اثر شیرابه زباله بر عملکرد و ترکیب شیمیایی ذرت و اثر باقیمانده آن بر بعضی ویژگیهای خاک

محمود کلباسی و اکبر گندمکار*

چکیده

شیرابه زباله که درفرآیندتبدیل زباله های شهری به کمپوست تولید می‌شود حاوی مقدار قابل ملاحظه ای مواد آلی ، عناصر غذائی، املاح محلول ومقدار کمی از بعضی عناصر سنگین می‌باشد. اضافه کردن شیرابه زباله به خاک گرچه می‌تواند باعث ارتقاء سطح باروری خاک شود ولی درعین حال می‌تواند موجب شور و آلوده شدن خاک گردد. اثرشیرابه زباله برعملکرد و جذب عناصر غذائی ضروری وعناصر سنگین به‌وسیله ذرت دریک آزمایش مزرعه ای در دو نقطه دراصفهان (زینل ولورک)، با سه تیماراصلی (صفر، ۴۰۰ و ۸۰۰ تن شیرابه درهکتار) ودوتیمارفرعی (باآبشوئی و بدون آبشوئی)، در قالب طرح کرتهای یکبارخردشده مطالعه شد. اضافه کردن شیرابه باعث کاهش سله و افزایش قابل ملاحظه جوانه زدن و رشد ذرت درکلیه مراحل نموگیاه شد. عملکرد علوفه ذرت دراثراضافه‌کردن شیرابه به خاک از ۲/۴ به ۴/۱ و۵/۳ تن درهکتار در مزرعه زینل واز ۸/۱ به ۱۳/۴ و ۱۵/۰ تن درهکتار در مزرعه لورک، به ترتیب برای تیمارهای ۴۰۰ و۸۰۰ تن شیرابه در هکتار نسبت به شاهد،افزایش یافت.انجام یک آبیاری اضافی قبل از کاشت(آبشوئی) نیز عملکرد را در مزرعه زینل(درمقایسه باکرتهای آبشوئی نشده)به طورمعنی داری افزایش داد. کاربرد شیرابه درخاک همچنین باعث افزایش جذب ازت ، فسفر، پتاسیم ، آهن ، منگنز، روی ومس به‌وسیله گیاه گردید. غلظت عناصرآهن، منگنز، روی ،مس وکلردربافت قسمت هوائی گیاه افزایش یافت ولی اثرات سمی این عناصر در ذرت مشاهده نگردید. ازطرفی غلظت عناصر سرب، کادمیم، کروم، کبالت ونیکل درقسمت هوائی ذرت، دراثراعمال تیمارهای شیرابه زباله ، افزایش معنی دار نشان نداد. دراین تحقیق مصرف شیرابه باکاهش پ-هاش وافزایش موادآلی ،هدایت الکتریکی ومقدارقابل جذب ازت ، فسفر، پتاسیم ، آهن، منگنز، روی ومس درخاک همراه بود. بنابراین می‌توان نتیجه گیری کردکه شیرابه زباله دارای پتانسیل بالائی به‌عنوان کودآلی مایع بوده ومی‌تواند جهت ارتقاء سطح باروری خاک، به‌ویژه درخاکهای غیرشوروبرای گیاهان غیرحساس به شوری، مورد استفاده قرارگیرد.

واژه‌های کلیدی - *شیرابه زباله، کود مایع، اثرباقیمانده، ذرت*

مقدمه

درفرآیندتبدیل زباله های شهری به کمپوست، وبه سبب رطوبت زیاد زباله های خانگی درایران ، مقدارزیادی شیرابه تولیدمی‌شود. برای مثال کارخانه کودآلی اصفهان باتبدیل روزانه ۷۰۰ تن زباله به کمپوست، به‌طورمتوسط حدود ۱۲۵۰۰۰ لیتر شیرابه در روز تولید می‌کند.مقدار تولید شیرابه در بهار و تابستان حدود ۲۵۰۰۰۰ لیتر و در پائیز و زمستان ناچیزاست ،ضمناً" برای تبدیل تمامی زباله های شهری درایران به کمپوست نیازبه ۴۰ کارخانه باظرفیت کارخانه کود آلی اصفهان می‌باشد که دراین‌صورت روزانه حدود ۵ میلیون لیترشیرابه درکشورتولیدخواهد شد. شیرابه تولیدی درکارخانه

* به ترتیب دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

کود آلی اصفهان، درحال حاضرباصرف هزینه زیادبه استخرهای تبخیرهدایت می‌گرددکه پس ازتبخیرآب آن، لجن بسیارسخت وغیرقابل استفاده ای برجای می‌ماند.

زباله های شهری دراغلب کشورها، به‌ویژه کشورهای پیشرفته، دارای رطوبت بسیارکم بوده ودرنتیجه درتبدیل‌آنهابه کودکمپوست، شیرابه چندانی تولید نمی شود. بنابراین دراین کشورها تحقیقاتی درموردشیرابه زباله‌انجام نشده است . درعوض تحقیقات گسترده‌ای درمورداستفاده ازفاضلاب یاپساب فاضلابهای شهری وصنعتی در کشاورزی انجام گرفته است. اگرچه ترکیب شیرابه نسبت به هرفاضلاب یاپساب فاضلاب، متفاوت است ولی بااین وجود شباهتهائی نیزبین این دونوع پسماند وجوددارد.

دریک مطالعه دوساله ، اضافه کردن ۳۲۰ تن در هکتار پساب یک دامداری با۲/۴ درصدماده خشک باعث افزایش معنی دارعملکردذرت گردید و شوری حاصل محدودیتی برای رشدگیاه ایجادننمود(۲۰ و ۲۱). دیویس وهمکاران (۱۱) گزارش کردندکه‌آبیاری باپساب تصفیه ثانویه فاضلاب شهری موجب‌افزایش رشد وعملکرد سبزیها می‌گردد. عملکرد گیاهان آبیاری شده بااین پساب معادل عملکردهمین گیاهان بااستفاده‌ازکودهای ازته، فسفره وپتاسه بوده است.

پسماندهاعلاوه برعناصرغذائی پرمصرف ، می‌توانند دست‌کم بخشی ازنیازگیاهان به آهن، منگنز، روی، مس ومولیبدن رانیزمرتفع نموده وبه‌عنوان یک کودکامل مورداستفاده قرارگیرند (۸، ۱۱و۱۲). رفع کمبودعناصرغذائی کم مصرف به‌وسیله موادآلی، به‌علت قدرت کمپلکس کنندگی این مواداست. گزارشهای متعددی ازرفع کمبود عناصرغذائی کم مصرف توسط کودهای دامی (۲۰) ، فضولات مرغداریها(۱۹) ولجن فاضلابها(۱۵) دردست است.

استفاده ازپسماندهابرای تقویت باروری خاک ممکن است باعث تجمع عناصرسنگین درخاک وانتقال این عناصربه گیاه شود. این وضعیت عموماً زمانی اتفاق می‌افتدکه ازلجن فاضلابهای صنعتی استفاده گردد(۷) ویامقادیرزیادی ازکودهای آلی مانندکمپوست زباله به خاک اضافه شود(۲). اضافه کردن مقدارزیادی شیرابه زباله(۴)، لجن فاضلاب(۱۲) ویاکمپوست (۲) می‌تواندباعث افزایش شوری خاک شود.

ترکیب شیرابه زباله حاصل ازتبدیل زباله های شهری به کمپوست درکارخانه کودآلی اصفهان ، درطی یک دوره یکساله موردمطالعه قرارگرفته است (۴). شیرابه زباله به‌طور متوسط (میانگین یکساله) دارای پ-هاش ۴/۸، هدایت الکتریکی ۲۰ دسی زیمنس برمتر، ماده خشک ۷ درصد، ماده آلی ۳/۵ درصد، ازت کل ۹/۰ درصد، پتاسیم وفسفر به‌ترتیب ۳/۴ و ۰/۱۲ گرم درلیتر و آهن، روی، منگنز، مس، کبالت، مولیبدن، سرب ، نیکل وکروم به ترتیب ۶۴، ۱۲، ۳، ۳، ۲، ۳، ۱، ۹ و ۷ میلی گرم درلیتر می‌باشد. طیف تغییرات پارامترهای فوق درطول سال بسیاروسیع است . هدف ازانجام تحقیق حاضر، مطالعه اثرشیرابه زباله برعملکردو جذب عناصرغذائی وعناصرسنگین به‌وسیله ذرت، و همچنین اثرات باقیمانده آن بربعضی خصوصیات خاک می‌باشد.

موادوروشها

آزمایش در دو مزرعه، باشرایط متفاوت از نظرخصوصیات خاک وتا حدودی اقلیم، دراصفهان انجام گردید. مزرعه اول درلورک (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) ومزرعه دوم درگردنه زینل (۲۰ کیلومتری شرق اصفهان) واقع شده‌است. تفاوت دوخاک عمدتاً ازنظرمقدارسنگریزه ، عمق وساختمان می‌باشد(جدول شماره ۱). سه تیمارشیرابه زباله (صفر، ۴۰۰ و ۸۰۰ تن درهکتار) که به ترتیب معادل صفر، ۱۰ و ۲۰ درصدوزن خاک سطحی (تاعمق ۳۰ سانتیمتر) بود بادو تیمار آبشوئی (باوبدون یک آبیاری اضافی درموقع کاشت)، دریک طرح کرتهای یکبارخردشده باسه تکرار، به آزمایش گذارده شد. تیمارآبشوئی برای بررسی اثراحتمالی شوری زیادشیرابه برعملکردگیاه منظور شد.

مساحت هرکرت ۱۶مترمربع (۴×۴ متر)، شامل ۵ ردیف کاشت به‌فاصله‌های ۷۵ سانتیمتروفاصله بین کرتهای اصلی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

جدول ۱- بعضی ازخصوصیات فیزیکی وشیمیائی خاکهای مزارع لورک وزینل

سری‌خاک	پ-هـــاش گل اشباع	هدایت الکتریکی عصاره‌اشباع (ds/m)	ماده آلی (٪)	ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol/kg)	کربنات کلسیم معادل (٪)	سنگریزه (٪)	بافت
گلشهر (زینل)	۷/۵	۱/۵	۰/۵۲	۱۵/۰	۳۵	۶۵	رسی
خمینی شهر (لورک)	۷/۸	۱/۷	۰/۶۲	۱۷/۵	۴۰	۰	لوم ســیلتی رسی

وفرعی به ترتیب ۱/۵ و۳ متربود. پس ازمرزبندی کرتها، حجم شیرابه هرکرت محاسبه وبه صورت یکنواخت درتمامی سطح کرت پخش گردید. پس ازگذشت یک ماه ، هرکرت به دوقسمت مساوی تقسیم شد، یک قسمت با۱۵ سانتیمترآب آبشوئی گردید و دیگری بدون آبشوئی به حال خود گذاشته شد. پس ازرسیدن به رطوبت مناسب ، تمامی کرتهابیل زده شد وبه جوی وپشته تبدیل گردید.

بذرذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ که قبلا" ضدعفونی شده بوددرعمق ۵ سانتیمتری یک طرف پشته‌هاوبافواصل ۲۰ سانتیمترکاشته شد.آبیاری به فاصله‌های ۱۰-۷ روزانجام و مقدار آب آبیاری بااستفاده ازپارشال فلوم کنترل گردید. پس ازسبزشدن بذرهاودرمرحله دوبرگی، تعدادگیاه درهرمحل کاشت به یک عددکاهش داده شد. درطول دوره رشدگیاه مراقبتهای لازم ازقبیل وجین وسمپاشی انجام گردید. دوماه پس ازکاشت بخشهای هوائی گیاه ازسه خط میانی هرکرت، بارعایت ۷۵ سانتیمترحاشیه ازدوسرخط،ازفاصله دوسانتیمتری سطح خاک برداشت وپس ازخشک شدن دردمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، توزین شد. همچنین نمونه های گیاهی ازقسمتهای هوائی گیاهان هرکرت، برای تعیین ترکیب عناصردرگیاه برداشت شد.

نمونه شیرابه مورداستفاده به‌وسیله سانتریفیوژ در۴۵۰۰ دوردردقیقه وبه مدت ۲۰ دقیقه صاف وغلظت کاتیون ها، آنیون‌ها، عناصرغذائی وعناصرسنگین درعصاره شیرابه تعیین شد (۴) . همچنین هدایت الکتریکی وپ-هاش شیرابه به‌وسیله دستگاه هدایت سنج وپ- هاش مترمستقیما" درداخل شیرابه اندازه گیری شد. موادآلی شیرابه بااستفاده ازروش اکسایش سرد(۱۷) ودرصدماده خشک باقراردادن ۱۰ گرم شیرابه درآون (دمای ۷۵ درجه سانتیگراد) به مدت ۲۴ ساعت،تعیین شد. غلظت کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، آهن، منگنز، روی ، مس، سرب، نیکل ، کروم وکادمیم درعصاره شیرابه به‌وسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۳۰۳۰ پرکین المر(۶)، غلظت بی کربنات باتیتراسیون به‌وسیله اسیدسولفوریک، کلرباتیتراسیون بانیترات نقره وفسفرباروش فسفومولیبدات (۱۰)، تعیین شد. غلظت ازت کل وازت معدنی (ازت نیتراتی + ازت آمونیاکی) شیرابه به‌وسیله دستگاه کلدال اندازه گیری گردید.

قبل ازکاشت وپس ازبرداشت ذرت ، ازخاک سطحی (تا عمق ۳۰ سانتیمتری) کلیه کرتهانمونه برداری شد. درنمونه های خاک پ-هاش گل اشباع ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، ماده‌آلی(روش اکسایش سرد)، ظرفیت تبادل کاتیونی (روش استات سدیم، پ-هاش ۸/۲)، کربنات کلسیم معادل، ازت معدنی (استخراج شده به‌وسیله کلریدپتاسیم یک نرمال) ، فسفرقابل جذب (۱۶)، پتاسیم قابل جذب (۹) ومقدارآهن، منگنز، روی ومس قابل استخراج به‌وسیله DTPA (۱۳) عصاره گیری وبه‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

جدول۲- ترکیب شیمیایی شیرابه مورد استفاده و مقدار عناصر و مواد اضافه شده به خاک

خصوصیت	واحداندازه‌گیری	مقدار	اضافه شده به خاک در تیمار ۴۰۰ تن در هکتار *(Kg/ha)
pH	-	۳/۶	-
هدایت الکتریکی	dS/m	۱۹/۴	**۷۲۰۰
ماده خشک	%	۵/۰	۲۰۰۰۰
ماده آلی	%	۲/۲	۹۰۰۰
ازت کل	%	۰/۱	۴۰۰
کلسیم	%	۰/۲۷	۱۰۸۰
سدیم	%	۰/۲۸	۱۱۲۰
پتاسیم	%	۰/۳۱	۱۲۴۰
منیزیم	%	۰/۰۵	۲۰۰
سولفات	%	۰/۲۸	۱۱۲۰
کلر	%	۰/۴۶	۱۸۴۰
بی کربنات	mg/L	۲۲۴	۹۰
فسفر	mg/L	۱۴۹	۶۰
ازت معدنی	mg/L	۳۵	۱۴
آهن	mg/L	۹۰	۳۶
منگنز	mg/L	۷	۳
روی	mg/L	۳۰	۱۲
مس	mg/L	۰/۵	۰/۲
سرب	mg/L	۱/۵	۰/۶
نیکل	mg/L	۱/۰	۰/۴
کروم	mg/L	۰/۷	۰/۳
کادمیم	mg/L	ناچیز	ناچیز
نسبت کربن به ازت	-	۱۳/۰	-

* مواداضافه شده به خاک درتیمار ۸۰۰ تن برهکتار، دوبرابر این مقادیرمی‌باشد.

** نمک اضافه شده

داده‌ها به‌وسیله نرم افزارSAS مورد تجزیه وتحلیل آماری قرارگرفت.

نتایج وبحث

ترکیب شیرابه مورداستفاده

جدول شماره ۲ ترکیب نمونه شیرابه زباله مورداستفاده در دو مزرعه لورک وزینل و همچنین مقدارملاح، موادآلی و عناصر غذائی را، که دراثرافزودن ۴۰۰ تن شیرابه به یک هکتار خاک اضافه شده است را، نشان می‌دهد.

شیرابه دارای پ-هاش اسیدی، شوری نسبتا" بالا، مقداری ماده آلی، مقدارزیادی ازاغلب عناصرغذائی ضروری گیاه وغلظت کمی ازبعضی عناصرسنگین می‌باشد. شیرابه به‌ویژه ازنظرازت، پتاسیم، آهن، وروی بسیار غنی می‌باشد. به این ترتیب می‌توان شیرابه رابه عنوان یک کودکامل مایع حاوی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

موادآلی ومعدنی به حساب آوردکه تنهانقطه ضعف آن شوری زیاد و مقدار کمی عناصر سنگین در آن می‌باشد. در عوض پ-هاش اسیدی و وجود ماده آلی معلق قابل توجه درشیرابه ارزش شیرابه رابه‌عنوان یک کودمایع درخاکهای آهکی تاحد زیادی افزایش می‌دهد چون علاوه براثرات موقتی که ممکن است برکاهش پ-هاش خاک داشته باشد، به‌علت وجود مواد آلی، سله رادرخاک کاهش می‌دهد و حداقل بخشی ازعناصرغذائی کم مصرف مانندآهن، روی، مس ومنگنزدر آن به‌صورت کمپلکس بامواد‌آلی بوده واضافه کردن آن به خاک باعث افزایش تحرک وقابلیت جذب این عناصرمی‌شود.

افزودن ۴۰۰ تن شیرابه در هکتار باعث اضافه شدن ۹ تن ماده آلی، ۴۰۰ کیلوگرم ازت، ۶۰ کیلوگرم فسفر، ۱۲۴۰ کیلوگرم پتاسیم، ۳۶ کیلوگرم آهن ، ۱۲ کیلوگرم روی ومقداری عناصرغذائی دیگربه هرهکتارخاک گردیده که نه تنهاتوانائی تامین عناصرغذائی موردنیازگیاه رابه‌طورکامل دارد(جدول ۳)، بلکه می‌تواندباعث ارتقاء سطح باروری خاک شده وباقیمانده آن نیز برای کشت های بعدی مورد استفاده قرار گیرد(جدول ۴).

اثرشیرابه برعملکرد، جذب عناصرغذائی وغلظت بعضی عناصرسنگین درگیاه ذرت

مشاهدات درطول دوره رشدنشان دادکه پارامترهای رشد مانند جوانه زدن، رشد طولی، قطرساقه وبرگ، تولیدگل آذین نروماده وهمچنین شادابی وسرسبزی بوته‌ها در کرتهای تیمارشده باشیرابه، به‌مراتب بهترازکرتهای شاهدبود. در حالی که درسطح کرتهای شاهد، به‌ویژه درمزرعه زینل، سله زیادی ایجادشده بود که پیامدآن تاخیروبی نظمی درجوانه‌زنی ذرت بود، درکرتهائی که شیرابه دریافت کرده بودند سله بسیارکمتر بود و جوانه زدن وسبزشدن نهالهای ذرت سریع‌تر ومنظم‌تر انجام گرفت. اثرشیرابه برکاهش تشکیل سله به‌دلیل موادآلی موجوددرشیرابه و همچنین واکنش اسیدی شیرابه است. مواد آلی شیرابه، با افزایش پایداری خاکدانه‌ها و جلوگیری از تخریب آنها در موقع آبیاری، واسید موجود در شیرابه، باترکیب باآهک خاک وتصاعد گازCO_2، می‌توانند باعث کاهش تشکیل سله گردند(۴،۵ و ۱۴).

جدول ۳ اثرتیمارهای شیرابه وآبشوئی خاک را بر عملکرد علوفه ذرت، جذب ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس و همچنین غلظت تعدادی ازعناصرسنگین نشان می‌دهد. اگرچه عملکرد ذرت وبه تبع آن مقدارجذب عناصر غذائی در مزرعه لورک، به دلیل خاک بارورتر(عمق بیشتر، موادآلی بالاتر، سنگریزه بسیارکمتروساختمان بهترنسبت به خاک زینل)، به مراتب زیادتر بود، ولی اضافه کردن شیرابه به خاک درهردومزرعه باعث افزایش چشمگیرو معنی دارعملکرد شد، به‌طوری که عملکرد درتیمار۴۰۰ تن شیرابه درهکتار دو برابرو درتیمار۸۰۰ تن درهکتار دو تا سه برابرگردید. آبشوئی خاک درتیمار۴۰۰ تن شیرابه درهکتاراثری برعملکردنداشت وحتی سبب کاهش مختصری درعملکرد شد درحالی که درتیمار۸۰۰ تن درهکتارباعث افزایش عملکرد در مزرعه زینل گردید.

افزایش قابل توجه عملکرد به دنبال اضافه کردن شیرابه، نه تنها معلول اثرمفید عناصرغذائی نسبتا" کامل شیرابه است(جدول ۲)، بلکه احتمالا" به‌دلیل موادآلی شیرابه وهمچنین پ- هاش اسیدی آن است (۴،۸ و۱۸). اثرآبشوئی درتیمار۸۰۰ تن شیرابه در هکتار، محتملا" به‌علت مقدارزیاداملاح محلول اضافه شده (جدول ۲) وبی اثربودن آن درتیمار۴۰۰ تن در هکتار، احتمالا" به‌دلیل زیانبارنبودن مقداراملاح اضافه شده می‌باشد. شوری باقیمانده ازتیمار۸۰۰ تن درهکتار، پس ازبرداشت ذرت درخاک لورک وزینل درعمق ۳۰-۰ سانتیمتربه ترتیب ۳/۲ و ۳/۶ دسی زیمنس برمترمی‌باشدکه درهردومزرعه نسبت به شاهدافزایش معنی داری رانشان می‌دهد. حال آنکه درتیمار۴۰۰ تن درهکتار، شوری باقیمانده درهیچ کدام از دو مزرعه افزایش معنی داری رانشان نمی‌دهد(جدول ۴).

افزودن شیرابه به خاک باعث افزایش معنی دارجذب ازت ، فسفر،پتاسیم ، آهن، منگنزومس به‌وسیله ذرت درهردومزرعه گردید. افزایش جذب عنصرروی فقط درمزرعه لورک معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

جدول ۳- اثر شیرابه و آبشوئی خاک بر عملکرد قسمت هوائی، جذب عناصر غذائی و غلظت عناصر سنگین در گیاه ذرت*

مزرعه	تیمار	عملکرد	جذب (Kg/ha)								غلظت (mg/kg)					
	Ton/ha	Ton/ha	ازت	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	سرب	کروم	کبالت	نیکل	کادمیم		
	شیرابه															
لورک	۰	۸/۱ a	۱۶۱ a	۵۸a	۲۰۸a	۲/۰ a	۰/۷ a	۰/۳a	۰/۲۱a	۱۶/۲a	۲/۷a	۰/۳a	۲/۶ a	**		
	۴۰۰	۱۳/۴ab	۳۲۶b	۹۹b	۳۴۰b	۵/۲b	۱/۵b	۰/۵ab	۰/۳۵ab	۱۵/۵ a	۲/۳ a	۰/۳ a	۲/۵ a	"		
	۸۰۰	۱۵/۰b	۴۳۳ c	۱۱۷b	۴۹۰ c	۶/۳b	۱/۹ b	۱/۰b	۰/۴۱b	۱۶/۳ a	۲/۳ a	۰/۴a	۴/۱ a	"		
	با آبشوئی	۱۲/۲ A	۳۲۸A	۹۱ A	۳۶۷A	۴/۵A	۱/۵ A	۰/۶ A	۰/۳۲A	۱۵/۷ A	۲/۴ A	۰/۲A	۲/۸ A	"		
	بدون آبشوئی	۱۲/۰A	۳۸۵A	۹۲ A	۳۶۵A	۴/۶A	۱/۳ A	۰/۶ A	۰/۳۰A	۱۶/۳ A	۲/۴ A	۰/۳A	۳/۳ A	"		
زینل	۰	۲/۴a	۳۲ a	۳/۶a	۱۱۳ a	۰/۳a	۰/۲a	۰/۱۴a	۰/۰۴a	۶/۶ a	۴/۲a	۳/۲a	۵/۷ a	**		
	۴۰۰	۴/۱b	۷۵b	۷/۴b	۱۸۲ b	۰/۵b	۰/۳b	۰/۲۰b	۰/۰۸b	۵/۳ a	۴/۳a	۴/۱ a	۶/۱ a	"		
	۸۰۰	۵/۳c	۱۳۶c	۱۱/۵c	۲۳۰ c	۰/۷c	۰/۵c	۰/۲۴b	۰/۱۰ b	۶/۵ a	۴/۰a	۳/۵ a	۶/۳ a	"		
	با آبشوئی	۴/۶ B	۸۲ A	۶/۲ A	۱۴۱A	۰/۵A	۰/۳A	۰/۱۷A	۰/۰۶A	۷/۳ A	۴/۳A	۳/۱ A	۶/۵ A	"		
	بدون آبشوئی	۳/۵ A	۸۰ A	۹/۱B	۲۱۸ B	۰/۵A	۰/۴ B	۰/۲۲A	۰/۰۸A	۷/۵A	۴/۰A	۳/۷ A	۶/۲ A	"		

* - درهر ستون اعدادی که دریک حرف مشترک هستندبراساس آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ درصدتفاوت معنی دارندارند. حروف کوچک‌تفاوت بین‌تیمارهای شیرابه و حروف بزرگ تفاوت بین تیمارهای آبشوئی رانشان‌می‌دهد.

** -کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

جدول ۴- اثر باقیمانده شیرابه و آبشوئی خاک بر پ - هاش، هدایت الکتریکی، مواد آلی و مقدار قابل جذب عناصر غذائی در لورک وزینل*

خاک	تیمار (Ton/ha)	پ-هاش	هدایت الکتریکی (dS/m)	موادآلی (%)	ازت	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
					(mg/kg)						
	مقدارشیرابه										
	۰	۷/۸a	۱/۷ a	۰/۶۲ a	۱۲a	۳۰a	۲۰۷ a	۱۱/۳ a	۴۸/۳a	۳/۹a	۳/۰ a
	۴۰۰	۷/۷a	۲/۳ ab	۰/۶۵ a	۳۵ab	۴۶b	۳۹۹ b	۲۱/۳ b	۹۱/۳b	۵/۳ab	۳/۳ b
لورک	۸۰۰	۷/۶a	۳/۲ b	۰/۷۵ b	۵۰b	۷۰c	۵۸۹ c	۲۳/۳ b	۸۸/۲b	۶/۳b	۳/۷ c
	با آبشوئی	۷/۷ A	۲/۵ A	۰/۶۸ A	۴۴B	۵۲A	۴۰۴ A	۲۱/۳ A	۸۰ A	۵/۲ A	۳/۵ B
	بدون آبشوئی	۷/۷ A	۲/۳ A	۰/۶۶ A	۲۰A	۴۵ A	۳۱۳ A	۱۹/۹ A	۷۵ A	۵/۵ A	۳/۲ A
	۰	۷/۶b	۱/۹ a	۰/۴۷a	۳۴/۵ a	۳۴a	۳۳۲a	۱۰/۴ a	۱۶/۷ a	۲/۹ a	۵/۹ a
	۴۰۰	۷/۴ab	۲/۴ab	۰/۷۴b	۶۲/۶ ab	۶۷b	۶۰۷ b	۱۲/۴ ab	۵۰/۷ b	۵/۱ b	۵/۹ a
زینل	۸۰۰	۷ /۳a	۳/۶b	۰/۷۸b	۹۵/۰ b	۱۱۲c	۷۱۵ c	۱۲/۸ b	۶۰/۶ c	۵/۷b	۵/۹a
	با آبشوئی	۷/۴A	۲/۷ A	۰/۶۲A	۷۳/۶B	۸۰ A	۵۵۵ A	۱۱/۳ A	۴۱/۸ A	۴/۵ A	۵/۹A
	بدون آبشوئی	۷/۴A	۲/۶ A	۰/۷۱ A	۵۴/۱A	۱۰۸A	۵۴۷ A	۱۲/۴ A	۴۳/۳ A	۴/۶ A	۵/۹A

* درهرستون اعدادی که در یک حرف مشترک هستندبراساس آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ درصدتفاوت معنی داری ندارند. حروف کوچک، تفاوت بین تیمارهای شیرابه وحروف بزرگ تفاوت بین تیمارهای آبشوئی را نشان می‌دهد.

بود. تیمارآبشوئی برجذب عناصرغذائی درمزرعه لورک اثری نداشت، ولی درمزرعه زینل جذب فسفر، پتاسیم ومنگنزراکاهش داد. برای بعضی ازعناصر، به‌ویژه درمزرعه زینل، مقدار جذب درتیمار ۸۰۰ تن درهکتاربه‌طور معنی داری بیشترازتیمار ۴۰۰ تن در هکتاربود. همچنین مقدارجذب کلیه عناصر مذکور در مزرعه لورک نسبت به مزرعه زینل به‌مراتب بالاتر بود که عمدتا" به‌دلیل عملکردبالاترعلوفه ذرت دراین مزرعه می‌باشد.

افزودن ۴۰۰ تن شیرابه به یک هکتار، حدود ۴۰۰ کیلوگرم ازت راکه بخش اعظم آن به صورت آلی است به خاک اضافه می‌کند (جدول ۲). دراثراعمال این تیماربه خاک لورک، جذب ازت به‌وسیله بخش هوائی گیاه از ۱۶۱ کیلوبه ۳۲۶ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته (جدول ۳) که دراین صورت بازیابی ظاهری ازت به‌وسیله ذرت حدود ۴۱ درصد (۱۰۰×۴۰۰/[۱۶۱-۳۲۶]) می‌باشد. البته چون تمامی ازت آلی، درطول فصل رشدذرت معدنی نشده ومقدارقابل ملاحظه‌ای ازآن برای استفاده درکشت های بعدی درخاک مانده (جدول ۴)، بازده استفاده گیاهان ازازت شیرابه درواقع به‌مراتب بالاترازمقدارمذکورمی‌باشد. کشت گندم پس ازبرداشت ذرت وبدون اضافه کردن کودشیمیائی درمزرعه لورک (کلباسی ، نتایج منتشرنشده) نشان دادکه عملکردگندم وجذب ازت به حدود دو برابر افزایش یافت. محاسبه بازیابی ظاهری ازت درتیمارهای دیگر وهمچنین درخاک زینل به ترتیب فوق الذکر، امکان پذیراست ونشاندهنده این واقعیت است که بازیابی ازت ازخاک لورک به‌مراتب بیشترازخاک زینل بوده‌و در تیمار ۴۰۰ تن شیرابه درهکتاردرمقایسه با ۸۰۰ تن درهکتار، بیشترمی‌باشد. بازده بهتراستفاده ذرت ازعناصرغذائی درخاک لورک، به‌دلیل سطح باروری بالاترخاک درلورک وعملکردبسیاربالاترآن می‌باشد (جدول ۳).

بحث درباره بازده شیرابه به‌عنوان یک کودمایع، برای عناصردیگرنیز قابل تعمیم است. بازیابی ظاهری فسفردرمزرعه لورک برای تیمار ۴۰۰ و ۸۰۰ تن شیرابه درهکتاربه ترتیب ۶۸ و۴۹ درصد بود که نسبت به کودهای شیمیائی فسفردار که عموما" بازیابی بین ۲۰-۱۰ درصددرکشت اول دارند(۵) بسیار زیادتراست. علت بازده بالای فسفردرشیرابه احتمالا" وجودماده‌آلی درشیرابه وهمچنین پ-هاش اسیدی آن است. اثرکودهای آلی ومواداسیدزا مانندگوگرددر افزایش بازده کودهای فسفره درخاکهای منطقه اصفهان گزارش شده است (۱و۳). بازیابی ظاهری پتاسیم باکاربرد شیرابه درخاک لورک حدود ۱۰ درصدمی‌باشدکه به‌علت بیش‌ازحدنیازبودن پتاسیم اضافه شده (۱۲۴۰ کیلوگرم درتیمار ۴۰۰ تن درهکتار) درمقایسه با مقدار مصرف گیاه (۱۳۲ کیلوگرم درهکتار) می‌باشد. بدیهی است که پتاسیم اضافه شده می‌تواندبرای کشت یاکشت های بعدی مورد استفاده گیاه قرارگیرد. اثرات باقیمانده شیرابه درخاک لورک (جدول ۴)، نشان می‌دهدکه پتاسیم باقیمانده قابل استفاده درتیمار ۴۰۰ تن در هکتار۱۹۲ میلی گرم درکیلوگرم (۹۳ درصد) ودرتیمار ۸۰۰ تن در هکتار ۳۹۱ میلی گرم در کیلوگرم (۱۸۹ درصد) افزایش داشته است.

اگرچه بازیابی ظاهری عناصرکم مصرف، درمقایسه با عناصر پرمصرف عموما" بسیارپائین تراست، ولی بازیابی ظاهری منگنز وآهن بامصرف ۴۰۰ تن شیرابه درهکتار، درخاک لورک به ترتیب حدود۲۷ و ۹ درصدمی‌باشد که احتمالا" به دلیل ماده آلی نسبتا" زیاد وپ-هاش اسیدی شیرابه است (۴، ۸ و ۱۸).

یکی ازمحدودیتهای استفاده ازلجن فاضلابها، کمپوست حاصل اززباله ، پسابهاوفاضلابهای شهری وصنعتی وهمچنین شیرابه زباله به‌عنوان کودیابرای آبیاری، وجودبعضی عناصرسنگین دراین ترکیبات است که ممکن است باعث تجمع‌این عناصردرخاک وجذب‌آنهاتوسط گیاهان گردد. غلظت سرب، کروم، کبالت، نیکل ، وکادمیم درقسمت هوائی ذرت در جدول ۳ نشان داده شده است. افزودن شیرابه به خاک ویاآبشوئی در هر دو مزرعه، سبب افزایش معنی دارغلظت این عناصر در ذرت نگردیده است. غلظت سرب درمزرعه لورک نسبت به مزرعه زینل وغلظت کروم، کبالت ونیکل درمزرعه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

زینل نسبت به مزرعه لورک، بیشتربوده است. غلظت کادمیم در ذرت، در هر دو مزرعه بسیارپایئن وکمترازحدتشخیص دستگاه جذب اتمی بوده است.

اکثرعناصرسنگین به‌وسیله کلوئیدهای خاک به‌سرعت جذب وتثبیت می‌شوندوجذب آنهاتوسط گیاه بسیارمحدودمی باشد(۲۰). البته اثرات درازمدت استفاده ازشیرابه وهمچنین اثرات تجمعی آن بایستی موردمطالعه قرارگیرد.

اثرباقیمانده شیرابه بربعضی ویژگیهای شیمیائی خاک

جدول ۴ اثرباقیمانده شیرابه وهمچنین آبشوئی خاک رابرپ- هاش، هدایت الکتریکی ، موادآلی ومقدارقابل جذب عناصرغذائی نشان می‌دهد. اثرات باقیمانده شیرابه برپ-هاش خاک، فقط درتیمار۸۰۰ تن درهکتارمعنی دارمی‌باشد. باتوجه به این که پ-هاش پس ازبرداشت ذرت وباگذشت سه ماه اززمان اضافه کردن شیرابه اندازه گیری شده وهمچنین باتوجه به قدرت بافری بالای خاکهای آهکی ، می‌توان نتیجه گرفت که کاهش اولیه پ-هاش درهردوخاک بیشتربوده است. کاهش پ-هاش درخاکهای آهکی، حتی به مقدارکم وموقت، اثرات مثبتی برقابلیت جذب عناصر غذائی به‌ویژه فسفر، آهن، روی و منگنز دارد (۴و۵).

شیرابه دارای شوری نسبتا" بالائی است (جدول ۲)وافزایش شوری خاک در نتیجه کاربرد آن دور از انتظار نیست. با این وجودواحتمالا" به‌دلیل آبشوئی انجام شده درطی فصل رشد، شوری باقیمانده درخاک زیادنبوده است. اگرچه درتیمار۸۰۰ تن درهکتار، در هر دو خاک افزایش شوری معنی دارشده است، ولی این امر سبب افزایش هدایت الکتریکی خاکهابه حدی که بتوان آنهاراشور نامید (EC>۴ dS/m) نشده است (جدول ۴). این نتایج به روشنی نشان می‌دهدکه اگرچه درتیمار۴۰۰ تن درهکتارحدود۷/۲ تن نمک به هرهکتارخاک اضافه می‌شود، بااین حال درپایان فصل رشدافزایش معنی داری درشوری هیچکدام از خاکها در اثر این تیمار مشاهده نمی‌گردد. این امر احتمالا" به دلیل بازده پائین آبیاری و برخه آبشوئی بالا در مزارع ایران است. درهرحال افزودن شیرابه به مقدارزیاد وبه صورت مکرر به خاک، می‌تواند باعث افزایش شوری خاک واحتمالا" کاهش عملکردگیاهان حساس به شوری شود.

شیرابه حاوی حدود۲ درصدماده آلی است ودرتیمار۴۰۰ و۸۰۰ تن درهکتار به ترتیب ۹ و۱۸ تن ماده آلی به یک هکتارخاک اضافه نموده است. بدیهی است بخش قابل ملاحظه‌ای ازاین ماده آلی درطول فصل رشدتجزیه می‌شود، به‌ویژه این که نسبت کربن به ازت آن پائین می‌باشد (جدول ۲). اثرات باقیمانده شیرابه برموادآلی خاک، فقط درخاک لورک وبرای تیمار۸۰۰ تن درهکتار معنی دارشده است.

افزودن ۴۰۰ تن شیرابه به یک هکتارباعث اضافه شدن ۴۰۰ کیلوگرم ازت، ۶۰ کیلوگرم فسفرو۱۲۴۰ کیلوگرم پتاسیم به یک هکتارخاک شده است (جدول ۲)، که علاوه برتامین نیازگیاه واثرقابل ملاحظه برعملکردذرت (جدول ۳)، بخش مهمی ازآن می‌تواند به‌وسیله گیاهان کشت شده پس ازذرت مورد استفاده قرارگیرد. مقدارازت، فسفروپتاسیم باقیمانده درهردوخاک، دراثرافزودن شیرابه افزایش یافته واین افزایشها برای هردوخاک وبه‌ویژه تیمار۸۰۰ تن شیرابه، معنی دارمی‌باشد. افزایش قابل ملاحظه ومعنی دار فسفرباقیمانده، باتوجه به این که مقدارنسبتا" کمی فسفردراثرکاربرد شیرابه به خاک اضافه شده (۶۰ کیلوگرم درهکتاردرتیمار۴۰۰ تن)، قابل توجیه نیست. این افزایش، احتمالا" دراثربالارفتن قابلیت جذب فسفربومی خاک دراثرکاهش پ-هاش و وجود موادآلی درشیرابه است (۱،۳و۴).

یکی ازویژگیهای شیرابه، پتاسیم محلول بسیار زیادآن است (جدول ۲)، به‌طوری‌که استفاده از۴۰ تن آن درهکتارسبب اضافه شدن ۱۲۴ کیلوگرم پتاسیم به هرهکتارواحتمالا" تامین نیازگیاه به این عنصرخواهد شد. پتاسیم باقیمانده در هر دو خاک، درتیمار۴۰۰ تن برهکتار حدود۲ برابرودرتیمار۸۰۰ تن بین ۳-۲ برابرشده است.

اثرباقیمانده شیرابه برمقدارآهن، منگنز، روی ومس قابل جذب در دوخاک. درجدول ۴ نشان داده شده است. به استثنای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

منگنزدرخاک لورک ومس درخاک زینل ، کاربرد شیرابه درهردو خاک، اغلب با افزایش معنی دار مقداراقیمانده این عناصرهمراه بوده است. عناصر غذائی کم مصرف در خاکهای آهکی، به ویژه آهن و روی، از جمله عوامل محدود کننده رشد بسیاری از گیاهان می‌باشند. شیرابه زباله از نظر این عناصر بسیار غنی است و به علاوه به دلیل پ-هاش اسیدی ومواد آلی زیاد در آن سبب افزایش مقدار قابل جذب باقیمانده این عناصر نیز می‌شود.

نتیجه گیری

۱- باتوجه به ترکیب شیرابه ازنظرعناصرغذائی ، مواد آلی و پ-هاش و با توجه به نتایج به‌دست آمده ، شیرابه زباله را می‌توان به عنوان یک کود مایع کامل برای تقویت خاک به کار برد.

۲- عملکرد ذرت و جذب عناصر غذائی از خاک، با افزودن شیرابه، بین دو تا سه برابر افزایش می‌یابد.

۳- با توجه به شوری زیاد شیرابه و اثرات باقیمانده قابل توجه آن، کاربرد مقدار زیاد آن در خاک و یا استفاده مکرر از آن در یک خاک توصیه نمی شود.

۴- برای تعیین حداقل شیرابه مورد نیاز برای رسیدن به داکثر عملکرد اقتصادی وهمچنین به حداقل رسانیدن اثرات شوری باقیمانده، نیاز به انجام تحقیقات بیشتری برای هرمحصول می‌باشد، ولی کاربرد تا ۴۰۰ تن شیرابه در هکتار در خاکهای غیرشور و برای گیاهان غیرحساس به شوری، به صورت غیر متوالی توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای مهندس قرآنی مدیر عامل و سایر کارکنان مؤسسه کود آلی وابسته به شهرداری اصفهان، که انجام این تحقیق بدون حمایتهای همه جانبه آنها ممکن نبود، سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱- اسکندری، ذ. وم. کلباسی. ۱۳۷۳. اثرگوگردوکودآلی بروراندمان کودهای فسفره درگیاه ذرت رقم ۷۰۴ درشش سری خاکهای استان اصفهان. پژوهش وسازندگی. شماره ۲۴، ص ۳۶ تا ۴۱.

۲- رحیمی، ق. ۱۳۷۱. مطالعات اثرات کودکمپوست برشوری وآلودگی خاک و مقدار جذب عناصرسنگین توسط گیاه ذرت ازخاکهای حاوی کودکمپوست. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۱۰ صفحه.

۳- فکری کوهبنائی، م.۱۳۷۱. اثرات زمان ومواد‌آلی برجذب فسفردربعضی ازخاکهای منطقه اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۷ صفحه.

۴- محمدی نیا، غ. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیائی شیرابه کمپوست وزباله واثرآن برخاک وگیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۸۴ صفحه.

۵- ملکوتی، ج. وم.همائی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک، مشکلات وراه حلها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه.

6- Baker, D. E. and N. Suhr, 1990. Atomic Absorption and Flame Emision Spectrometry. P. 13-29 *in* A. L. Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part2., 2nd ed., Agron. Monogr. 9, ASA, Madison, WI.

7- Bradford, G. R., A. L. Page, L. J. Lund and W. Olmosted. 1975. Trace element concentration of sewage treatment plant effluents and sludges: their interactions with soils and uptake by plants. J. Environ. Qual. 4(1) : 123-127.

8- Bole. J. B. and R. G. Bell. 1978. Land application of municipal sewage waste water: yield and chemical composition of forage crops. J. Environ Qual. 7(2) : 222-226.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]

9- Carson, P. L. 1980. Recommended potassium test. P. 17-18. *In* Recommended chemical soil test procedures for the north central region. North Dakota Agric. Exp. Stn. Bull. 499.

10- Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soil, Plant and Water. University of California. Division of Agriculture Science. P. 1188.

11- Davis, T. L., J. K. Greig and M. B. Kirkham. 1988. Wastewater irrigation of vegetable crops. Biocycle. 29(9): 60-63.

12- Higgins, J. A. 1984. Land application of sewage sludge with regard to cropping systems and pollution potential. J. Environ. Qual 13(3): 441-448.

13- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1979. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.

14- Mathers, A. C., B. A. Stewart and J. D. Thomas. 1981. Manure effects on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots. J. Environ. Qual. 10(3) : 782-785.

15- Mcintosh, M. S., J. E. Foss, D. C. Wolf, K. R. Brandt and R. Darmody. 1984. Effect of composted municipal sewage sludge on growth and elemental composition on white pine and hybrid poplar. J. Environ. Qual. 13(1): 60-62.

16- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1990. Phosphorus. P. 403-431. *In* A. L. Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. part2, 2nd ed., Agron. Monogr. 9, ASA. Madison, WI.

17- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1990. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. p. 539-577 *in* A. L. Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. part2, 2nd ed., Agron. Monogr. 9, ASA. Madison, WI.

18- Sandra, K. L. and K. C. Ewel. 1984. Effects of wastewater disposal on growth rates of Cypress tress. J. Environ. Qual. 13(4) : 602-604.

19- Stomberg, A. L., D. D. Hemphill, JR. and V. V. Volk. 1984. Yield and elemental concentration of sweet corn grown on tannery waste amended soil. J. Environ. Qual. 13(1): 162-166.

20- Sutton, A. L., D. W. Nelson, V. B. Mayrose and J. C. Nye. 1978. Effects of liquid swine waste applications on corn yield and soil chemical composition. J. Environ. Qual. 7(3) :325-333.

21- Sutton. A. L., D. W. Nelson, V. B. Mayrose, J. C. Nye and D. T. Kelly. 1984. Effects of varying salt levels in liquid swine manure on soil composition and corn yield. J. Environ. Qual. 13(1): 49-59.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1376.1.2.4.3]