

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

رابطه فسفر کل خاک با فسفر قابل استفاده در برخی از خاک‌های زراعی کشور

محمد پسندیده^{۱*}، محمدجعفر ملکوتی^۲، کریم شهبازی^۳، زهرا محمداسماعیل^۴^۱ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی^۲ استاد بازنشسته دانشگاه تربیت مدرس^۳ عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی^۴ محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

امروزه اندازه‌گیری، تخمین و شناخت وضعیت فسفر کل خاک‌ها از اهمیت خاصی برخوردار شده است. زیرا مصرف مداوم کودهای فسفاتی و افزایش فسفر کل خاک می‌تواند موجب یکسری مشکلات زیست‌محیطی شود. در این مقاله با بررسی مقادیر فسفر کل خاک‌های مناطق مختلف کشور و رابطه آن با فسفر قابل جذب، موضوع دقیق‌تر بررسی گردید. برای این منظور، نتایج تحقیقات انجام‌شده، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. در بررسی روابط رگرسیونی از آمار کلاسیک و برای خطای برآورد از فرمول MAE و مقایسه با خط ۴۵ درجه استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی فسفر کل خاک‌ها در کشور در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. همچنین می‌توان با پذیرش مقداری خطا و با استفاده از رابطه آماری، مقدار فسفر کل را از فسفر قابل استفاده تخمین زد. مقایسه خط برآورد با خط ۴۵ درجه نشان می‌دهد که مقادیر فسفر قابل جذب محاسبه شده تا ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از مقدار واقعی است. مقدار فسفر قابل جذب محاسبه شده در محدوده بالاتر از این مقدار، پایین خط ۴۵ درجه قرار گرفته و کمتر از مقدار واقعی محاسبه می‌شود. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) با استفاده از معادله فوق حدوداً ۷/۴ (۳۳٪) است.

کلمات کلیدی: فسفر کل، انباشتگی، همبستگی آماری

مقدمه

از چنددهه گذشته تا کنون مصرف کودهای فسفاتی هم‌پای کودهای نیتروژنی و پتاسیمی فرض شده و انواع کودهای فسفاتی برای تامین نیاز غذایی گیاهان به این عنصر، به بازار عرضه شده است. با مصرف کودهای فسفاتی در خاک، تنها بخشی از آن در سال اول کشت مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. زیرا فقط ۱۰ تا ۲۵ درصد از کودهای فسفاتی اضافه شده به خاک، برای گیاه قابل جذب بوده و بقیه آن (۷۵ تا ۹۰ درصد) به دلایل آهکی بودن اکثر خاک‌ها، بالا بودن pH، تنش خشکی، وجود بی‌کربنات در آب آبیاری و کمبود مواد آلی، عمدتاً در اثر ترکیب با یون کلسیم در خاک به صورت رسوب فسفات کلسیم درآمده و به طور موقت از دسترس گیاه خارج می‌شود (ملکوتی، ۱۳۹۷). به همین دلیل کشاورزان همه ساله به‌طور سنتی کودهای فسفاتی بیشتری مصرف می‌کنند تا مقدار فسفر محلول خاک را در حد بالاتر نگه داشته و کاهش عملکرد نداشته باشند. مصرف مداوم و بی‌رویه کودهای فسفاتی می‌تواند موجب تجمع این عنصر غذایی شده و مشکلات تغذیه گیاهی، زیست‌محیطی، افزایش هزینه تولید و... را در پی داشته باشند (Marschener, ۱۹۹۵ و سپهر و همکاران، ۲۰۰۹). در ایران تاکنون تحقیق جامعی که بتواند ارتباط بین فسفر کل خاک را با فسفر قابل جذب بیان نماید، مشاهده نگردیده است. در این بررسی هدف این است با بررسی مقادیر فسفر کل خاک‌های مناطق مختلف کشور و رابطه آن با فسفر قابل جذب موضوع جامع‌تر و دقیق‌تر بررسی و تحلیل گردید.

مواد و روش‌ها

در این بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در خصوص تعیین شکل‌های مختلف فسفر که در استان‌های مختلف کشور انجام شده بود، جمع‌آوری و سپس نتایج آنها جهت تعیین وضعیت فسفر کل خاک و ارتباط آن با فسفر قابل جذب تجزیه و تحلیل شد. برای بررسی و مقایسه وضعیت فسفر کل و فسفر قابل جذب خاک، نمودار فراوانی آنها رسم شد. با توجه به اینکه حدود بحرانی فسفر کل خاک از نظر تغذیه گیاهی هنوز گزارش نشده

* ایمیل نویسنده مسئول: mpassandideh@yahoo.com

است، بالاترین حد فسفرکل گزارش شده توسط Bolster و همکاران (۲۰۱۳) به عنوان حد قابل قبول برای فسفرکل خاکها در نظر گرفته شد. رابطه خطی بدست آمده از رگرسیون بین فسفرکل خاک و فسفر قابل جذب (که به وسیله عصاره گیر اولسن بدست آمده بودند)، به عنوان معیار ارزیابی آماری بین این دو فاکتور در نظر گرفته شد و مقادیر فسفرکل و فسفر قابل جذب از معادله درجه دوم رابطه خطی برآورد شدند. مقایسه مقادیر برآورد شده با داده‌های واقعی به روش مقایسه با خط ۴۵ درجه و خطای برآورد نیز از فرمول MAE^۱ بدست آمد.

$$MAE = \frac{\sum |X_i - X_e|}{n} \quad \%MAE = \frac{MAE \cdot 100}{\text{Mean } X_i} \quad \text{معادله ۱}$$

Xi: مقادیر مشاهده‌ای (واقعی و بدست آمده با آنالیز آزمایشگاهی)

Xe: مقادیر برآورد شده

n: تعداد نمونه

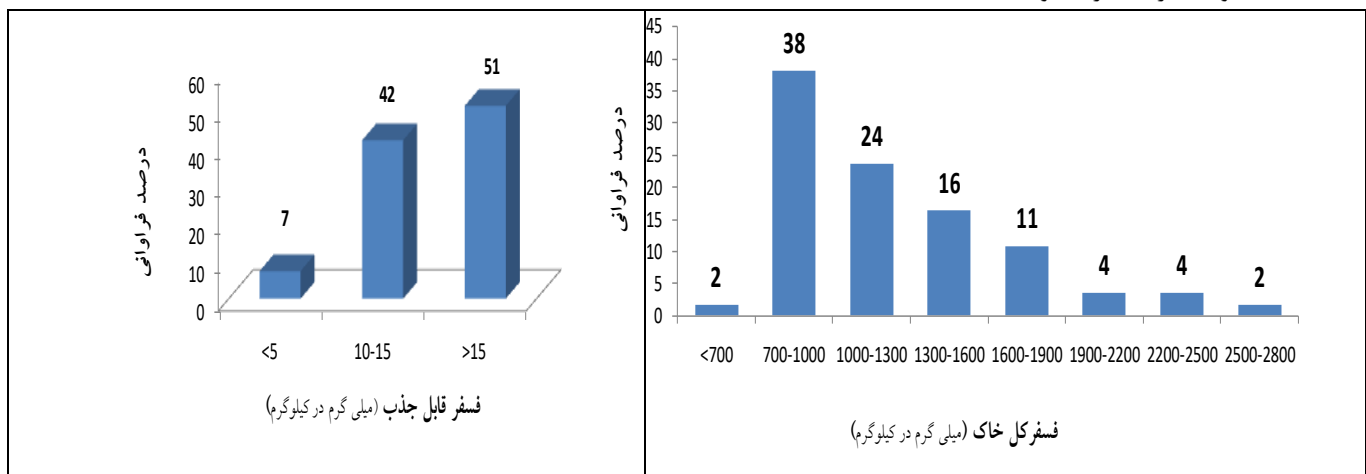
Mean Xi: میانگین مقادیر مشاهده‌ای

در مقایسه مقادیر برآورد شده با داده‌های واقعی به روش مقایسه با خط ۴۵ درجه، فاصله خط برآورد با خط ۴۵ درجه مقدار خطا را نشان می‌دهد. در این روش بررسی، در صورتیکه داده‌های واقعی (اندازه‌گیری شده) در محور افقی و داده‌های برآورد شده در محور عمودی باشند، داده‌های برآورد شده که در زیر خط ۴۵ درجه قرار دارند، کم‌برآورد و داده‌های برآورد شده که در بالای خط ۴۵ درجه قرار دارند، بیش‌برآورد و داده‌هایی روی خط ۴۵ درجه قرار دارند، داده‌هایی هستند که با مقدار برآورد با مقدار واقعی برابر می‌باشند. برای بررسی فسفرکل خاک به تفکیک استانی، برخی نتایج بدست آمده از آنالیز آزمایشگاهی که در فراهمی و یا تثبیت فسفر موثرند (pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن آلی، کربنات کلسیم و رس) و همچنین فراوانی شکل‌های مختلف فسفر به طور جداگانه ارائه و بررسی شد.

نتایج و بحث

وضعیت فسفرکل در خاک‌های کشاورزی

در شکل ۱ فراوانی مقادیر فسفرکل خاک و فسفر قابل جذب در خاک‌های کشاورزی نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی فسفرکل خاکها (۳۸٪ خاک‌های مطالعه شده) در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. حدودا فسفرکل ۹۸٪ از خاکها بیشتر از ۷۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که براساس قوانین وضع شده در سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (Bolster et al., 2013) می‌تواند مشکل‌ساز باشد. لذا کوددهی در این اراضی نایبستی منجر به افزایش فسفرکل خاک شود. با توجه به شکل ۲ که وضعیت فسفر قابل جذب را (با در نظر گرفتن حد بحرانی ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر که با عصاره‌گیر اولسن عصاره‌گیری شده باشد) نشان می‌دهد ملاحظه می‌شود که در ۴۹٪ خاکها باید کود فسفوری مصرف شود.



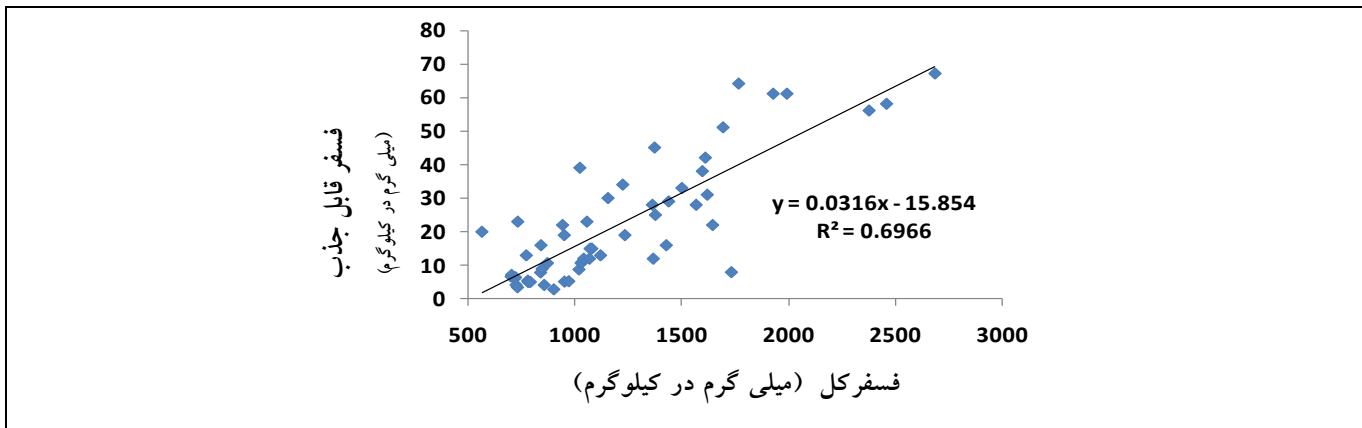
شکل ۲) فراوانی مقادیر فسفر قابل جذب در خاک‌های کشاورزی

شکل ۱) فراوانی مقادیر فسفرکل خاک در خاک‌های کشاورزی

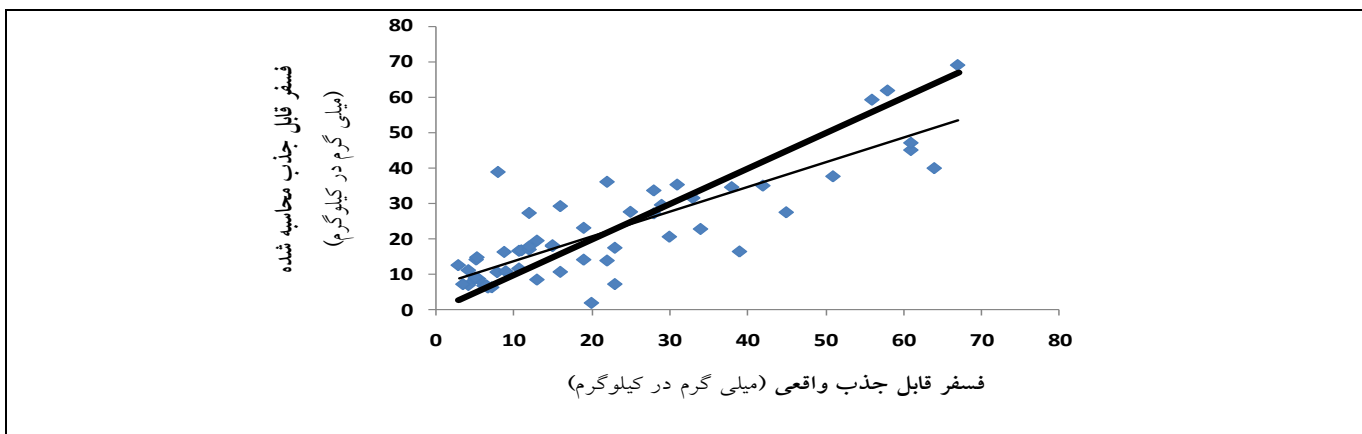
³- Mean Absolute Error

رابطه آماری فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب و برآورد آنها

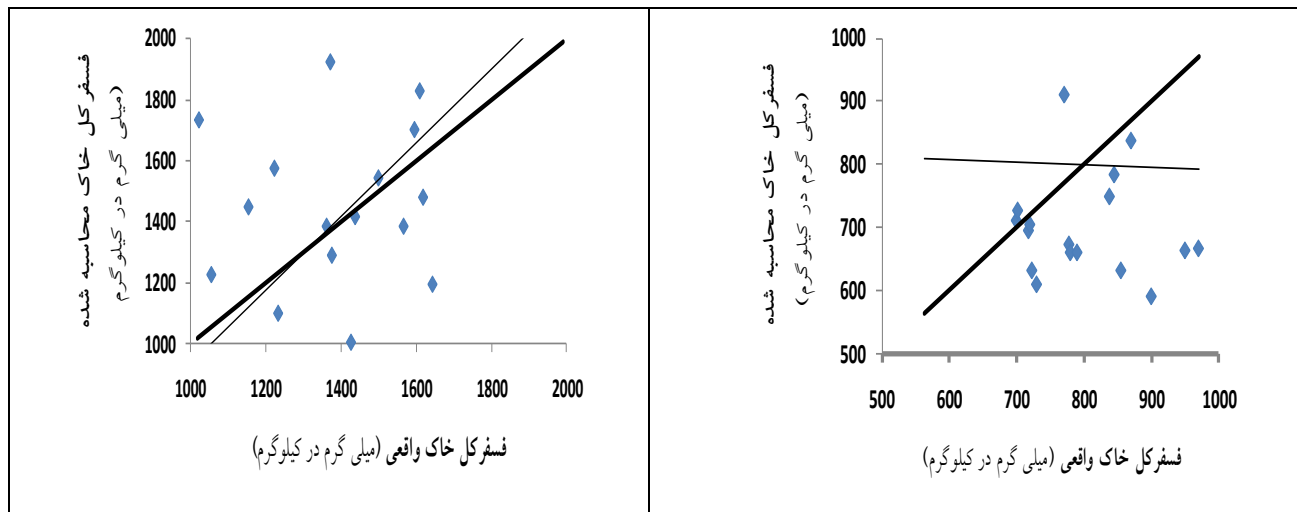
در شکل ۳ رابطه آماری فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب نشان داده شده است. بین فسفر کل و فسفر قابل جذب رابطه رگرسیونی مثبت و معنی دار ($R^2=0.7$) وجود دارد. با استفاده از معادله (۲) $Y=0.0316X-15.9$ می توان مقدار فسفر کل و یا فسفر قابل جذب را برآورد کرد. نتایج بدست آمده از برآورد این دو فاکتور در شکل های ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است. در شکل ۴ مقادیر فسفر قابل جذب برآورد شده با استفاده از معادله ۲ و با در دست داشتن فسفر کل خاک نشان داده شده است. مقایسه خط برآورد با خط ۴۵ درجه نشان می دهد که مقادیر فسفر قابل جذب محاسبه شده تا ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم بیشتر از مقدار واقعی است. مقدار فسفر قابل جذب محاسبه شده در محدوده بالاتر از این مقدار، پایین خط ۴۵ درجه قرار گرفته و کمتر از مقدار واقعی محاسبه می شود. در مقادیر فسفر قابل جذب بیشتر از ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم فاصله دو خط از هم بیشتر شده که نشان دهنده بیشتر شدن خطای برآورد است. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) با استفاده از معادله ۱ حدوداً ۷/۴ (۳۳٪) است. در شکل های ۵ و ۶ نتایج بدست آمده از برآورد فسفر کل با استفاده از معادله (۲) نشان داده شده است. جهت دقت بیشتر نمودارها در دو محدوده فسفر کل (۵۰۰-۱۰۰۰) و (۱۰۰۰-۲۰۰۰) میلی گرم در کیلوگرم نشان داده شده است. مقدار خطای برآورد در فسفر کل بیشتر از ۱۰۰۰ کمتر است (خط برآورد و خط ۴۵ درجه فاصله کمتری دارد). به طور کلی در محدوده فسفر کل محاسبه شده ۱۳۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مقدار کمتر برآورد و در محدوده فسفر کل محاسبه شده ۲۰۰۰-۱۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، مقدار بیش برآورد داریم. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) برای فسفر کل با استفاده از معادله ۱ حدوداً ۲۳۴ (۱۹٪) است.



شکل ۳) رابطه فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب در برخی از خاک های زراعی کشور



شکل ۴) مقایسه نتایج فسفر قابل جذب محاسبه شده با نمودار ۴۵ درجه



شکل ۶) مقایسه نتایج فسفرکل محاسبه شده در محدوده ۱۰۰۰-۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با نمودار ۴۵ درجه

شکل ۵) مقایسه نتایج فسفرکل محاسبه شده در محدوده ۵۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با نمودار ۴۵ درجه

نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

در ایران وضعیت فسفر خاک‌های کشاورزی را همانند سایر عناصر غذایی با توجه به حد بحرانی تعریف شده (۱۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر که با عصاره گیر اولسن عصاره گیری شده باشد) بررسی می کنند. هر چند در مناطق مورد بررسی فسفر قابل استفاده بجز آذربایجان شرقی و قزوین بالاتر از حد بحرانی است، اما در شرایط بحرانی نیز در کوددهی کودهای فسفاتی، باید به فسفرکل خاک نیز توجه کرد. چراکه کمبود ماده آلی و آهکی بودن اغلب اراضی کشاورزی در ایران، مبنای قرار دادن حد بحرانی عنصر غذایی فسفر بدون توجه به فسفرکل توصیه کوددهی مداوم و سالانه کودهای فسفاتی را در پی داشته و فسفرکل خاکها افزایش خواهد یافت. پیشنهاد می شود در مطالعات آینده بحث فسفرکل خاک و مسائل مطرح شده در مقیاس منطقه ای و با استفاده از آمار پیشرفته (زمین آمار) مورد بررسی دقیق تر قرار گیرد.

فهرست

ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۷. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی در ایران، انتشارات مبلغان، تهران، ایران.

Bolster, C H, Delgoda, J , and Horvant, T. 2013. The new combined Kentucky nitrogen and phosphorus index to protect water quality. Kentucky agricultural science and monitoring committee meeting.

Marschener H. 1995. Mineral Nutrition of Higher plants. 2nd Edition London. Academic Press.

Sepehr E, Malakouti MJ , Kholdebarin B, Samadi A, and Karimian, N. 2009. Genotypics variation in P efficiency of selected Iranian cerrals in greenhouse experiment. Int. Journal of Plant Production. 3:17-28.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Relationship between soil total phosphorus and available phosphorus in some agricultural soils of Iran

Passandideh¹, M., Malakouti², M.J., Shahbazi, K.³ Mohammadesmail, Z.¹

¹ Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province, Education and Extension Organization

² Professor, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

³ Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

⁴ Researcher, Soil and Water Research Institute, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

Estimating and recognizing the soil phosphorous status is important. long term P-fertilizer application may lead to P-accumulation, precipitation and increasing of total P which contribute to environmental problems. In this study, the aim is the comprehensive review of the subject by investigation the total soil P in some agricultural soils and its relationship with available phosphorus. For this purpose, a proper case study was chosen and displacements of different soil characteristics such as total-P and available-P were observed and any possible relationship in between the displacements was assessed. The experiment revealed that the amount of total-P in the soil varies between 700 to 1000 mg kg⁻¹. The total-P value has a positive and meaningful correlation with the amount of available-P. Comparison of the estimated line with the 45 ° line showed that the calculated available-P values (up to 20 mg kg) were greater than the actual value. Also, the calculated available-P content in the higher range of 20 mg kg lies below the 45 ° line and is less than the actual value. Overall, the calculated error value (MAE) was about 4.7 (33%).

Key words: Phosphorous, Accumulation, Statistical Correlation

* Corresponding author, Email: mpassandideh@yahoo.com