *vulgar*). International Symposium on Composting and use of composted material in horticulture. Hort. Sci. 469: 283-286.
14. Countney, R. G. and G. J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Biosour. Technol. 99: 2913-2918.
15. Garcia-gil, J. C., C. Plaza, P. Soler- Roviva and A. Polo. 2000. Long-term effect of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. Soil Biol. Biochem. 32: 1907-1913.
16. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-Size Analysis, Hydrometer Method. PP. 404-408. *In:* A. Klute *et al*. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.
17. Gonzalez, R. F. and L. R. Cooperband. 2003. Effect of compost on soil physical, chemical, and biological properties in field nursery. Crop Prod. 21: 38- 40.
18. Halinen, A., A. Palojarvi, P. Karinen and T. Tontti. 2006. Waste compost as fertilizers in field cultivation biological and chemical effects. MTT Agrifood Res. Finland. 56: 81-105.
19. Horst, W. J., M. K. Schenk, A. Burkert, N. Classen, H. Flassa, W. B. Frommer and H. Goldbach. 2006. The effect of bio-compost application on crop yield and nitrogen dynamic in soil. J. Plant Nutr. 92: 986-989.
20. Karami, M., M. Afyuni, Y. Rezainejad and R. Schulin. 2009. Heavy metal uptake by wheat from a sewage-amended calcareous soil. Nutr. Cycl. Agroecosys. 38: 51-61.
21. Khoshgoftarmanesh, A. H. and M. Kalbasi. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and yield of rice. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 2011-2020.
22. Koivula, N., K. Hanninen and O. Tolvanen. 2000. Windrow composting of source separated kitchen biowaste in Finland. Waste Manage. Res. 18: 16-173.
23. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42: 421-428.
24. Leoppert, R. H., and D. L. Saurez. (1996). Carbonate and Gypsum. PP. 437-474. *In*: D. L. Sparks *et al*. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.
25. Maftoun, M., F. Moshiri, N. Karimian and A. Ronaghi. 2004. Effect of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. J. Plant Nutr. 27 (9): 1635-1651.
26. Marcote, I., T. Hernandez, C. Garcia and A. Polo. 2001. Influence of one or two successive annual application of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. Biosour. Technol. 74: 147-154.
27. Manyard, A. 1995. Cumulative effect of annual additions of MSW compost on the yield of field-grown tomatoes. Compost Sci. Util. 3 (2): 47-54.
28. Mingchu, Z., D. Heaney, E. Solberg and B. Hanriquez. 1998. The effect of MSW compost on wheat, barley, and canola in Grey Luvisolic soils of Alberta. Agron. J. 67: 67-70.
29. Moreno, J. L., C. Garcia, T. Hernandez and J. A. Pascal. 1996. Transference of heavy metals from a calcareous soil amended with sewage sludge compost to barley plants. Biosour. Technol. 55: 251-258.
30. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. PP. 961-1010. *In*: D. L. Sparks *et al*., (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.
31. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Deam. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cic, 939. U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
32. Qian, Y. L. and B. Meham. 2005. Long-term effect of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairway. Amer. Soc. Agron. J. 97: 717-721.
33. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Salts. PP. 417-436. *In*: D. L. Sparks *et al*. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.
34. Roca-Perez, L., C. Martinez, P. Marcilla and R. Boluda. 2009. Composting rice straw with sewage sludge and compost effects on the soil-plant system. Chemosphere 75: 781-787.
35. Saif, A. A. and H. Galoub. 2005. Utilization of treated wastewater in agriculture of Oman. Agricultural research center. Water Res. Manage. 14: 83-86.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]

36. Soil Survey Staff, 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th ed., U. S. Government Printing Office. Washington DC.
37. Sparks, D. L. 1996. Method of Soil Analysis. Part III. Chemical Method. No. 5. Book Series, Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI.
38. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. PP.475-490. *In*: D. L. Sparks *et al*. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part III, 3rd ed., Amer. Soc. Agron. J., Madison, WI.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.10.4]