محور مقاله: شیمی خاک

ارتباط بین آبشویی فسفر با عصاره گیرهای فسفر در خاکهای آهکی استان همدان

مهدی جلالی[۱*]، محسن جلالی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

[۲] استاد تمام گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

ارتباط بین آبشویی فسفر با عصاره گیرهای فسفر، اهمیت زیادی دارد. برقراری این ارتباط می تواند کمک به کاهش هزینه و زمان در انجام آزمایش های آبشویی شود و به وسیله یک عصاره گیری ساده به وضعیت آبشویی در منطقه مورد نظر پی برد. بدین منظور ۵۱ نمونه خاک از خاکهای آهکی استان همدان تهیه گردید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه گیری شد. از عصاره گیرهای آب مقطر و السن برای عصاره گیری فسفر استفاده گردید. آزمایش های آبشویی در ۵۱ خاک و در ستون های شیشه ای انجام پذیرفت. خاکها تا ارتفاع ۵ سانتی متری پر شده و به مدت ۴ روز هر بار ۹ میلی لیتر آب مقطر به ستون ها اضافه شد. خاکهایی با بافت لوم رس شنی بیشترین مقدار فسفر و بیشترین میزان آبشویی را دارا بودند. ارتباط میان فسفر آبشویی شده و عصاره گیرهای آب مقطر و السن توسط مدل اسپلیت لاین مورد بررسی قرار گرفت. عصاره گیرهای آب مقطر و السن به صورت معنی‌داری با فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر ارتباط داشت، و دارای نقطه تغییر به ترتیب ۲۷/۴ و ۶۱/۵ میلی‌گرم برکیلوگرم بود.

کلمات کلیدی: فسفر، آبشویی، عصاره گیر

مقدمه

فسفر یازدهمین عنصر فراوان در پوسته زمین و یک عنصر ضروری و جز عناصر پرمصرف دسته بندی می‌شود و در خاک دامنه‌ای بین ۳۵ تا ۵۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارد (باون، ۱۹۷۹؛ اسپارکس، ۲۰۰۳). فسفر جز سه عنصری است که به صورت معمول به خاک اضافه می‌شود. از نقش‌های مهم فسفر در گیاه انتقال انرژی است، وجود مقادیر کافی فسفر برای گیاه باعث تسریع رشد گیاه می‌شود (باسمن و همکاران، ۲۰۰۹). فسفر به طور معمول عامل محدود کننده رشد گیاه است و مشکل اصلی جذب فسفر از خاک توسط ریشه گیاه، حلالیت بسیار پایین ترکیبات فسفردار است که در نتیجه باعث ایجاد غلظت پایین یون فسفر در محلول خاک می‌شود (فوت، ۱۹۹۰). جذب فسفر بر روی کانی‌ها به عنوان یک مکانیسم بسیار مهم در نگهداری فسفر در خاکها مورد توجه قرار گرفته است. جذب فسفر شامل رسوب سطحی، رسوب توأم با جذب، پخشیدگی به درون ماکروپورهای اکسیدهای آهن و آلومینیوم، آلومینوسیلیکات‌های با شبکه ناقص مانند آلوفان‌ها و تشکیل کمپلکس با آهن و آلومینیوم پیوند شده با مواد آلی است. اگرچه فسفر اضافه شده به خاک به راحتی طی فرآیندهای جذب و رسوب در خاک تثبیت می‌شود، مطالعات زیادی نشان می‌دهد که افزایش درجه اشباع فسفر که در نتیجه مقدار زیاد فسفر در خاک است می‌تواند تحرک فسفر را افزایش داده، که در نتیجه باعث حرکت فسفر در طول پروفیل خاک می‌شود (پاتلر و سیمس، ۲۰۰۰؛ لو و همکاران، ۲۰۰۷؛ دو و همکاران، ۲۰۰۹؛ پیزاقیلو و همکاران، ۲۰۱۱؛ جلالی و جلالی، ۲۰۱۶). رواناب به عنوان عامل مهم‌تری نسبت به آبشویی در هدرروی فسفر در نظر گرفته می‌شود. برخی محققین (مکداول و شارپلی، ۲۰۰۱، ماگور و سیمس، ۲۰۰۲؛ داو و همکاران، ۲۰۰۵) نشان دادند که تجمع فسفر در سطح خاک باعث افزایش خطر هدرروی و افزایش حرکت فسفر به زیر لایه شخم می‌شود. اگرچه خطر آبشویی فسفر در خاکهای آهکی توسط محققین مورد مطالعه قرار گرفته است، اما مطالعات کمی ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده را با روش‌های متفاوت عصاره‌گیری بررسی کرده‌اند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵۱ نمونه خاک از استان همدان در غرب ایران از عمق ۳۰-۰ سانتی متر برداشته شد، که از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر متفاوت بوده و در طول زمان مقادیر متفاوتی از کودهای فسفری را دریافت کرده اند (جلالی, ۲۰۰۷؛ جلالی، ۲۰۰۹). تمامی مناطق نمونه برداری دارای اقلیم نیمه خشک با میانگین بارندگی ۳۰۰ میلی‌متر و حداکثر میانگین دمایی ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل میانگین دمای ۱/۹- درجه

* ایمیل نویسنده مسئول: mahdiapk3003@yahoo.com

سانتی‌گراد می‌باشد (سبزی‌پرور، ۲۰۰۳). بعد از هوا خشک شدن خاکها و عبور از الک ۲ میلی متری، بافت خاکها به روش هیدرومتر تعیین شد (بویوکاس, ۱۹۶۲)، پی اچ و هدایت الکتریکی خاکها در عصاره ۱:۵ آب به خاک طبق روش راول (۱۹۹۴) تعیین گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم و ماده آلی بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردید (راول، ۱۹۹۴).

فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب مقطر، از تعادل ۲ گرم خاک با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۳۰ دقیقه بدست آمد. به منظور عصاره گیری فسفر السن، مقدار ۱ گرم خاک و ۲۰ میلی‌لیتر بیکربنات سدیم ۰/۵ نرمال (پی‌اچ ۸/۵) به مدت ۳۰ دقیقه شیک گردید (السن و سومرز , ۱۹۸۲). آزمایش ستون‌های آبشویی در دوتکرار و برای ۵۱ نمونه خاک صورت پذیرفت. ستون‌های استفاده شده، شیشه‌ای به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر و قطر ۲ سانتی‌متر بودند. در بالا و پایین ستون از کاغذ صافی (What-man No.42) استفاده شده و ستون‌ها با خاک تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر پر شدند. از آب مقطرجهت آبشویی ستون‌ها استفاده گردید. قبل از شروع آزمایش آبشویی، ستون‌ها به میزان یک پورووالیوم (آب منفذی) از آب مقطر اشباع سپس در ۴ دوره و هربار ۹ میلی‌لیتر (معادل ۲۸/۷ میلی‌متر بارندگی) از آب مقطر به ستون‌ها اضافه شده، و فاصله زمانی هر دوره آبشویی ۲۴ ساعت بود.

نتایج و بحث

میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای ۵۱ نمونه خاک در جدول ۱ بر اساس بافت خاکها ارائه شده است. پنج نوع کلاس بافتی متفاوت در این خاکها مشاهده شد. بافت خاکها شامل رسی، شنی، لوم رس شنی، لوم شنی و مخلوط لوم (شامل مخلوطی از بافت‌های لوم، لوم رسی، لوم سیلتی و لوم رس سیلتی) بوده است. با توجه به جدول ۱ دامنه پی اچ خاکها بین ۷ تا ۸/۲ بوده که نشان دهنده خنثی تا کمی آهکی بودن خاکها می باشد. دامنه هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی خاکها به ترتیب ۰/۰۶۹ تا ۰/۳۴ دسی زیمنس بر متر، ۶/۹ تا ۲۸/۳ سانتی مول بار بر کیلوگرم و ۰/۲۶ تا ۴/۸ درصد بود. میانگین درصد کربنات کلسیم در تمتم نمونه ها بالا بوده.

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه بر اساس بافت خاکها

خصوصیات خاک	بافت خاک				
	رسی n=۶	شنی n=۸	لوم رس شنی n=۱۶	لوم شنی n=۹	مخلوط لوم n=۱۲
پی اچ	۷/۵	۷/۳	۷/۴	۷/۴	۷/۷
هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c\ kg^{-1}$)	۲۷/۱	۱۰/۸	۱۹/۴	۱۵/۷	۱۸/۹
ماده آلی (%)	۱/۵	۰/۴	۱/۷	۲/۵	۲/۱
کربنات کلسیم (%)	۲۰/۵	۹/۱	۸/۶	۷/۸	۱۵/۱
رس (%)	۴۴/۳	۸/۴	۲۶/۵	۱۶/۸	۲۷/۶
سیلت (%)	۲۸/۷	۹/۲	۱۹/۷	۲۴/۶	۴۵/۵
شن (%)	۲۷/۰	۸۲/۴	۵۳/۸	۵۸/۶	۲۶/۹

میانگین و دامنه فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب مقطر و السن به تفکیک بافت خاک در جدول ۲ نمایش داده شده است. آب مقطر در بافت لوم رس شنی بالاترین میانگین فسفر را دارا می باشد، اما از لحاظ آماری تفاوتی با بافت لوم شنی ندارد. کمترین میزان فسفر عصاره گیری شده هم مربوط به بافت رسی است، اما از لحاظ آماری تفاوتی میان بافت های شنی و مخلوط لوم وجود ندارد. مشابه عصاره گیر آب مقطر، عصاره گیر السن بالاترین میزان عصاره گیری را در بافت لوم رس شنی داشته و کمترین آن مربوط به بافت رسی می باشد.

جدول ۲- میانگین و دامنه فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر و السن (میلی گرم بر کیلوگرم)

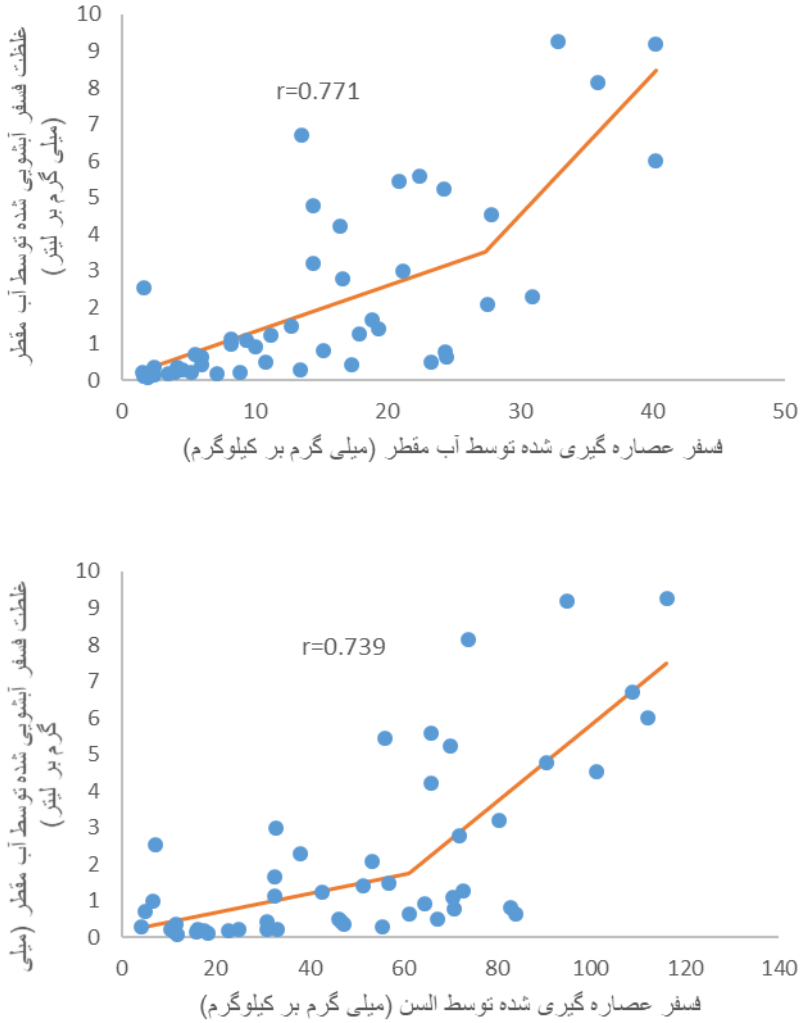
عصاره‌گیرها	بافت خاک				
	رسی n=۶	شنی n=۸	لوم رس شنی n=۱۶	لوم شنی n=۹	مخلوط لوم n=۱۲
آب مقطر	۶/۱^{c} (۱/۵-۱۲/۷)	۱۱/۹^{cb} (۲/۳-۳۰/۹)	۲۱/۸^{a} (۵/۵-۴۰/۲)	۱۵/۶^{ab} (۴/۵-۲۷/۸)	۷/۹^{cb} (۱/۶-۳۵/۸)
السن	۳۳/۱^{b} (۱۰/۵-۷۰/۵)	۵۸/۸^{ab} (۱۶/۱-۱۰۸/۷)	۶۶/۴^{a} (۵/۰-۱۱۶/۱)	۴۹/۹^{ab} (۴/۳-۱۰۱/۰)	۳۳/۳^{b} (۷/۱-۷۵/۹)

میانگین‌ها با حروف مشترک در یک ردیف در سطح ۰/۰۵ درصد تفاوت معنی‌داری طبق آزمون دانکن ندارند

در جدول ۳ میانگین غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر نمایش داده شده است. دامنه میانگین غلظت فسفر آبشویی شده در بافت های مختلف و بعد از ۴ آب منفذی برابر با ۴/۳۰ – ۰/۷۱ میلی گرم در لیتر بود. میانگین غلظت فسفر (میانگین ۴ آب منفذی) در بافت لوم رس شنی، آبشویی شده توسط آب مقطر ۳/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر بود، در حالی که برای بافت رسی، ۰/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده توسط وانگ و همکاران (۲۰۱۲) است که آزمایش ستون آبشویی با استفاده از آب مقطر انجام داده و دامنه غلظت فسفر را بین ۰/۰۰۶ تا ۱/۵۵ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین ۰/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند. اسوانباک و همکاران (۲۰۱۳)، آبشویی فسفر در ۵ ستون خاک دست نخورده را در سوئد مورد مطالعه قرار دادند و میانگین ۰/۱۲ میلی‌گرم بر لیتر را برای غلظت فسفر بدست آوردند. جلالی و کرمنژاد (۲۰۱۱) با استفاده از ستون‌های آبشویی، گزارش کردند که غلظت فسفر در طول ۴۵ روز آبشویی پایین‌تر از ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر بود.

جدول ۳- میانگین غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر به تفکیک بافت خاکها (میلی گرم بر لیتر)

آبشویی	بافت				
	رسی n=۶	شنی n=۸	لوم رس شنی n=۱۶	لوم شنی n=۹	مخلوط لوم n=۱۲
آب منفذی ۱	۰/۴۳	۲/۱۷	۲/۳۲	۱/۲۸	۰/۸۱
آب منفذی ۲	۰/۶۲	۲/۲۰	۴/۱۷	۱/۵۰	۱/۳۲
آب منفذی ۳	۰/۵۹	۱/۷۲	۳/۸۳	۱/۴۳	۱/۱۰
آب منفذی ۴	۰/۷۱	۱/۶۲	۴/۳۰	۱/۷۲	۱/۴۰



شکل ۱- ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده و فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب مقطر و السن

ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده و فسفر عصاره‌گیری شده توسط مدل اسپلیت لاین مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). عصاره گیر آب مقطر(r =0.771) و السن (r =0.739) به صورت معنی‌داری با غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر ارتباط داشت، و دارای نقطه تغییر به ترتیب ۲۷/۴ و ۶۱/۵ میلی‌گرم برکیلوگرم بود (شکل ۱). نقطه تغییر غلظت فسفر آبشویی شده برای عصاره گیر آب مقطر، ۳/۵ و برای السن، ۱/۸ میلی‌گرم برلیتر بود.

این نقطه تغییر بدان معنا است که اگر فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر بالاتر از نقطه تغییر ۲۷/۴ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، آبشویی فسفر با شیب بیشتری صورت می پذیرد. به همین شکل برای فسفر عصاره گیری شده توسط السن، اگر میزان فسفر عصاره گیری شده بیشتر از مقدار نقطه تغییر ۶۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم باشد، آبشویی فسفر با شیب بیشتری صورت می پذیرد (شکل ۱). نتایج نشان داد که در خصوص عصاره گیر آب مقطر تعداد ۶ نمونه خاک بالاتر از نقطه تغییر ۲۷/۴ میلی گرم بر کیلوگرم بوده در نتیجه آبشویی

فسفر در این خاکها با سرعت بیشتری صورت می پذیرد. در مورد عصاره گیر السن در حدود ۲۰ نمونه خاک بالاتر از نقطه تغییر ۶۱/۵ بوده و خطر آبشویی فسفر در این تعداد خاک بیشتر است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور ارتباط بین فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر و السن با آبشویی فسفر انجام پذیرفت. به طور کلی میتوان نتیجه گرفت که بافت خاک میتواند تاثیر زیادی بر میزان فسفر عصاره گیری شده و آبشویی فسفر بگذارد. بیشترین مقدار عصاره گیری فسفر در هردو عصاره گیر مربوط به بافت لوم رس شنی بوده و همچنین بیشترین آبشویی هم مربوط به همین بافت می باشد. از نقاط تغییر بدست آمده در این تحقیق می-توان در پیشگویی آبشویی فسفر در خاکهای آهکی منطقه استفاده نمود.

منابع

Bowen, H.J.M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils, Agronomy Journal, 54, 464-465.

Busman, L., Lamb, J., Randall, G., Rehm, G. and Schmitt, M. 2009. The nature of phosphorus in soils, Regents of the University of Minnesota. WW-06795-GO.

Dao, T.H., Codling, E.E. and Schwartz, R.C. 2005. Time-dependent phosphorus extractability in calcium- and iron-treated high phosphorus soils, Soil Science, 170, 810-821.

Dou, Z., Ramberg, C.F., Toth, J.D., Wang, Y., Sharpley, A.N., Boyd, S.E., Chen, C.R., Williams, D. and Xu, Z.H. 2009. Phosphorus speciation and sorption-desorption characteristics in heavily manured soils, Soil Science Society of America Journal, 73, 93-101.

Foth, H.D. 1990. Fundamentals of soil science, Michigan State University. Eghth edition. John Wiley and Sons.

Jalali, M. 2007. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran, Environmental Geology, 53. 365-374.

Jalali, M. 2009. Phosphorous concentration, solubility and species in the groundwater in a semi-arid basin, southern Malayer, western Iran, Environmental Geology, 57, 1011-1020.

Jalali, M. and Jalali, M. 2016. Relation between various soil phosphorus extraction methods and sorption parameters in calcareous soils with different texture, Science of the Total Environment, 566–567, 1080-1093.

Jalali, M. and Karamnejad, L. 2011. Phosphorus leaching in a calcareous soil treated with plant residues and inorganic fertilizer, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174, 220-228.

Liu, J.-l., Liao, W.-h., Zhang, Z.-x., Zhang, H.-t., Wang, X.-j. and Meng, N. 2007. Effect of phopshate fertilizer and manure on crop yield, soil P accumulation, and the environmental risk assessment, Agricultural Sciences in China, 6, 1107-1114.

Maguire, R.O. and Sims, J.T. 2002. Soil testing to predict phosphorus leaching published as paper no. 1710 in the journal series of the Delaware agricultural experiment station, Journal of Environmental Quality, 31, 1601-1609.

McDowell, R.W. and Sharpley, A.N. 2001. Approximating phosphorus release from soils to surface runoff and subsurface drainage, Journal of Environmental Quality, 30, 508-520.

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982, Phosphorus, In: Page, A.L., Miller, R.H. (Eds.), Methods of Soil Analysis, second ed., Agronomy Monograph 9, Vol. Part 2. ASA and SSSA, Madison, pp. 403-430.

Pautler, M.C. and Sims, J.T. 2000. Relationships between soil test phosphorus, soluble phosphorus, and phosphorus saturation in Delaware soils, Soil Science Society of America Journal, 64, 765-773.

Pizzeghello, D., Berti, A., Nardi, S. and Morari, F. 2011. Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy, Agriculture, Ecosystems and Environment, 141, 58-66.

Rowell, D.L. 1994. Soil Science: Methods and Applications, Longman Group, Harlow, 345.

Sabziparvar, A.A. 2003. The analysis of aridity and meteorological drought indices in west of Iran, In: Research Report. Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Sparks, D. 2003. Environmental Soil Chemistry, Academic Press, San Diego, CA.

Svanbäck, A., Ulén, B., Etana, A., Bergström, L., Kleinman, P.J.A. and Mattsson, L. 2013. Influence of soil phosphorus and manure on phosphorus leaching in Swedish topsoils, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 96, 133-147.

Wang, Y.T., Zhang, T.Q., O'Halloran, I.P., Tan, C.S., Hu, Q.C. and Reid, D.K. 2012. Soil tests as risk indicators for leaching of dissolved phosphorus from agricultural soils in Ontario, Soil Science Society of America Journal, 76, 220-229.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil Chemistry

Relation between phosphorus leaching and extractables phosphorus in calcareous soils of Hamedan province

Jalali[*1], M., Jalali[2], M.

[1] Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Bu-Ali Sina, Iran
[2] Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Bu-Ali Sina, Iran

Abstract

The relation between phosphorus leaching and extractables phosphorus is very important. Establishing this relation can deduce the cost and time for performing leaching experiment. The obtained results can be used to predict leaching of phosphorus using a simple soil test. Fifty-one soil samples were taken from calcareous soils of Hamedan province, and physiochemical properties of soils analyzed. Phosphorus extractions from soil were performed using deionized water and Olsen solutions. Leaching experiments for 51 soil sample performed in plexiglass columns and were packed to a height of 5 cm and each column was then leached by evenly adding 9 ml deionized water at 4 events. Soils with sandy clay loam texture shown the highest amount of phosphorus extracted and leached. The relation among phosphorus leaching and extractables phosphorus were described by split line model. Water extractable phosphorus and Olsen were significantly related to phosphorus leachate by deionized water, and the change points were 27.4 and 61.5 mg kg^{-1}, respectively.

Keywords: Phosphorus, Leaching, Extractable

[*] Corresponding author, Email: mahdiapk3003@yahoo.com