تأثیر لجن فاضلاب شهری بر قابلیت استفاده پتاسیم در تعدادی از خاک‌های آهکی

مینا شیروانیان [۱]، علیرضا حسین پور [۲]و شهرام کیانی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم توسط ۳ عصاره_گیر (استات آمونیم ۱ مولار، کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار وکلرید باریم ۱/۰ مولار) بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ فاکتور (صفر، ۵/۰، ۱، ۲، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی وزن خاک) لجن فاضلاب و در ۳ تکرار در ۵ خاک شهرکرد انجام شد. پس از ۵ ماه خوابانیدن، نتایج نشان داد پتاسیم قابل استفاده با کاربرد لجن فاضلاب افزایش یافت. در عصاره‌گیرهای استات آمونیم ۱ مولار، کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار و کلرید باریم ۱/۰ مولار با کاربرد ۱درصد لجن فاضلاب پتاسیم قابل استفاده به ترتیب ۹۳۴/۷، ۷۸۵/۸و ۲۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت.

واژه های کلیدی: لجن فاضلاب، قابلیت استفاده، پتاسیم

مقدمه
افزایش بازدهی محصولات کشاورزی در واحد سطح از اولویت‌های مهم جهت تهیه غذای مورد نیاز برای جمعیت در حال رشد کشور می‌باشد. یکی از راهکارهای این مسأله افزودن کودها در اشکال و ترکیبات مختلف به خاک می‌باشد که این امر جهت افزایش عملکرد محصولات و تقویت خاک از سال‌های دور در تمام دنیا رایج بوده است. در کشوری مانند ایران به علت مصرف فزاینده کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر اثرات منفی زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک وارد گردیده و حتی در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال داشته‌است (بگل و همکاران، ۲۰۰۳). به طور کلی پتاسیم در خاک به چهار شکل متفاوت یافت می‌شود که براساس کاهش قابلیت استفاده شامل پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیر تبادلی وپتاسیم ساختمانی است. این شکل‌های مختلف درتعادل با یکدیگر قرار دارند (جانسون و گلدینگ، ۱۹۹۰). اما قابلیت دسترسی متفاوتی برای گیاه دارند (بکت، ۱۹۶۴).
کلینگ و همکاران (۱۹۷۷) بیان داشتند که پتاسیم یکی از عناصر پر نیاز گیاهی است که البته غلظت آن در لجن فاضلاب، نسبت به Nو Pکمتر، و در حدود چند دهم درصد است. بنابراین پتاسیمی که از این طریق وارد خاک می‌شود، تأمین کننده نیاز گیاه نبوده و برای تأمین نیاز گیاه به این عنصر علاوه بر مصرف لجن باید از منابع شیمیایی نیز استفاده شود.
رضایی نژاد و افیونی(۱۳۷۹) اظهار داشتند که کودهای آلی (کود دامی و ....) باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شدند و قابلیت جذب روی،مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش دادند.استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود آلی در خاک‌های کشاورزی علاوه بر حاصل‌خیزی خاک مشکل دفع این مواد را نیز تا حدودی رفع می‌کند. در سال‌های اخیر استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود در اراضی کشاورزی به دلیل ارزان بودن رواج یافته است. لجن فاضلاب حاوی مقادیر زیادی عناصر پرنیاز و کم‌نیاز است که پس از اضافه شدن به زمین می‌تواند در افزایش رشد و عملکرد گیاه نقش به سزایی داشته باشد(زائری و همکاران، ۱۳۸۰).
اخیراً کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی به عنوان منبعی جهت تأمین نیاز غذایی محصولات زراعی مورد توجه قرار گرفته است. لجن فاضلاب سرشار از عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و مقادیر قابل توجهی از مواد آلی بوده و کاربرد منطقی آن در اراضی کشاورزی موجب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌شود. البته از وجود مقادیر نسبتاً زیاد فلزات سنگین در لجن فاضلاب نمیتوان صرف نظر کرد و کاربرد نامناسب آن در اراضی ممکن است مشکل ساز شود (بولان و همکاران، ۲۰۰۳).
براساس تحقیقات واثقی و همکاران (۱۳۸۳) مقدار پتاسیم لجن فاضلاب ۲۳/۰ درصد و ماده آلی آن ۲۶درصد در ماده خشک ذکر شده است.این محققین بیان داشتند تاثیر لجن فاضلاب بر افزایش پتاسیم خاک‌ها در رشت و لنگرود معنی‌دار بود. در خاک‌های اصفهان، تیمار ۵۰ تن لجن در هکتار، افزایش معنی‌دار پتاسیم خاک‌ها نسبت به شاهد مشاهده نشد، ولی تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ تن لجن در هکتار، باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم نسبت به شاهد شد. به طور کلی تاثیر لجن فاضلاب بر مقدار پتاسیم خاک‌ها نسبت به فسفر و نیتروژن کمتر بود، که می‌توان آن را به مقدار کم پتاسیم موجود در لجن ارتباط داد. دلیل اصلی این پدیده می‌تواند مربوط به حلالیت بالای املاح پتاسیم باشد. به این ترتیب که پس از جدا شدن لجن از فاضلاب، پتاسیم به طور غالب به صورت محلول در پساب باقی می‌ماند و بخش لجن از پتاسیم فقیر خواهد شد. پتاسیم اضافه شده به خاک از طریق لجن فاضلاب اغلب برای نیاز گیاه کافی نیست و برای رفع این نیاز علاوه بر مصرف لجن فاضلاب باید از منابع شیمیایی نیز استفاده شود. براساس نظر این محققین که لجن فاضلاب، باعث افزایش ماده آلی خاک‌ها شده که این افزایش با مقدار لجن اضافه شده رابطه مستقیم دارد.

با توجه به افزایش کاربرد لجن فاضلاب در خاک‌های کشاورزی و به دلیل آن که در مورد تأثیر لجن فاضلاب برقابلیت استفاده پتاسیم در خاک‌های استان پژوهشی انجام نشده، در این پژوهش اثر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم در تعدادی از خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

آماده و تهیه سازی خاک و لجن فاضلاب

برای انجام این تحقیق ابتدا تعداد ۲۰ نمونه خاك از خاك‌های زراعی دشت شهرکرد در استان چهار محال و بختیاری از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری جمع آوری گردید. پس از هوا خشك نمودن از الك ۲ میلیمتری عبور داده شد. پس از تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، تعداد ۵ نمونه خاک براساس بافت و درصد کربنات کلسیم معادل انتخاب شدند. بررسی‌های آزمایشگاهی در دو بخش تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و آزمایش‌های قابلیت استفاده پتاسیم صورت گرفت.در این پژوهش، بافت خاک‌های نمونه‌برداری شده به روش هیدرومتر (جی و بادر، ۱۹۸۶) تعیین شد. از میان ویژگی‌های شیمیایی خاک، با توجه به هدف پژوهش، pH(توماس،۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی (رودرز، ۱۹۹۶)، کربنات کلسیم معادل (لوپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی با روش استات سدیم در پ-هاش ۷ (سامنر و میلر، ۱۹۹۶) و ماده آلی با روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شدند.پتاسیم محلول خاک با آب مقطر به نسبت ۱:۱۰ عصاره‌گیری شد (بنتون جونز، ۱۹۳۰). پتاسیم تبادلی ۵ نمونه خاک با استات آمونیم یک مولار عصاره‌گیری شد. پتاسیم قرائت شده در واقع مجموع پتاسیم محلول و تبادلی بوده که با کسر پتاسیم محلول از این مقدار پتاسیم تبادلی بدست آمد (بنتون جونز، ۱۹۳۰).عصاره‌گیری پتاسیم غیر تبادلی با روش اسید نیتریک ۱ مولار جوشان انجام شد (الکنانی و همکاران، ۱۹۸۴). از تفاضل پتاسیم محلول و تبادلی از پتاسیم استخراج شده با اسید نیتریک یک مولار، پتاسیم غیر تبادلی به دست آمد.

لجن فاضلاب شهری از تصفیه خانه فاضلاب شهرکرد تهیه و از الک یک میلیمتری عبور داده شد. ویژگی‌های لجن فاضلاب شامل قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره پنج به یک آب مقطر به لجن فاضلاب (رودز، ۱۹۹۶)، pH در سوسپانسیون پنج به یک آب مقطر به لجن فاضلاب (توماس، ۱۹۹۶) و مقدار ماده آلی لجن فاضلاب به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. پتاسیم محلول، تبادلی و غیر تبادلی لجن نیز مشابه اندازه گیری این ویژگی‌ها در خاک انجام گردید که در مطالب فوق ذکر شده است.

مطالعه تاثیر لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده پتاسیم

این آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.در این پژوهش، لجن فاضلاب به میزان صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱، ۲، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی لجن فاضلاب در سه تکرار به ۲۰۰ گرم از خاک‌ها اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۵ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگه‌داری شدند. طی این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاک در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شد. پس از پایان دوره ۵ ماهه، نمونه‌ها از انکوباتور خارج شد و نمونه‌ها هوا خشک شده و مقدار قابل استفاده پتاسیم اندازه‌گیری شد. قابلیت استفاده پتاسیم با ۳ عصاره گیر استات آمونیم یک مولار (بنتون جونز، ۱۹۳۰)، کلرید باریم ۱/۰ مولار(سیمارد و زیزکا، ۱۹۹۴) و کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار(بنتون جونز، ۱۹۳۰) انجام گردید.

. در نهایت اثر تیمارها بر قابلیت استفاده پتاسیم به روش تجزیه واریانس بررسی، و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزار Excel ۲۰۱۰و SAS ۸.۰انجام گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لجن فاضلاب و نمونه خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد پتاسیم محلول در خاک ۳ بیشترین و کمترین در خاک ۲، پتاسیم تبادلی در خاک ۳ بیشترین و کمترین در خاک ۲ و پتاسیم غیر تبادلی در خاک ۱ بیشترین و در خاک ۲ کمترین مقدار را دارد.

لجن فاضلاب دارای مقادیر قابل توجهی از ماده آلی، عناصر پرنیاز و کم‌نیاز می‌باشد که می‌توانند اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نهایت رشد و عملکرد گیاه داشته باشد (زائری و همکاران، ۱۳۸۰ و رضایی‌نژاد و افیونی، ۱۳۷۹).میانگین مقادیر پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش‌های مختلف شیمیایی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که کاربرد لجن فاضلاب باعث افزایش پتاسیم عصاره‌گیری شده با $BaCl_2$، استات آمونیم ۱ مولار، و $CaCl_2$شده است که علت آن وجود مقادیر نسبتا زیاد پتاسیم در لجن فاضلاب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها می‌شود. دامنه تغییرات پتاسیم قابل استفاده با روش $BaCl_2$ در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۲۱/۴۵۶- ۰۲/۲۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰ درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۳ و کمترین آن در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۲ بود. دامنه تغییرات پتاسیم قابل استفاده با روش استات آمونیم ۱ مولار در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۳۲/۶۰۴- ۸۵/۱۹۶ میلی گرم در کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۳ و کمترین آن در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب در خاک شماره ۲ بود. دامنه تغییرات پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش $CaCl_2$ در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب ۹۸/۲۷۶- ۵۹/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بیشترین پتاسیم قابل استفاده در تیمار ۲۰ درصد لجن فاضلاب خاک شماره ۱ و کمترین پتاسیم در تیمار صفر درصد لجن فاضلاب خاک شماره ۲ بود.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لجن فاضلاب و نمونه خاک‌های بررسیشده

شماره خاک		محل نمونه برداری	پ-هاش*	قابلیت هدایت الکتریکی**	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	گنجایش تبادل کاتیونی	رس	پتاسیم محلول	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی
				dSm^{-1}	%	%	$Cmol_cKg^{-1}$	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
۱		چالشتر	۳/۸	۴۲/۰	۸۶/۲	۳۵	۹۸/۲۰	۳۰	۲۱/۴۶	۵۶/۳۲۷	۹۲/۱۳۴۳
۲		نافچ	۵/۸	۳۰/۰	۳۴/۱	۵/۴۰	۵۹/۱۷	۳۴	۸۱/۱۵	۴۸/۱۷۱	۵/۸۶۴
۳		جعفرآباد	۴/۸	۳۴/۰	۶۹/۲	۵/۳۲	۵۵/۱۹	۱۸	۱۳/۵۶	۷۸/۳۵۸	۱۳/۱۱۳۱
۴		تشنیز	۶/۸	۵۸/۰	۹۳/۱	۳۷	۵۴/۲۴	۴۴	۱۲/۱۹	۶۳/۲۵۳	۹۷/۱۰۹۵
۵		دستناء	۲/۸	۹۹/۰	۵۲/۲	۵/۳۰	۱۵/۲۱	۲۲	۶۱/۳۹	۵۶/۲۵۸	۰۳/۱۰۵۸
	میانگین		۴/۸	۵۲/۰	۲۷/۲	۱/۳۵	۷۶/۲۰	۳۰	۳۸/۳۵	۲۷۴	۷۱/۱۰۹۸
	دامنه		۶/۸-۲/۸	۹۹/۰-۳/۰	۸۶/۲ -	۵/۴۰- ۵/۳۰	۵۴/۲۴- ۵۹/۱۷	۴۴- ۱۸	۱۳/۵۶- ۸۱/۱۵	۷۸/۳۵۸- ۴۸/۱۷۱	۹۲/۱۳۴۳- ۵/۸۶۴
	لجن فاضلاب		۵/۷	۲۵/۲	۲۰				۹۹/۷۳۳	۰۵/۱۴۴۷	۶۸/۲۳۲

*در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک به اب مقطر، **در عصاره ۱ به ۲ خاک به اب مقطر

جدول ۲ ارتباط لجن فاضلاب اضافه شده با پتاسیم قابل استفاده در عصاره‌گیری‌های شیمیایی مختلف را نشان می‌دهد.

این معادلات بیانگر شاخص قابلیت استفاده پتاسیم (Potassium Availability Index) می‌باشد و مقادیر بالای ضریب تشخیص (R^2)، نشان دهنده مناسب بودن این معادلات در توصیف مقدار پتاسیم فراهم خاک‌ها پس از کاربرد لجن فاضلاب می‌باشد. این شاخص نشان‌دهنده آن است که اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش کلرید باریم ۱/۰ مولار به طور متوسط ۲۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد.

جدول ۲- نتایج رگرسیون خطی بین میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی و مقدار لجن فاضلاب اضافه شده در خاک های مختلف

عصاره گیر	معادلات	ضریب تشخیص (R^2)
کلرید باریم ۱/۰ مولار	Y=۲۷/۵X+۲/۲۸۱	۹۷/۰
استات آمونیم ۱ مولار	Y=۹۳۴/۷X+۵/۳۰۶	۹۶/۰
کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار	Y=۷۸۵/۸X+۰۸/۶۶	۹۹/۰

X=مقدار لجن فاضلاب اضافه شده (درصد)، Y= مقدار میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده با عصاره‌گیرهای مختلف (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، شیب معادلات= شاخص قابلیت استفاده پتاسیم لجن فاضلاب

اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش استات آمونیم ۱ مولار به طور متوسط ۹۳۴/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد. اگر یک درصد لجن فاضلاب به خاک افزوده شود، مقدار پتاسیم قابل استفاده با روش کلسیم کلرید ۰۱/۰ مولار به طور متوسط ۷۸۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می‌یابد.

جدول ۳- مقایسه میانگین پتاسیم عصاره‌گیری شده (میلی گرم بر کیلوگرم خاک) با روش‌های شیمیایی مختلف

لجن فاضلاب (درصد)	خاک ۱	خاک ۲	خاک ۳	خاک ۴	خاک ۵	میانگین
			کلرید باریم ۰/۱ مولار			
۰	Ac۶۲/۳۱۵	Cc۰۲/۲۱۷	Ac۵۵/۳۴۳	BCd۳۱/۲۴۳	Bd۲۴/۲۴۸	E۵۵/۲۷۳
۵/۰	Ac۹/۳۱۸	Cc۶۱/۲۲۳	Ac۲/۳۴۵	BCd۸۸/۲۴۹	Bcd۰۴/۲۵۹	DE۳۳/۲۷۹
۱	Bc۰۵/۳۳۲	Cc۱۶/۲۳۰	Ac۲۹/۳۵۴	BCcd۷۴/۲۵۹	Bbc۸۲/۲۷۷	CD۸۱/۲۹۰
۲	Abc۸۵/۳۴۵	Cc۵۱/۲۴۳	Abc۶۱/۳۷۰	Bc۸۷/۲۷۴	Bbc۸۴/۲۸۵	C۱۴/۳۰۴
۱۰	Ab۰۴/۳۶۷	Bb۸۵/۲۷۷	Ab۷۴/۳۸۶	Bb۷۱/۳۰۶	Bb۹۹/۳۰۱	B۰۷/۳۲۸
۲۰	Aa۰۶/۴۳۹	Ca۳۱/۳۲۹	Aa۲۱/۴۵۶	BCa۴۷/۳۴۶	Ba۴۷/۳۷۰	A۳۱/۳۸۸
میانگین	B۰۹/۳۵۳	D۵۸/۲۵۳	A۱/۳۷۶	C۱۶/۲۸۰	C۵۷/۲۹۰	
			استات آمونیم (۱مولار)			
۰	Bc۲۵/۳۹۴	Ee۸۵/۱۹۶	Ac۶۳/۴۳۰	Cd۲۸/۲۷۱	Dc۸/۲۴۷	E۱۶/۳۰۸
۵/۰	Bc۷۳/۳۸۱	Ede۲۱۳	Ad۸/۴۱۵	Cd۳۹/۲۸۲	Dc۹/۲۵۲	DE۱۷/۳۰۹
۱	Bc۶۷/۳۹۶	Ed۹۸/۲۱۸	Acd۹۹/۴۲۱	Ccd۰۴/۲۹۱	Dc۸/۲۶۱	D۰۹/۳۱۸
۲	Bbc۸/۴۰۷	Ec۰۴/۲۴۲	Ac۹/۴۳۶	Cc۴۲/۳۰۴	Dc۷۷/۲۶۶	C۵۸/۳۳۱
۱۰	Bb۷۶/۴۲۷	Db۴۶/۲۲۶	Ab۸۵/۴۶۵	Cb۳۵/۳۳۵	Cb۹/۳۱۵	B۲۶/۳۶۲
۲۰	Ba۴۲/۴۶۳	Da۵۱/۴۰۳	Aa۳۲/۶۰۴	Ba۲۸/۴۶۸	Ca۷۳/۴۴۰	A۰۵/۴۷۶
میانگین	B۹۴/۴۱۱	E۸۱/۲۵۶	A۵/۴۶۲	C۴۶/۳۲۵	D۶۵/۲۹۷	
			کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار			
۰	Bd۹۲/۹۰	Dd۵۹/۲۶	Ad۷۲/۱۱۷	Cd۳۵/۴۵	BCe۵۴/۵۰	E۲۳/۶۶
۵/۰	Bd۶۱/۹۴	Ed۶۱/۲۹	Ad۷۳/۱۲۰	Dd۹۷/۴۵	Cde۱۶/۵۷	DE۶۲/۶۹
۱	Bd۸۹/۹۹	Ed۵۹/۳۰	Ad۷۴/۱۲۰	Dd۵۷/۴۶	Cd۸۱/۵۹	D۵۹/۷۱
۲	Bc۱۶/۱۰۹	Dc۱۱/۴۱	Ac۰۳/۱۴۲	Cc۰۲/۶۲	Ce۳۳/۶۹	C۷۳/۸۴
۱۰	Bb۸۹/۱۹۳	Db۱۲/۱۱۲	Ab۳۸/۲۲۰	Db۴۲/۱۱۶	Cb۴۹/۱۵۵	B۶۶/۱۵۹
۲۰	Aa۹۸/۲۷۶	Da۲۹/۱۸۴	Ba۶۳/۲۶۷	Ca۱۷/۲۰۲	Ba۰۸/۲۶۴	A۰۳/۲۳۹
میانگین	B۲۴/۱۴۴	E۷۸/۷۰	A۸۷/۱۶۴	D۴۲/۸۶	C۴/۱۰۹	

مقایسه میانگین در ردیف با حروف بزرگ و در ستون با حروف کوچک نمایش داده شده است.
در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند.
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵% ندارند

با توجه با بالا بودن میزان پتاسیم محلول و تبادلی لجن اضافه شده به نمونه‌ها جدول ۳ نشان می‌دهد که پتاسیم قابل استفاده با کاربرد لجن فاضلاب افزایش یافت که بانتایج واثقی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد.در هر ۳ عصاره‌گیر تیمار ۱۰ و ۲۰ درصد لجن فاضلاب باعث افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد شد البته در برخی خاک‌ها این معنی‌دار بودن در تیمار ۲ درصد نیز مشاهده شد. که این می‌تواند به علت بیشتر بودن پتاسیم اضافه شده به خاک باشد.

منابع

رضایی نژاد، ی. و افیونی، م. ۱۳۷۹ . اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴، صفحات ۱۴ تا ۲۸.

زائری، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب بر حرکت املاح، رطوبت خاک وبرخی خواص فیزیکی خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

واثقی، س. افیونی، م. ش ریعتمداری، ح. و مبلی، م.۱۳۸۳. اثر لجن فاضلاب بر غلظت تعدادی از عناصر غذایی و ویژگی‌های شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳، صفحات ۹۵ تا ۱۰۵ .

Al-Kanani T., mackenzi A. F., and Rross G.J. ۱۹۸۴. Potassium status of some Quebec soils: K release by nitric acid and sodium tetraphenyl boron as related to particle size and mineralogy. Canadian Journal Soil Science, ۶۴: ۹۹-۱۰۶.

Beckett P. H. T. ۱۹۶۴. The immediate Q/I یط ۱ relation of labile potassium in the soil. Journal of Soil Science, ۱۵:۹-۲۳.

Benton Jones J.Jr. ۱۹۳۰. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Boca Raton London, New York Washingto,D.C. CRC Press.

Bhogal. A. F., Nicholson B. J., Chambers. And shepherd M.A. ۲۰۰۳. Effect of past sewage sludge addition on heavy metal availability in light textured soils: implications for crop yields and metal uptake. Environ. Pollution, ۱۲۱: ۴۱۳-۴۲۳.

Bolan N.S. and Duraisamy V.P. ۲۰۰۳.Role of inorganic and organic soil amendments on immobilization and phyto availability of heavy metals.a review involving specific case studies. Australian Journal of Soil Research, ۴۱:۵۳۳-۵۵.

Gee G.H. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۲, physical properties, SSSA, Madison, WI.

Jonhston A. E. and Goulding K.W.T. ۱۹۹۰.The use of plant and soil analyses to predict the potassium supplying capacity of soil. In: Proceeding of the Development of K-Fertilizer Recommendations International Potash Institute, Basel, Switzerland, ۱۷۷-۲۰۴.

Kelling K. A., Peterson A. E., Walsh L. M., Rayan J. A. and Keeney D. R.۱۹۷۷. A Field study of the agricultural use of sewage sludge: I, Effect on crop yield and uptake of N and P. Journal of Environmental Quality, ۶:۳۳۹-۳۴۳.

Loeppert R.H. and Sparks D.L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. In: D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI.

Nelson D.W. and Summers L.E. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI

Rhoades J.D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks, (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳, chemical methods. SSSA, Medison, WI.

Simard R. R. and Zizka J. ۱۹۹۴.Evaluating plant available potassium with strontium chloride.Community soil science plant analysis, ۲۵: ۱۷۷۹- ۱۷۸۹.

Sumner M.E. and Miller W.P. ۱۹۹۶.Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: D.L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods.SSSA, Madison, WI.

Thomas G.W.۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods. SSSA, Madison, WI.

Abstract

The objective of this research was to study the effect of sewage sludge on the capability of the availability of Potassium by three extractors (Acetate Ammonium ۱ molar, Calcium Chloride ۰.۰۱ molar and Barium chloride ۰.۱ molar). This research was a thoroughly randomized one with six factors (zero,۰.۵, ۱, ۲, ۱۰ and ۲۰ percent weight of soil weight) of sewage sludge which was repeated three times in ۵ amounts of soil in Shahrekord. After ۵ months of incubating the samples, results showed that the availability of potassium increased by the application of sewage sludge. In the extractors Acetate Ammonium ۱ molar, Calcium Chloride ۰.۰۱ and Barium Chloride ۰.۱ molar, with the application of ۱ percent of sewage sludge, available potassium increased by ۷.۹۳۴, ۸.۷۸۵ and ۵.۲۷ $mg.kg^{-1}$ respectively.