اشکال مختلف فسفر معدنی خاک و تغییرات آنها در دو ردیف ارضی در منطقه اصفهان

رمضانعلی دهقان ، حسین شریعتمداری و حسین خادمی
به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

شناخت اشکال مختلف فسفر موجود در خاک و تعیین مقدار هر یک از آنها در ارزیابی حاصل خیزی خاک حایز اهمیت است. فسفر در خاک ترکیبات متفاوتی را تشکیل می دهد که میزان هر یک از این ترکیبات به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک وابسته است. از سال ۱۹۵۷ تا کنون روشهای گوناگونی جهت استخراج اشکال مختلف فسفر ابداع شده ومورد استفاده قرار گرفته‌است (۲،۱و۹) ولی اکثر این روشها از دقت و حساسیت کافی جهت استخراج انواع فسفر موجود در خاکهای آهکی برخوردارنیستند. این روشها ترکیبات مختلف فسفر با کلسیم را تحت عنوان‌کلی فسفاتهای‌کلسیمی (Ca-P) عصاره‌گیری می کنند. جیانگ وگو در سال۱۹۸۹ روشی را پیشنهاد کردند که طبق آن فسفاتهای کلسیمی به سه جزء دی کلسیم فسفات (Ca_2-P) ، اکتا کلسیم فسفات(Ca_8-P) و آپاتایت (Ca_{10}-P) تقسیم می شوند(۴). آنها این روش را جهت استخراج اجزاء مختلف فسفر در خاکهای آهکی مناسب‌تر از روشهای پیشین اعلام کردند. صمدی و گیلکز نیز با استفاده از این روش در خاکهای غرب استرالیا مناسب بودن آن را برای خاکهای آهکی مورد تایید قرار داده اند(۷). طی دهه های گذشته مطالعات فراوانی روی تعیین اشکال مختلف فسفر موجود در خاکهای مناطق مختلف جهان انجام شده است(۱،۳و۸) ولی متاسفانه در کشور ما تاکنون تحقیقات چندانی در این زمینه صورت نگرفته است. اهداف این تحقیق عبارت بودند از: ۱) تعیین اجزای مختلف [۲] فسفر معدنی خاک و۲) بررسی تغییرات بخشهای مختلف فسفر معدنی و فسفر کل خاکها.

مواد وروشها

نمونه برداری : در این مطالعه خاکهای آهکی موجود بر روی دو ردیف ارضی[۱] که حتی الامکان دارای مواد مادری یکسان باشند در منطقه اصفهان انتخاب شدند سپس از روی هر ردیف ارضی، پنج نمونه خاک به صورت زیر برداشته شد :
الف) یک نمونه خاک (عمق۳۰-۰ سانتی متر) از ناحیه بالایی ردیف ارضی که در آن خاک از عمق کمی برخوردار بود و روی مواد مادری قرار داشت. ب) دو نمونه خاک (اعماق۳۰-۰ و۶۰-۳۰ سانتی متر) از ناحیه میانی ردیف ارضی که خاکی با پوشش طبیعی منطقه دیده می شد و در آن کشت و زرع صورت نگرفته بود. ج) دو نمونه خاک (اعماق۳۰ -۰ و۶۰-۳۰ سانتیمتر) از پایین ردیف ارضی که به زمینهای کشاورزی اختصاص داده شده بود. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه در مجاورت هوا خشک شده وجهت انجام مراحل آزمایشگاهی از الک دو میلی متری عبور داده شدند.

ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی : بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها نظیر بافت خاک به روش پی پت، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم در پ ـ هاش هفت، پ ـ هاش گل اشباع به روش الکترود شیشه ای و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی با اسید اندازه گیری گردید.

تعیین اشکال مختلف فسفر معدنی (Fractionation) : برای تعیین اشکال شیمیایی فسفر معدنی از روش جیانگ و گو استفاده شد(۴). در این روش عصاره گیری متوالی به ترتیب با: ۱) ۰/۲۵ مولار $NaHCO_3$ در پ ـ هاش ۷/۵ برای استخراج دی کلسیم فسفات (Ca_2-P) ، ۲) ۰/۵ مولار NH_4Ac برای استخراج اکتا کلسیم فسفات (Ca_8-P) ، ۳) ۰/۵ مولار NH_4F برای استخراج فسفاتهای آلومینیوم (Al-P) ، ۴) ۰/۱ مولار $NaOH$ ـ Na_2CO_3 برای عصاره گیری فسفاتهای آهن (Fe-P) ۵) سیترات ـ دیتیونایت ـ بی کربنات (CDB) برای استخراج فسفر محبوس شده در اکسیدهای آهن(O-P) و ۶) ۰/۵ مولار H_2SO_4 برای استخراج فسفر به شکل آپاتایت (Ca_{10}-P) انجام گرفت.

1-Toposequence 2 - Fractionation

میزان فسفر کل خاکها نیز توسط روش هضم با $HClO_4$ تعیین شد(۶). فسفر محلول در عصاره ها به وسیله روش مورفی و ریلی اندازه‌گیری شد(۵).

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها در جدول (۱) ارائه شده است. مطابق داده های موجود در جدول (۱)، واکنش خاکهای مورد مطالعه در محدوده قلیایی متوسط (بین ۷/۶ تا ۸/۰ با میانگین ۷/۸) قرار دارد. درصد رس خاکها بین ۱۰ تا ۲۷ با میانگین ۱۷/۴ درصد می باشد. میزان ظرفیت تبادلی خاکها بین ۴ تا ۲۴ سانتی مول در کیلوگرم با میانگین ۱۱ سانتی مول در کیلوگرم متغیر است. مقادیر قابل توجه کربنات کلسیم در خاکهای مورد مطالعه (حداقل ۲۶ و حداکثر ۳۹ درصد با میانگین ۳۴/۷ درصد) نشان دهنده اهمیت یون کلسیم تاثیر آن بر روی شیمی فسفر در این خاکهاست. مقادیر اجزای مختلف فسفر معدنی خاکها و میزان فسفر کل هر یک از آنها در جدول (۲) آمده است. فسفر کل نمونه های مورد مطالعه بین ۴۷۷ تا ۱۰۸۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک با میانگین ۸۴۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد. حداکثر میزان فسفر کل در اراضی کشاورزی مشاهده می گردد که از مصرف کودهای فسفره در این خاکها ناشی می شود.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها

Soil	PH (گل اشباع)	Clay (%)	*CCE (%)	CEC ($Cmol_c/Kg$)
**Ap_1	۷/۶	۱۳	۳۵	۶
Av_1	۷/۸	۱۷	۳۵	۸
Av_2	۷/۸	۱۰	۳۷	۷
Af_1	۷/۹	۲۷	۲۵	۲۴
Af_2	۷/۹	۲۵	۳۸	۱۹
Bp_1	۷/۶	۱۳	۲۶	۷
Bv_1	۷/۸	۱۴	۳۱	۸
Bv_2	۷/۸	۱۰	۳۴	۴
Bf_1	۸/۰	۲۳	۲۷	۱۵
Bf_2	۸/۰	۲۲	۳۹	۱۲
Average	۷/۸	۱۷/۴	۳۴/۷	۱۱

*- کربنات کلسیم معادل

**- حروف واسامی انتخاب شده در اسامی خاکها نشان دهنده:

A- ردیف ارضی اول(منطقه شهرک صنعتی) ،

B- ردیف ارضی دوم(منطقه سه راه زیار) ،

p- خاک کم عمق روی مواد مادری ،

v- خاک غیر زراعی ،

f- خاک زراعی ، ۱- عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر ، 2- عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر

جدول ۲- مقادیر فسفر کل ، فسفر معدنی (In-P)و اجزاء مختلف آن در خاکها (mg/kg)

Soil	Ca_2-P	Ca_8-P	Al-P	Fe-P	O-P	Ca_{10}-P	In-P	Total-P
Ap_1	۹	۱۷۵	۱۴۰	۶۷	۴۵	۲۱۳	۵۸۹	۷۷۰
Av_1	۱۳	۱۶۶	۵۳	۳۶	۶۵	۱۲۲	۴۵۵	۴۷۷
Av_2	۴	۸۳	۵۳	۴۵	۳۲	۱۰۶	۳۲۳	۵۹۲
Af_1	۱۸	۱۰۱	۹۴	۸۹	۵۲	۲۴۶	۶۰۰	۷۸۵
Af_2	۱۱	۶۴	۷۶	۸۹	۵۲	۳۱۲	۶۰۴	۸۱۳
Bp_1	۲۰	۱۶۶	۶۷	۵۸	۴۵	۲۷۹	۶۳۵	۹۹۲
Bv_1	۱۸	۱۵۷	۱۱۲	۶۳	۱۱۱	۲۷۱	۷۳۲	۹۹۹
Bv_2	۹	۱۴۸	۱۳۵	۶۷	۷۶	۲۹۵	۷۳۰	۱۰۴۲
Bf_1	۵۳	۱۲۹	۱۰۳	۱۲۳	۱۶۴	۲۹۵	۸۶۷	۱۰۸۵
Bf_2	۱۶	۱۰۱	۱۱۷	۷۶	۱۱۱	۲۸۷	۷۰۸	۸۸۵
Average	۱۷/۱	۱۲۳	۸۹	۷۱/۳	۷۵/۳	۱۶۰/۵	۶۲۴/۳	۸۴۴

میزان فسفر معدنی خاکها (مجموع شش جزء اندازه‌گیری شده) بین ۳۲۳ تا ۸۶۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک با متوسط ۶۲۴ میلی گرم در کیلوگرم بود. فسفر معدنی خاکهای کشاورزی نیز در اثر مصرف کودهای فسفاته به طور قابل ملاحظه ای بیش از خاکهای غیر زراعی می باشد. این افزایش محسوس در اجزاء مختلف خاکهای کشاورزی نیز دیده می شود. فسفر معدنی به طور متوسط ۷۴ درصد فسفر کل خاکها را تشکیل می دهد.

از میان اجزای مختلف فسفر معدنی آپاتایت (Ca_{10}-P) با متوسط ۳۸/۴ درصد بیشترین بخش فسفر معدنی را تشکیل می داد و بعد از آن به ترتیب: اکتا کلسیم فسفات (Ca_8-P) با ۲۱/۵ درصد ، فسفاتهای آلومینیوم (Al-P) با ۱۴/۹ درصد، فسفاتهای محبوس در اکسیدهای آهن (O-P) با ۱۱/۷ درصد ، فسفاتهای آهن (Fe-P) با ۱۱/۶ درصد و دی کلسیم فسفات (Ca_2-P) با ۱/۹ درصد قرار داشتند. این مقادیر نشان می دهد که قسمت اعظم فسفری که به خاکها اضافه می شود به صورت اشکال نامحلول در خاک رسوب می کند و فقط بخش ناچیزی از آن برای گیاه قابل استفاده باقی می ماند. به علت آهکی بودن خاکهای مورد مطالعه یون کلسیم اصلی ترین عامل محدود کننده حلالیت فسفر محسوب شده و بخش عمده ای از فسفر خاک به صورت فسفاتهای کلسیمی در خاک تثبیت شده است.

نتیجه گیری

روش جیانگ و گو برای جداسازی اشکال مختلف فسفر معدنی در خاکهای آهکی منطقه اصفهان به کار گرفته شد. کوددهی در اراضی کشاورزی میزان فسفر کل و اجزای فسفر معدنی این خاکها را افزایش داده است. عمده ترین بخش فسفر در خاکهای آهکی منطقه اصفهان را آپاتایت تشکیل می دهد که نشان می دهد میزان بالای آهک در این خاکها اصلی‌ترین عامل محدود کننده حلالیت فسفر در خاک می باشد.

منابع مورد استفاده

1- Chang, S. C., and Jackson, M.L . 1957 . Fractionation of soil phosphorus . Soil Science. 84:133-144.
2- Hedley, M.J., Stewart, J.W.B. and Chauhan, B.S. 1982 . Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practice and by laboratory incubations. Soil.Sci.Soc.Am.J.46:970-976.

3- Hooda, P. S. 2001 . Manuring and fertilization effects on phosphorus accumulation in soils and potential environmental implications. Advances. Envir. Res.5:13-21.
4- Jiang, B. and Gu, Y. 1989 . A suggested fractionation scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer.Res.20:159-165.
5- Murphy,J., and Riley, J.P. 1962 . A modified singel solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal.Chim.Acta.27:31- 36.
6- Page,A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R.1982 .Method of soil analysis, part II .Chemical and microbiological properties.American Society of Agronomy. Inc.Soil Sci.Soc. Am., Inc.Madison, Wisconsin, USA.
7- Samadi, A., and Gilkes, R.J. 1998 . Forms of phosphorus in virgin and fertilized calcareous soils of westtern Australia. Aust.J.Soil.Res.36:585-601.
8- Sharpley, A.N. and Smith, S.J. 1985 .Distribution of phosphorus forms in virgin and cultivated soils and potential erosion losses. Soil.Sci.Soc.Am.J.49:581-585.
9- William, J.D.H., Syers, J.K., Harris, R.F. and Armstrong, D.F. 1971 . Fractionation of inorganic phosphate in calcareous lake sediment. Soil.Sci.Soc.Am.Proc.35:250-255.