# برهمکنش ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی فسفره بر قابلیت استفاده فسفر در یک خاک آهکی

فاطمه شهبازی، علیرضا حسین‌پور، حمیدرضا متقیان

دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهرکرد

**چکیده**

اصلاح کننده‌های آلی می‌توانند سبب بهبود قابلیت استفاده عناصر غذایی و ماده آلی خاک شوند. هدف از این پژوهش بررسی اثر متقابل ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی فسفره بر قابلیت استفاده فسفر در یک خاک آهکی بود. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با عوامل کود شیمیایی فسفره (۰ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم) و ورمی‌کمپوست (۰ و ۱ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. خاک‌ها به مدت ۳۰ روز در شرایط گلخانه‌ای نگهداری و سپس فسفر قابل استفاده به روش اولسن تعیین شد. نتایج نشان داد در تیمار ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم فسفر قابل استفاده در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۸۲ درصد افزایش و با افزودن ۱ درصد ورمی‌کمپوست، فسفر قابل استفاده ۹۵ درصد افزایش یافت. مقدار فسفر استخراج شده با روش اولسن در خاک تیمارشده با مخلوط کودهای ورمی‌کمپوست و شیمیایی در مقایسه با خاک تیمارشده با کود شیمیایی فسفره، ۵۸ درصد افزایش یافت.

**کلمات کلیدی:** انکوباسیون، اصلاح کننده آلی، قابلیت استفاده؛

## مقدمه

فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است. اگر چه میزان فسفر مورد نیاز گیاه با مقایسه با مقدار سایر عناصر اصلی کم است، با این حال این عنصر جزء عناصر پرنیاز محسوب می‌شود (سالاردینی، ۱۳۸۷). مقدار زیادی از فسفر موجود در خاکهای آهکی، به‌وسیله واکنش‌های جذب و رسوب در سطوح کانی‌های کربناته تثبیت می‌شود. در ایران بیش از ۶۰ درصد اراضی زیر کشت با درجات مختلف آهکی هستند و تثبیت فسفر در خاکهای آهکی بسیار مشکل‌ساز است (خورشید و همکاران،۱۳۸۷). کودهای آلی را می‌توان به‌طور کلی به کودهای حیوانی، کمپوست، ورمی‌کمپوست، مواد هومیکی، کودسبز و لجن‌فاضلاب تقسیم نمود که همگی هم از نظر عناصر غذایی پرنیاز و کم‌نیاز غنی می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۸۷). اضافه‌کردن کودهای آلی و بقایای گیاهی باعث افزودن فسفر به خاک شده و همچنین با آزادشدن اسیدهای آلی، انحلال کانی‌های فسفره خاک را افزایش می‌دهد (McDowell and Sharpley, 2003).

مقدار فسفر قابل استفاده با گذشت زمان به صورت غیر قابل استفاده تبدیل می‌شود. جلالی (۲۰۰۶) تغییرات فسفر قابل استفاده را با زمان در خاک‌هایی که مقادیر مختلف فسفر به آن اضافه شده بود، مطالعه نمود. در همه خاک‌ها کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان فسفر قابل استفاده در ساعات اولیه (بیش از ۶۰ درصد کل فسفر اضافه‌شده) مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان دادند که ۷۹ درصد فسفر اضافه‌شده پس از ۹۰ روز به‌شکل غیرقابل استخراج با روش اولسن تبدیل شد. خالید و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی فسفر قابل استفاده در خاک آهکی تیمارشده با کودهای آلی (کودگاوی و کمپوست لجن) و فسفر شیمیایی از منبع $KH_2PO_4$ بیان داشتند که با افزایش مدت خوابانیدن، فسفر قابل استفاده در خاک با هر دو کودآلی و شیمیایی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

با توجه به مقدار کم فسفر قابل‌استفاده در خاک‌های آهکی، نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی برای جبران کمبود آن وجود دارد. همچنین فسفر تأمین‌شده از منبع کود شیمیایی در خاک‌های آهکی به شکل غیرقابل استفاده تبدیل و بنابراین عملکرد محصولات، در رابطه با این عنصر کاهش می‌یابد. به علاوه امکان تأثیر کودهای آلی بر قابلیت استفاده فسفر در خاک و مقدار جذب آن بوسیله گیاه وجود دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر متقابل کود ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی فسفره بر قابلیت استفاده فسفر در یک خاک آهکی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق بر روی یک خاک آهکی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد. نمونه هوا خشک، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس بافت به روش هیدرومتر، درصد ماده‌آلی به روش سوزاندن تر، pH در سوسپانسیون ۲ به ۱ آب به خاک، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره ۲ به ۱ آب به خاک، تعیین FC وPWP با صفحه فشاری، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی، فسفر قابل استفاده با روش عصاره‌گیری اولسن ( Olsen and Sommers ,1982) و با روش رنگ‌سنجی (Murphy and Riley, 1962) اندازه‌گیری شدند.

هم‌چنین برخی ویژگی‌های ورمی کمپوست از جمله pH، EC در عصاره ۵ به ۱ آب به ورمی‌کمپوست، ماده‌ی آلی، فسفر قابل استفاده (روش اولسن) و مقدار فسفر کل با اسید پرکلریدریک و اسید نیتریک اندازه‌گیری شدند (Kuo, 1996).

آزمایش اثر ورمی‌کمپوست بر فسفر قابل استفاده در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن عامل اول، سطوح ورمی‌کمپوست (۰ و ۱ درصد وزنی-وزنی) و عامل دوم سطوح کود شیمیایی فسفر (۰ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع کود شیمیایی $KH_2PO_4$) در نظر گرفته شد. آزمایش در گلدان‌های حاوی ۴ کیلوگرم خاک صورت گرفت. خاک‌ها به مدت ۱ ماه در گلخانه با حدود ظرفیت مزرعه خوابانده شد. سپس فسفر قابل استفاده به‌روش اولسن اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس به صوت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. همه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار آماری Statistica 8.1 انجام شد.

## نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های خاک و ورمی‌کمپوست مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج این جدول، بافت خاک انتخاب شده کلی لوم و داری pH برابر با ۸ و EC خاک ۰/۱۸۳ دسی‌زیمنس و درصد کربنات کلسیم ۳۴ درصد بود. کود ورمی‌کمپوست استفاده شده در این طرح دارای pH برابر با ۷/۵ است و قابلیت هدایت الکتریکی این کود برابر با ۵/۰۹ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. هم‌چنین ماده آلی آن ۱۶ درصد و فسفر کل کود ۸۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم است.

**جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک و ورمی‌کمپوست مورد مطالعه**

| | pH | EC (dS/m) | شن | سیلت | رس | FC٪ | PWP٪ | $CaCO_3$ (٪) | ماده آلی (٪) | فسفر قابل استفاده (mg/kg) | فسفر کل (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | درصد | | | | | | | | |
| خاک | ۸ | ۰/۱۸۳ | ۴۰ | ۲۸ | ۳۲ | ۱۷/۸۳ | ۳/۶۶ | ۳۴ | ۰/۷۸ | ۲۰ | ۵۸۹/۳۶ |
| ورمی-کمپوست | ۷/۵ | ۵/۰۹ | - | - | - | - | - | - | ۱۶ | ۸۷۱ | ۴۷۰۵ |

مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل بر فسفر قابل استفاده در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست و فسفر، بر فسفر قابل استفاده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در حالی‌که اثر متقابل ورمی-کمپوست و کودشیمیایی فسفر بر فسفر قابل استفاده در مدت انکوباسیون معنی‌دار نبود.

براساس نتایج ۳۰ روز پس از انکوباسیون در تیمار ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم فسفر قابل استفاده در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۸۲ درصد افزایش و با افزودن ۱ درصد ورمی‌کمپوست فسفر قابل استفاده به ۴۱/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. مقدار فسفر استخراج شده با روش اولسن در خاک تیمار شده با مخلوط کودهای ورمی‌کمپوست و شیمیایی در مقایسه با خاک تیمارشده همراه با کود شیمیایی فسفره، ۵۸ درصد افزایش یافت (Halajnia et al, 2009) .

**جدول ۳-میانگین مقادیر فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم در کیلوگرم) در طول دوره انکوباسیون**

| فسفر (mg/kg) | ورمی‌کمپوست (٪) | | |
|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱ | |
| ۰ | ۲۱/۰۸$^{b}$ | ۴۱/۲۲$^{c}$ | ۳۱/۱۵$^{B}$ |
| ۵۰ | ۳۸/۴۶$^{c}$ | ۵۰/۸۲$^{a}$ | ۴۴/۶۶$^{A}$ |
| | ۲۹/۷۷$^{B}$ | ۴۶/۰۴$^{A}$ | |

اثر ورمی‌کمپوست $^{**}$۴۷/۰۹ = (۸ و ۱) F، اثر فسفر $^{**}$۳۲/۴۷ = (۸ و ۱) و اثر متقابل $^{ns}$F=۲/۶۷

حروف کوچک و بزرگ مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد هستند.

یک ماه پس از انکوباسیون خاک ۱ درصد ورمی‌کمپوست فسفر قابل استفاده ۵۴ درصد افزایش یافت. به علاوه با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر از منبع کود شیمیایی، فسفر عصاره‌گیری شده به روش اولسن ۴۱ درصد افزایش یافت.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با مصرف کود شیمیایی در خاک بدون تیمار ورمی‌کمپوست، فسفر قابل استفاده ۸۲ درصد افزایش یافت در حالی‌که در خاک تیمار شده با ۱ درصد ورمی‌کمپوست این افزایش به ۲۳ درصد رسید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که قابلیت استفاده فسفر در اثر کاربرد توأم کود شمیایی فسفر به همراه ورمی‌کمپوست افزایش بیشتری یافت.

موادآلی خاک در نگهداری و آزادسازی فسفر نقش دارند. هوموس خاک به طور معمول دارای بار منفی است و تثبیت فسفر را به میزان کم انجام می‌دهد، اما همراه با کاتیون‌های آهن، آلومینیوم و کلسیم توانایی نگهداری مقدار قابل ملاحظه‌ای از فسفر را دارا است (Siddque and Robinson, 2003). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که در صورت استفاده از کود شیمیایی فسفره، فسفر در ابتدا به حالت غیرپایدار(فسفر لبایل) بوده در حالی که در صورت استفاده از کمپوست، فسفر در ابتدا به صورت پایدار بوده در نتیجه کمتر در معرض هدر روی پس از کاربرد قرار می‌گیرد (Yuki et al, 2016).

مواد آلی به صورت‌های مختلف موجب افزایش فراهمی فسفر در خاک‌های آهکی می‌شوند (Delgado et al, 2002). موادآلی می‌توانند سطوح آهک موجود در خاک را بپوشانند و قابلیت فراهمی فسفر را از طریق کاهش واکنش فسفر با کلسیم افزایش دهند (درودیان و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده دراز مدت از مواد آلی، باعث نگهداری فسفر در مکان‌هایی با پیوندهای کم انرژی‌تر شده و قابلیت فراهمی آن را در پروفیل خاک افزایش می‌دهد (Whalen and Chang, 2002). موادآلی می‌توانند به صورت پوششی محافظ در اطراف ذرات کود یا پیوند فسفر در محل‌های تبادل آنیونی و یا از طریق واکنش با فسفر و تشکیل ترکیبات فسفات آلی عمل نمایند که در تمامی این حالات قابلیت استفاده فسفر برای گیاه افزایش یافته و آزاد سازی تدریجی فسفر در محلول خاک وجود خواهد داشت (زلفی باوریانی و شیرازی، ۱۳۸۹).

## منابع

خورشید م. حسین‌پور ع. و اوستان ش. ۱۳۸۷. تأثیر فسفر لجن فاضلاب بر جذب استفاده و فسفر قابل در برخی ازخاک‌های آهکی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره ۴۶. صفحات ۷۹۱ تا ۸۰۱.

درودیان ح. ا. بشارتی کلایه ح. فلاح نصرت آباد ع. ر. حیدری شریف آباد ح. درویش ف. و الهوردی ع. ۱۳۸۹. بررسی امکان تغییر فسفر قابل جذب خاک‌های آهکی و اثر آن عملکرد ذرت. مجله دانش نوین کشاورزی. سال ۶، شماره ۱۸، صفحات ۲۷ تا ۳۵.

زلفی باوریانی م. و. پوزش شیرازی م. ۱۳۸۴. روند تغییر قابلیت استفاده فسفر در یک خاک آهکی و تأثیر کود دامی بر آن. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. تهران.

سالاردینی ع. ۱۳۸۷. حاصلخیزی خاک (چاپ هشتم). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۸ صفحه.

Delgado. A. Madrid. A. Kassem S. Andreu. L. and Del Campillo. M. D. C. 2002. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant and Soil 245: 277-286.

Halajnia A. Haghnia G.H. Fotovat A. and Khorasani R. 2009. Phosphorus fractions in calcareous soils amended with P fertilizer and cattle manure. Geoderma 150: 209-213.

Jalali M. 2006. Soil phosphorous buffer coefficient as influenced by time and rate of P addition: Archives of Agronomy and Soil Science 52: 269-279.

Khalid M. Ghoneim A. Modaihsh A.S. Mahjoub M.O. and Zekr M. 2013. Phosphorus availability in calcareous soils amended with organic and inorganic phosphorus sources water, food, energy and innovation for a sustainable world. ASA.CSSA & SSSA International Annual meetings Nov. 3-6.

Kuo, S. 1996. Phospourus. In: Sparks D.L. (ed). Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America. Madison. Wisconsin. pp. 869-919.

McDowell R. W. and Sharpley A. N. 2003. Phosphorus solubility and release kinetics as a function of soil test P concentration. Geoderma 112.1: 143-154.

Murphy J. and Riley J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta. 27: 31-36.

Olsen S. R. and Sommers L. E. 1982. phosphorus. In: Klute A.L. (Eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. pp. 403-430.

Siddque M.T. and Robinson J. S. 2003. Phosphorus sorption and availability in soil amended with animal manures and sewage sludge. Soil Science Society of America Journal 32:1114-1121.

Whalen J. K. and Chang C. 2002. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. Communications in Soil Science and Plant Analysis 33:1011-1026.

Yuki A Ivan H. Paul V. 2016. Kinetics of phosphorus forms applied as inorganic and organic amendments to a calcareous soil. Geoderma 262:119-124.

## Interaction of vermicompost and P fertilizer on P availability in a calcareous soil

F. Shahbazi, A. Hosseinpour, H. Motaghian
MSc student, Professor, and Assistant Professor- Department of soil science, Shahrekord University

**Abstract**
Organic amendments can improve both plant available nutrients and organic matter of soils. This study aimed to investigate interaction of vermicompost and P fertilizer on availability of P in a calcareous soil. This study was conducted based on factorial experiment in completely randomized design with 3 replications, using P fertilizer (0 and 50 mg P $kg^{-1}$) and vermicompost (0 and 1 % w/w) as factors. Soils were incubated in greenhouse conditions for 30 days and then P availability was determined by Olsen method. Results showed that in comparison to control, P available increased 82% with application of 50 mg P $kg^{-1}$ and 95% with application of 1% vermicompost. The amount of extracted P in amended soil with vermicompost and P fertilizer increased to 58% compare to treated soil with P fertilizer.

**Keywords:** Incubation, organic amendment, availability