



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## تغییرات عمقی برخی ویژگی‌های شیمیایی و فسفر قابل دسترس در یک خاک آهکی تیمار شده با سطوح مختلف کود شیمیایی

فاطمه عباس‌زاده<sup>۱\*</sup>، مجید حجازی‌مهریزی<sup>۲</sup>، ناصر برومند<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ \*

[f.abbaszadeh@agr.uk.ac.ir](mailto:f.abbaszadeh@agr.uk.ac.ir)

۲ و ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

### چکیده

اگرچه کودهای شیمیایی سبب تأمین سریع فسفر مورد نیاز گیاهان می‌شود اما کاربرد مداوم مقادیر زیاد از آن‌ها اثرات ناخواسته- ای بر تعادل عناصر غذایی کم‌مصرف و آلودگی محیط زیست خواهد داشت. هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر طولانی‌مدت کاربرد سطوح مختلف کود سوپرفسفات تریپل (صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم برهکتار) بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فسفر قابل دسترس خاک می‌باشد. برای این هدف، ۴۸ نقطه نمونه برداری انتخاب و برخی ویژگی‌های شیمیایی و فسفر قابل دسترس خاک به روش اولسن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از کود سوپرفسفات تریپل ویژگی‌های شیمیایی خاک را تحت تاثیر قرار داد. با افزایش سطح کودی میزان pH، شوری و ماده آلی خاک در تمامی اعماق افزایش نشان داد. برای مثال در افق سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متری) با کاربرد ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل میزان شوری و ماده آلی خاک به ترتیب ۲۳ و ۷۸ درصد نسبت به همان عمق در تیمار شاهد افزایش یافت. فسفر قابل دسترس نیز تحت تاثیر سطوح مختلف کودی قرار گرفت و با افزایش سطح کودی، مقدار آن افزایش یافت. این افزایش در لایه سطحی بیشتر از سایر لایه‌ها نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (۶۲ درصد). بر اساس یافته‌های این مطالعه، افزایش در کاربرد کود فسفره باعث تغییر در ویژگی‌های خاک شده و به دنبال آن فسفر قابل دسترس را نیز افزایش داد.

واژگان کلیدی: پسته، خاک آهکی، سوپر فسفات تریپل.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



مقدمه

فسفر یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز در تولید محصول بوده و در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی و سازوکار انتقال انرژی دخالت دارد. از گذشته‌های دور تا به امروز به منظور تامین نیاز گیاهان به عنصر فسفر، افزایش فسفر قابل جذب و همچنین بهبود عملکرد محصولات، استفاده از کودهای شیمیایی فسفره در میان کشاورزان رواج داشته است. اگرچه این کودها سبب افزایش تولیدات کشاورزی می‌شوند اما در درازمدت استفاده بی‌رویه از آنها، علاوه بر اثرات منفی بر کشاورزی و محیط زیست، افزایش هزینه‌های تولید را نیز در پی دارد. استفاده مداوم از کودهای شیمیایی سبب رسوب فسفر توسط آهن، آلومینیوم و کلسیم شده و فسفر به شکل غیر قابل دسترس برای گیاه در می‌آید (Brar et al, 2004). کاربرد کودهای شیمیایی می‌توانند سبب تغییراتی در ویژگی‌های خاک شوند. Liu و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر کود شیمیایی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک بیان داشتند که میزان کربن آلی خاک ۱/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است. فسفر السن یک شاخص بسیار خوب برای ارزیابی خطرات زیست محیطی و فراهمی زیستی فسفر در خاک می‌باشد (Bai et al, 2013). Shen و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر کودهای شیمیایی بر میزان فسفر قابل دسترس، افزایش ۲/۸-۱/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. با توجه به اهمیت اقتصادی پسته در ایران و زیر کشت بودن بخش قابل توجهی از اراضی شمال غربی استان کرمان تحت کشت این محصول، و کارایی پایین کودهای شیمیایی در این مناطق، لذا مطالعه حاضر در نظر دارد تا به بررسی تاثیر سطوح کود فسفره بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و میزان فسفر قابل دسترس خاک بپردازد تا با استفاده از این اطلاعات بتوان روش مدیریتی مناسبی برای افزایش قابلیت جذب فسفر توسط گیاهان و افزایش کارایی مصرف کودهای فسفره در این مناطق پیشنهاد کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعاتی در طول جغرافیایی "30°34'23" شمالی و عرض "56°49'44" شرقی واقع شده است. این منطقه در شمال غربی استان کرمان (کاظم آباد) با ارتفاع متوسط ۱۷۱۰ متر از سطح دریا قرار داشته و دارای اقلیم معتدل و خشک می‌باشد. کاربری اصلی در این منطقه کشت پسته بوده و رقم غالب اوحدی می‌باشد. عوامل آزمایش شامل چهار سطح کود فسفره سوپر فسفات تریپل، صفر، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که برای مدت ۴ سال در خاک اعمال شده است. نمونه‌برداری از خاک درختان پسته در حد امکان یک دست انجام، و نمونه‌ها از ۴ عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتی‌متری جمع آوری شدند. پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل شدند. ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل pH، EC در عصاره ۱ به ۵ خاک به آب و کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Wakley and Black, 1934)، اندازه‌گیری شد. از روش اولسن (Olsen, 1945) برای اندازه‌گیری فسفر قابل دسترس استفاده شد که در این روش، با استفاده از بی‌کربنات سدیم (pH=8.5) فسفر استخراج و با کمک روش رنگ-سنجی (Murphy and Riley, 1962) فسفر موجود در عصاره‌ها قرائت شد. مطالعه حاضر به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

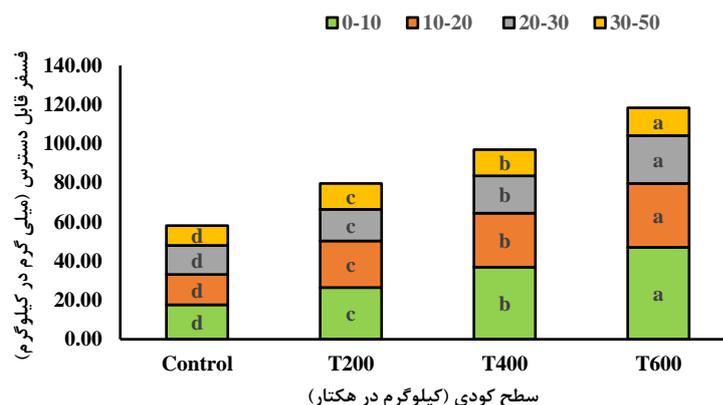
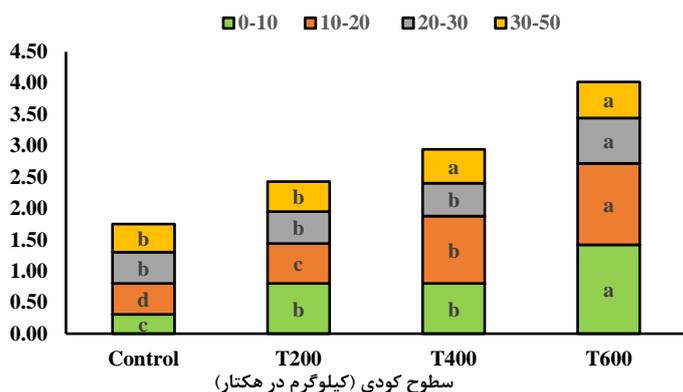
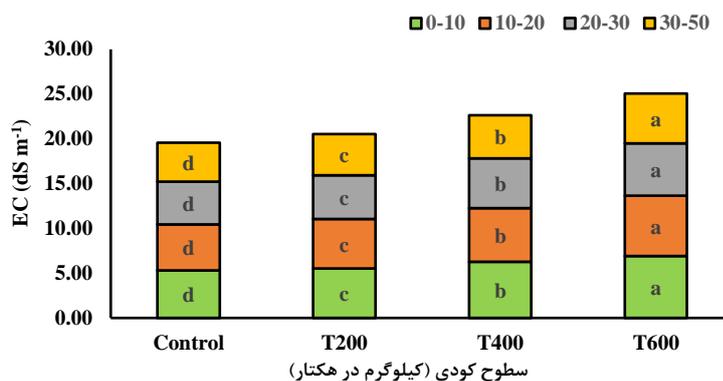
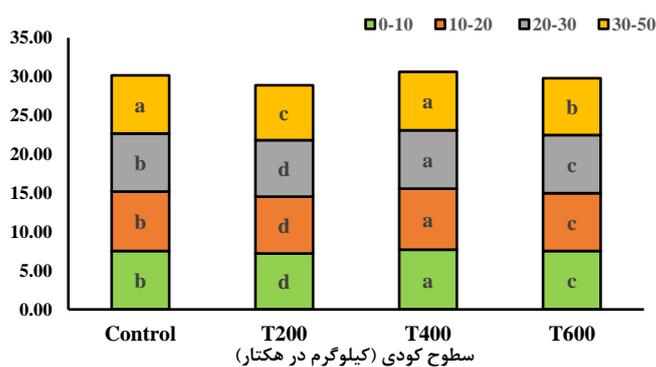
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



نتایج و بحث:

خاک مورد مطالعه، خاکی آهکی (۲۹٪ آهک) با بافت لوم می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ویژگی‌های شیمیایی خاک در سطح پنج درصد به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی فسفره در تمامی اعماق قرار گرفتند ( $p < 0.05$ ). اگرچه به دلیل آهکی بودن خاک‌های منطقه و بالا بودن ظرفیت بافری خاک‌ها، استفاده از کودهای شیمیایی تاثیر معنی‌داری بر میزان pH ندارد (ابراهیمی، ۱۳۸۰)، اما با افزایش سطح کودی به ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار از میزان اسیدیته خاک کاسته شده است. واکنش‌های انجام شده توسط کودهای شیمیایی در خاک می‌تواند سبب کاهش میزان pH در اطراف ذره کود گردد (ملکوتی، ۱۳۷۳). Saunders (1985) بیان داشت که استفاده از کود سوپر فسفات تریپل میزان pH را کاهش می‌دهد. در تمامی اعماق شوری خاک تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و با افزایش سطح کودی میزان EC خاک افزایش یافت. به طوریکه با افزایش سطح کودی از صفر به ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار میزان شوری خاک ۲۳، ۲۳، ۱۸ و ۲۲ درصد به ترتیب در اعماق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتی‌متری افزایش یافت. اضافه کردن کودهای شیمیایی به خاک به دلیل داشتن ضریب شوری می‌تواند شوری بیشتر خاک را در پی داشته باشد (Koopmans et al, 2004). بر طبق نتایج به دست آمده سطوح مختلف کودی بر میزان ماده آلی خاک تاثیر معنی‌داری داشتند. افزایش سطح کودی به ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار مقدار ماده آلی خاک را در تمامی اعماق افزایش داد. بیشترین میزان ماده آلی خاک در عمق سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متری) با میزان ۷۸ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد. از جمله دلایل احتمالی افزایش ماده آلی این است که، استفاده از کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاه و بازگرداندن شدن بیشتر بقایا به خاک و به دنبال آن سبب افزایش میزان ماده آلی خاک می‌گردد. فسفر قابل دسترس گیاه نیز تحت تاثیر سطوح مختلف کودی قرار گرفت ( $p < 0.05$ ). با افزایش سطح کودی میزان فسفر قابل دسترس گیاه افزایش یافت. به طوریکه در تمامی اعماق سطح کودی ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان فسفر قابل دسترس گیاه را استخراج کرد. این افزایش به ترتیب به ترتیب ۶۲/۵، ۵۲/۴، ۳۹/۱ و ۲۸/۵ درصد در اعماق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۵۰ سانتی‌متری نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. با افزایش عمق از میزان فسفر قابل دسترس خاک کاسته شده است. در گزارش Song و همکاران (2017) آمده است که میزان فسفر قابل استفاده گیاه در اثر استفاده از کودهای شیمیایی افزایش می‌یابد.



شکل ۱- تاثیر سطوح کودی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و فسفر قابل دسترس خاک در اعماق مختلف خاک، در هر ستون میانگین‌های سطوح کودی دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون GLM در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می‌باشند

### نتیجه‌گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و فسفر قابل دسترس خاک موثر بوده است. آهکی بودن خاک‌ها و قلیائیت بالا سبب شده تا pH خاک زیاد تحت تاثیر کودهای شیمیایی قرار نگیرد. اما سایر ویژگی‌ها و به ویژه فسفر قابل دسترس خاک تحت تاثیر سطوح کود فسفره قرار گرفتند. در تمامی سطوح کودی میزان فسفر قابل دسترس افزایش یافت. با توجه به اثر مثبت کود شیمیایی بر ویژگی‌های خاک و به ویژه فسفر قابل دسترس خاک، استفاده بهینه از کود شیمیایی می‌تواند به افزایش عملکرد محصول و بهبود رشد گیاهان کمک کند.

### فهرست منابع

ابراهیمی، ن. (۱۳۸۰). بررسی اثر کودهای آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک و جذب عناصر به وسیله ذرت و گندم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان  
ملکوتی، م. ج و همایی، م. (۱۳۷۳). حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک (مشکلات و راه حلها). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۴۰۴ آذر ۱۳ تا ۱۱



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Bai, Z., Li, H., Yang, X., Zhou, B., Shi, X., Wang, B., ... & Zhang, F. (2013). The critical soil P levels for crop yield, soil fertility and environmental safety in different soil types. *Plant and Soil*, 372, 27-37.
- Brar, B., S. Singh, N. S. Dhillon and S. S. Benipal. (2004). Soil quality, crop productivity and sustainability experience under long-term maize-wheat-cowpea cropping in inceptisol. *Research Bulletin*. Pp. 41, All India coordinated research project of long-term fertilizer experiment, Indian Institute of soil science, Bhopal.
- Koopmans, G. F., Chardon, W. J., Ehlert, P. A. I., Suurs, R. A. A., Oenema, O. and Riemsdijk, W. H. V. (2004). " Phosphorus availability for plant uptake in a phosphorus-Enriched non calcareous sandy soil", *J. Environ. Qual.*, Vol. 33, pp. 965-975
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., ... & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180.
- Loppert, R.H., and D.L. Suarez. (1996). Carbonates and gypsum. In: DL Sparks (ed). *Method of soil analysis*. ASA and SSSA, Madison, pp 437-474.
- Murphy, J., and J.P. Riley. (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal Chim Acta*. 27:31-36.
- Olsen, S.L., and S.E. Sommers, 1982. Phosphorus. p. 403-427. In: A.L. Page et al. (ed.). *Methods of soil analysis*. Part 2, 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9, ASA and SSSA, Madison WI.
- Saunders, W. M. H. (1958). The effect of different phosphate fertilisers on soil pH and the consequent effect on phosphate retention. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1(5), 675-682.
- Shen, P., Xu, M., Zhang, H., Yang, X., Huang, S., Zhang, S., & He, X. (2014). Long-term response of soil Olsen P and organic C to the depletion or addition of chemical and organic fertilizers. *Catena*, 118, 20-27.
- Song, K., Y. Xue, X. Zheng, W. Lv, H. Qiao, Q. Qin, and J. Yang. (2017). Effects of the continuous use of organic manure and chemical fertilizer on soil inorganic phosphorus fractions in calcareous soil. *Scientific Reports* 7: 1164- 1173.
- Walkley, A., and I.A. Black. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid in soil analysis. 1. Experimental. *Soil Sci*. 79:459-465.

### The depth changes of some soil properties and available P in a calcareous soil affected of different fertilizer levels

Fatemeh Abaszadeh<sup>1\*</sup>, Majid Hejazi-Mehrizi<sup>2</sup>, Naser Broomand<sup>3</sup>

1-Ph.D. student in soil science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

2,3- Associate Professor in soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman

#### Abstract

while chemical fertilizers rapidly provide plants phosphorus (P), continuous application of large quantities can have undesirable effects on microelements uptake and also environmental pollution. This study aimed to investigate the long-term effects of different levels of P fertilizer (0, 200, 400, and 600 kg/ha as triple super phosphate) on soil chemical properties and available P. For this purpose, 48 sampling points were selected, and several soil chemical properties and Olsen-extractable P were measured. The results showed that triple superphosphate (TSP) application influenced the soil's chemical characteristics. As fertilizer application rates increased, soil pH, salinity (EC), and organic matter (OM) content rose across all depths. For example, in the soil surface layer (0-10 cm), the application of 600 kg/ha of TSP led to increases of 23% increase in EC and 78% in OM content, respectively compared to the control treatment at the same depth. Available phosphorus was also affected by the different fertilizer levels, showing an increase with higher application rates. This increase was more pronounced in the surface soil layer (62%) compared to other layers in comparison to the control treatment. Based on the findings of this study, increasing the application rate of TSP altered the soil's chemical properties, consequently enhancing its available phosphorus content.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
02-04 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



**Key words:** Calcareous soil, Pistachio, Triple superphosphate