تأثیر کودشیمیایی و لجن فاضلاب بر تغییرات قابلیت استفاده فسفر در دو خاك آهکی

سمیرا قاسمی پیربلوطی [۱]، علیرضا حسین پور [۲] و شهرام کیانی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
برای بررسی تأثیر کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر تغییرات قابلیت استفاده فسفر در دو خاك آهکی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلیگرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفر بر کیلوگرم) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. نمونه‌های خاك به مدت پنج ماه در انکوباتور نگهداری شدند. پس از پنج ماه خوابانیدن فسفر قابل استفاده آن‌ها با روش‌های اولسن، کلرید کلسیم و بی‌کربنات آمونیوم- دی‌تی‌پی‌ای تعیین گردید. نتایج مط العه نشان داد که فسفر قابل استفاده خاك‌ها با افزایش و تأثیر لجن فاضلاب بیشتر از کود شیمیایی بود. همچنین به دلیل زیاد بودن فسفر در لجن فاضلاب این کود آلی مي‌تواند به عنوان منبع فسفر استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: کود شیمیایی فسفره، لجن فاضلاب ، قابلیت استفاده فسفر.

مقدمه
فسفر یکی از عناصر غذایی پر نیاز گیاه بوده و عامل محدودکننده رشد و عملکرد در بسیاری از اراضی کشاورزی می‌باشد. کمبود فسفر یکی از پیچیده‌ترین مسائل در حاصل‌خیزی خاک‌ها است. پیچیدگی فسفر در خاک‌ها به علت پیوندهای قوی فسفات با فازهای جامد آلی و غیر آلی، جذب مداوم توسط گیاهان و ریزجانداران، بازگشت دائمی از موادآلی پوسیده وکند بودن سرعت بسیاری از واکنش‌های فسفر است(سالار دینی،۱۳۸۲). قابلیت دسترسی فسفر در خاك به وسیله تعادل دینامیکی که بین فاز مایع و جامد ترکیبات خاکی که در تغییر و تبدیل فسفر اضافه شده اثر مي‌گذارند، کنترل مي‌گردد. تثبیت قوی فسفر در خاك‌های آهکی و اسیدی به خوبی شناخته و مشخص شده است و لذا این مسئله مشکلات جدی را در زمینه تغییرات فسفر برای گیاه مطرح ساخته است. علاوه بر این مشخص شده است که فراهمی عناصر غذایی در کودهای شیمیایی و آلی نیز در واکنش‌های رقابتی خاکی مثل تبادل سطحی و رسوب تأثیر بسزایی دارد. همچنین فرایند معدنی شدن فسفر تحت تأثیر شرایط خاک (نظیر pH، دما و رطوبت خاک) طبیعت و نوع کود آلی که به صورت کودی یا بقایای گیاهی و حیوانی به خاک اضافه می‌شود و وضعیت فسفر خاک می‌باشد (جوانمرد و فرقانی، ۱۳۸۴). از طرفی کودهای آلی و شیمیایی لازم و ملزوم یکدیگر بوده و به هر دو نوع کود برای ایجاد شرایط مطلوب جهت رشد گیاهان نیاز مي‌باشد. بنابراین استفاده کامل از منابع آلی و یا بیولوژیکی به همراه کاربرد بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی در حفظ باروری و ساختمان خاك، فعالیت حیاتی و ظرفیت نگهداری آب در خاك دارد (ملکوتی، ۱۳۷۸). در این بین لجن فاضلاب به دلیل ارزان بودن و قرار گرفتن عناصر آن در چرخه غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و همچنین مقدار ماده آلی به نسبت زیاد لجن مي‌تواند اثر مطلوبی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاك گذارد و این به خصوص برای خاك‌های ایران که با کمبود موادآلی مواجه هستند، دارای اهمیت مي‌باشد (افیونی و همکاران، ۱۳۷۷). لبوسکی و لمب (۲۰۰۳) نشان دادند که در کاربرد کودهای حیوانی، فراهمی فسفر با زمان تغییر نمی‌کند (در طول ۹ ماه خوابانیدن) در حالی که در استفاده از کودهای شیمیایی فراهمی فسفر با زمان کاهش پیدا می‌کند. افزون بر این مقدار فسفر فراهم شده از منبع آلی بیشتر از منبع معدنی است. خالید و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات خود بیان داشتند، با افزایش مدت خوابانیدن فسفر قابل استفاده در خاک با هر دو کودآلی (کودگاوی و کمپوست لجن) و غیرآلی (KH_2PO_4) به طور معنی‌داری کاهش یافت که نتیجه گرفتند که بیشترین مدت بحرانی خوابانیدن درهفته اول بود، در مدت این دوره ۵۰% از فسفر افزوده شده کاهش یافت. استفاده مجدد از ضایعات آلی مانند لجن فاضلاب، روش مناسبی برای بازگرداندن مواد آلی و برخی عناصر غذایی به خاك به شمار مي‌رود. اگرچه مطالعاتی در زمینه تأثیر لجن فاضلاب بر خصوصیات خاك و جذب عناصر توسط گیاهان صورت گرفته است، اما مطالعه بر هم‌کنش کود شیمیایی و لجن فاضلاب بر قابلیت استفاده فسفر در دو نوع خاك آهکی در سطح استان چهارمحال و بختیاری انجام نشده است.

مواد و روش‌ها
تهیه و آماده سازی خاک
برای این آزمایش دو خاک آهکی با بافت ریز و درشت از استان چهارمحال و بختیاری و از عمق ۳۰-۰ سانتي‌متری جمع‌آوری گردید. پس از هوا خشک کردن نمونه‌ها را از الک ۲ میلي‌متری عبور داده و سپس ویژگی فیزیکی خاک مانند بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و باودر، ۱۹۸۶) تعیین شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاك از قبیل قابلیت هدایت الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، pH

(توماس، ۱۹۹۶)، گنجایش تبادل کاتیونی (سامنر و میلر، ۱۹۹۶)، کربن آلی به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن کربنات کلسیم با اسیدکلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود (لاپرت و اسپارکز، ۱۹۹۶)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون،۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز،۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

تهیه و آماده سازی لجن فاضلاب

لجن مورد استفاده از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهرکرد تهیه شد. لجن هوا خشک شده و از الک ۱ میلیمتری عبور داده شد. قبل از شروع آزمایش برخی خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب اندازه‌گیری شد. این خصوصیات شامل قابلیت هدایت الکتریکی با نسبت ۱:۵ آب به لجن فاضلاب (رودز، ۱۹۹۶)، pH (توماس، ۱۹۹۶)، کربن آلی لجن فاضلاب به روش اکسایش تر (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، فسفر کل با روش هضم با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک (سامرز و نلسون،۱۹۷۲) و مقدار فسفر قابل استفاده پس از عصاره‌گیری با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) با روش رنگ سنجی اندازهگیری شد (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲).

مطالعه تأثیر لجن فاضلاب و کودشیمیایی بر فسفر قابل استفاده

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. این تحقیق شامل سه فاکتور : لجن فاضلاب (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم)، کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم) و نوع خاك (با بافت ریز و درشت) بود. پس از اعمال تیمارها رطوبت خاک‌ها به ۲۰ درصد وزنی رسانده شد و خاك‌ها به مدت ۵ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتي‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. در این مدت با وزن کردن روزانه نمونه‌ها رطوبت خاك در ۲۰ درصد وزنی ثابت نگه داشته شدند. پنج ماه پس از خوابانیدن نمونه‌های خاک هوا خشک و فسفر قابل استفاده آنها با روش‌های کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار و بی‌کربنات آمونیوم- دی‌تی‌پی‌ای(کو، ۱۹۹۶) استخراج و غلظت فسفر در عصاره‌ها به روش رنگ سنجی (مورفی و رایلی، ۱۹۶۲) تعیین گردید.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و لجن فاضلاب مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مطالعه شده و لجن فاضلاب

	پ- هاش	بافت	قابلیت هدایت الکتریکی	گنجایش تبادل کاتیونی	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	فسفرقابل استفاده	فسفرکل
			$dS.m^{-1}$	$Cmolc.kg^{-1}$	%	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
خاک ریز بافت	۰۰/۸	رسی	۳۰/۰	۵۰/۲۱	۰۸/۱	۵۲/۴۳	۹۳/۱۶	۰۸/۶۴۱
خاک درشت بافت	۹۲/۷	شنی	۲۶/۰	۸۲/۷	۸۰/۰	۶۰/۲۴	۶۰/۴	۱۷/۹۵۳
لجن فاضلاب	۷۰/۶	-	۸۷/۳	-	۳۶/۲۰	-	۵۱/۲۸۷	۰۷/۵۱۳۱

درعصاره ۱ به ۲ خاک به آب

میانگین اثر تیمارها بر فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های اولسن، کلرید کلسیم و بی‌کربنات آمونیوم دی تی پی ای در پایان انکوباسیون در جدول ۲ نشان داده شده است.

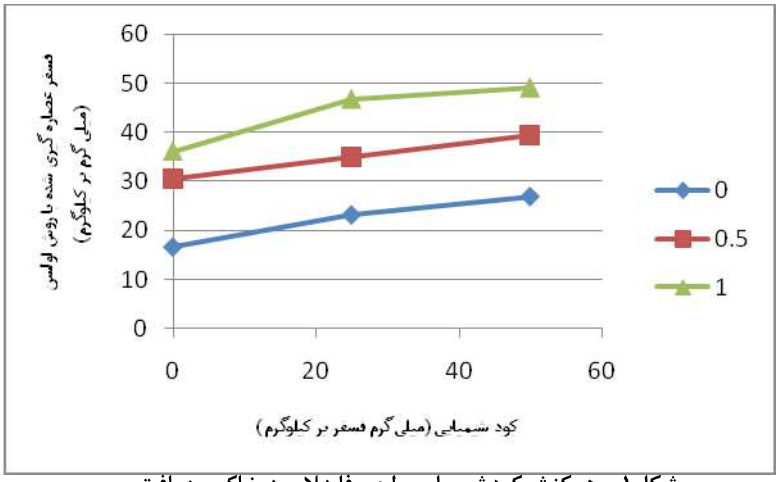
جدول ۲. میانگین اثر تیمارها بر فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی در پایان انکوباسیون

کودشیمیایی $(mg\ P.kg^{-1})$	لجن فاضلاب $(mg\ P.kg^{-1})$			میانگین	لجن فاضلاب $(mg\ P.kg^{-1})$			میانگین
	۰	۲۵	۵۰		۰	۲۵	۵۰	
	ریز بافت			اولسن	درشت بافت			
۰	i ۶۷/۱۶	f ۴۹/۳۰	d۱۲/۳۶	C۳۶/۲۷	h۲۵/۳	e۲۵/۲۰	d۳۵/۲۷	C۹۴/۱۶
۲۵	h ۲۲/۲۳	e ۹۸/۳۴	b۷۳/۴۶	B۹۷/۳۴	g۲۴/۱۲	d۵۱/۲۷	c۱۶/۳۱	B ۶۳/۲۳
۵۰	g ۹۵/۲۶	c ۴۷/۳۹	a۰۴/۴۹	A۳۶/۲۷	f۵۳/۱۶	b۴۴/۳۴	a۳۵/۳۸	A۱۰/۳۰
میانگین	C ۸۸/۲۱	B ۹۸/۳۴	A۹۶/۴۳		C۶۷/۱۰	B۷۳/۲۷	A۲۸/۳۲	
	کلریدکلسیم							
۰	i ۲۸/۱	g ۴۰/۱	d ۰۱/۲	C۴۰/۱	i ۱۴/۱	g ۳۰/۱	d ۶۰/۱	C۳۴/۱

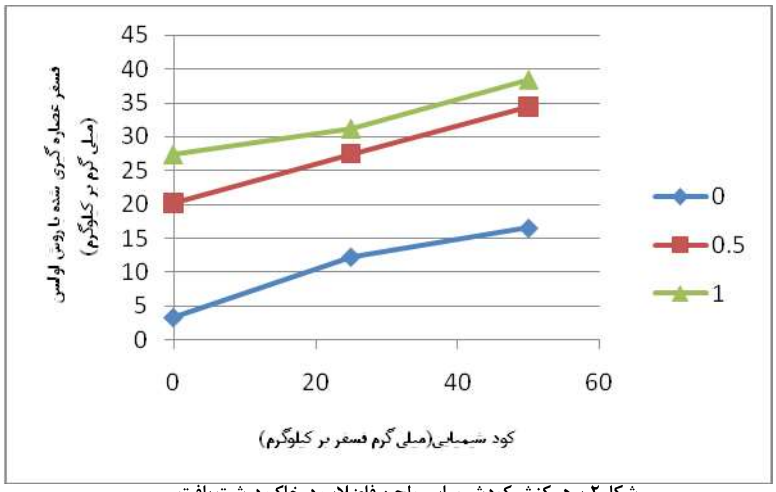
	h ۳۲/۱	e ۱۴/۲	b ۰۳/۳	B۱۶/۲	h ۲۵/۱	e ۵۰/۱	c ۸۱/۱	B۵۱/۱
۲۵								
۵۰	f ۷۰/۱	c ۵۰/۲	a ۳۳/۳	A۵۱/۲	f ۴۵/۱	b ۰۰/۲	a ۳۵/۲	A۹۵/۱
میانگین	C۲۷/۱	B ۰۱/۲	A۷۸/۲		C ۲۸/۱	B ۶۱/۱	۹۲/۱ A	
			بی‌کربنات آمونیوم دی‌تی‌پی‌ای					
۰	h ۳۱/۵	e ۸۴/۹	d۷۲/۱۲	C۲۹/۹	h ۳۵/۱	e ۸۱/۶	d۴۵/۹	C۸۶/۵
۲۵	g ۴۷/۷	d ۶۷/۱۲	b ۳۱/۱۶	B ۱۴/۱۲	h۲۵/۴	d۲۷/۹	c۱۹/۱۲	B۵۶/۸
۵۰	f ۳۱/۹	c ۴۲/۱۵	a ۷۳/۱۹	A ۸۲/۱۳	f۱۶/۷	b۷۵/۱۴	a۳۷/۱۷	۷۶/۱۳ A
میانگین	C ۳۶/۷	B ۶۴/۱۲	A۲۵/۱۶		C ۲۵/۴	B۲۷/۱۰	A ۰۰/۱۳	

- میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر فسفر عصاره‌گیری شده با سه روش‌های شیمیایی در پایان انکوباسیون نشان داد که اثر نوع خاک بر فسفر قابل استفاده در سطح ۰۰۱/۰ درصد معنی‌دار شده است. این بدین معنی است که اختلاف بین خاک‌های مورد مطالعه به خاطر تفاوت در ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاکها میباشد.فسفرقابل استفاده به روش‌های اولسن، کلریدکلسیم وبی‌کربنات آمونیوم-دی‌تی‌پی‌ای در پایان انکوباسیون باکاربرد کودشیمیایی وآلی نسبت به تیمارشاهدافزایش یافت. درعصاره‌گیراولسن درخاك ریزبافت درتیمارصفردراثراضافه کردن ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفردرکیلوگرم فسفرعصاره‌گیری شده به ترتیب ۲۲/۲۳ و ۹۵/۲۶ میلي‌گرم درکیلوگرم افزایش یافته درحالی که دراثر اضافه کردن ۲۵ و ۵۰ میلي‌گرم فسفردرکیلوگرم به صورت لجن فاضلاب فسفر عصاره‌گیری شده با این روش به ترتیب ۴۹/۳۰ و ۱۲/۳۶ میلیگرم درکیلوگرم افزایش یافته است.مشابه این نتایج دردو عصاره‌گیردیگر وهمچنین درخاك درشت بافت نیز وجوددارد. برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درافزایش فسفرقابل استفاده باروش اولسن درخاك‌های ریزبافت ودرشت بافت درشکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درخاک ریز بافت



شکل ۲.برهم‌کنش کودشیمیایی ولجن فاضلاب درخاک درشت بافت

باتوجه به نتایج درخاك ریزبافت درتیمارصفر لجن فاضلاب در عصاره‌گیر بی‌کربنات آمونیوم دی‌تی‌پی‌ای میانگین فسفر عصاره‌گیری شده ۳۶/۷ میلي‌گرم درکیلوگرم و درتیمارصفر کودشیمیایی ۷۲/۱۲ میلي‌گرم درکیلوگرم میباشد.این نتایج درخاك درشت بافت ودوعصاره‌گیرنیزمشاهده می‌شود.این نتایج نشان می‌دهند که کاربردلجن فاضلاب درخاك‌های آهکی می‌تواندعلاوه بربهبودویژگی‌های فیزیکی وبیولوژیکی خاك جانشینی برای کودهای فسفره می‌باشد.حلاج نیاوهمکاران (۱۳۹۲) بیان کردندکه تشکیل کمپلکس‌های آلی-فلزی بافسفربه ویژه کمپلکس‌های آلی روی سطوح کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن وآلومنیوم یکی ازدلایل اصلی افزایش فراهمیفسفردرنتیجه کاربرد موادآلی است.بارونی واولسن (۱۹۷۹) اظهارنمودندکه حضورماده آلیدرخاک باعث افزایش جمعیت ریزجانداران وفشارجزئی گازدی‌اکسیدکربندرهوای خاک می‌شود،ریز جانداراننیزباتولیدانواع متابولیت‌هاواسیدهای آلی سبب کاهش پ.هاش خاک شده که این امرباعث افزایش میزان عناصرغذایی پرمصرف به خصوص فسفردرمحلول خاک می‌شوددرنتیجه دسترسی گیاه به این عناصرافزایش می‌یابد.

منابع

افیونی، م. رضایی نژاد، ی. و خیامباشی، ب. ۱۳۷۷. اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به وسیله کاهو و اسفناج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (شماره ۱)، صفحات ۱۹تا ۳۰.

جوانمرد، ا. و فرقانی، ا. ۱۳۸۴. اثر مواد افزودنی مختلف بر فسفر قابل استفاده در خاک‌های مختلف. صفحه ۲۰۵. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران.

حلاج نیا، ا. حق نیا، غ. ح. فتوت، ا و خراسانی، ر. ۱۳۸۵. تأثیر ماده آلی بر فراهمی فسفر در خاک‌های آهکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره چهارم، صفحه ۱۳۲-۱۲۱.

سالار دینی، ع. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک (چاپ ششم). انتشارات دانشگاه تهران.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، صفحه ۴۶۰.

Baruni, B., and Olsen, S.R. ۱۹۷۹. Effect of manure on solubility of phosphorus in calcareous soil. Soil Sci, ۱۲۸: ۲۱۹-۲۲۵.

Gee G. W. and Bauder J. W. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱ (۲th Ed.).The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۳۸۳-۴۱۱.

Khalid M., Ghoneim A., Modaihsh A. S., Mahjoub M. O. andZekr M. ۲۰۱۳. Phosphorus availability in calcareous soils amended with organic and inorganic phosphorus sources water, food, energy & innovation for a sustaiable world. ASA, CSSA, & SSSA International Annual Meetings Nov,۳-۶.

Kuo S. ۱۹۹۶. Phosphorus. In: D. L. Sparks (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, Chemical properties.Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۸۶۹-۹۲۰.

Laboski C. A. M. and Lamb J. A. ۲۰۰۳. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure. Soil Science Society of America Journal ۶۷: ۵۴۴-۵۵۴.

Loeppert R. H. and Sparks D. L. ۱۹۹۶.Carbonate and Gypsum. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۳۷-۴۷۴.

Murphy J. and Rilley H. P. ۱۹۶۲.A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta ۲۷: ۳۱-۳۶.

Nelson D. W. and Sommers L. E. ۱۹۸۲.Total carbon, organic carbon and organic matter. In: sparka, D. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Soil Science Society of America. Madison, WI, pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Olsen S. R. and Sommers L. E. ۱۹۸۲.Phosphorus. In: Klute A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part۱, chemical and biological properties.Soil Science Society of America. Madison, WI.

Rhodes J. D. ۱۹۹۶. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Socity of America. Madison, Wisconsin, pp. ۴۱۷-۴۳۵.

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, pp. ۱۲۰۱-۱۲۰۳.

Thomas G. W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Properties. Soil Science Society of America and America Socity of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp. ۴۷۵-۴۸۳.

Abstract

To investigate the effect of chemical fertilizers and sewage sludge on changes phosphorous availability in two calcareous soils a factorial experiment done in a completely randomized design with three replications. The study consisted of three factors: sewage sludge (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. kg^{-1}), triple superphosphate fertilizer (۰, ۲۵ and ۵۰ mg P. kg^{-1}) and soil (fine and coarse texture), respectively. Soil samples incubated at ۲۵ ℃ for ۵ months. After that ۵ months incubation, available P was extracted with methods Olsen, $CaCl_2$ and AB-DTPA. At the end of study available P soils increases and the effect of sewage sludge was higher than chemical fertilizer. Also Due to the higher phosphorus in the sewage sludge, this manure could be used as a source of phosphorus.