اشکال مختلف فسفر در خاکهای آهکی مناطق مدیترانه ای نیمکره جنوبی

عباس صمدی
استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه ارومیه

مقدمه

شناخت مقادیر و توزیع اشکال مختلف فسفر (P) در خاکها می تواند به درک فرآیندهای ژنیتکی خاک کمک کرده و به عنوان معیاری مفیدی در ارزیابی تکامل خاک بکار رود. در مراحل اولیه تشکیل خاک، فسفر یکی از اجزاء تشکیل دهنده کانیهای اولیه عمدتاً آپاتیت می باشد. به محض اینکه کانی اولیه آپاتیت تحت تأثیرهوازدگی قرار می گیرد، حلالیت فسفاتهای Al, Fe و Ca که به صورت ترکیبات مجزاء یا کمپلکسهای سطحی هستند، غلظت P در محلول خاک را کنترل می کنند. مطالعه در خاکهای اسیدی نشان داده است که با افزایش سن خاک، فسفاتهای Fe و Al محبوس نشده[۳] (یونهای فسفات جذب شده در سطوح اکسید و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم)، فسفاتهای ثانویه کلسیم (یونهای فسفات جذب شده در سطوح $CaCO_3$ و فسفاتهای آهن محبوس شده[۳] افزایش می یابد (۶).

روشهای متعددی برای تفکیک اشکال مختلف فسفر در خاکها ابداع شده است. در دهه های اخیر، روش جدیدی برای تفکیک متوالی (seqnential extraction)اشکال فسفر در خاکهای آهکی پیشنهاد شده است که توسط آن می توان سه نوع فسفاتهای Ca یعنی دی کلسیم فسفات، اکتاکلسیم فسفات و آپاتیت را شناسایی کرد (۲). روشهای جداسازی اشکال فسفر خاک در شناسایی اشکالی که در قابلیت استفاده فسفر خاک و رشد گیاه سهیم هستند، نیز مورد استفاده قرار گرفته است (۱) ولی این روشها کمتر در خاکهای آهکی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه شناسایی و تعیین توزیع اشکال مختلف فسفر خاک و برقراری ارتباط فیمابین اشکال فسفر با خواص خاک و فسفر قابل استفاده خاک در خاکهای آهکی بکر و زراعی استرالیای جنوب غربی است.

مواد و روشها

در این مطالعه ۲۸ نمونه خاک سطحی (۰-۱۰ سانتیمتر) برای مطالعات آزمایشگاهی استفاده شد. مشخصات و خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک و روش تفکیک شیمیایی متوالی اشکال فسفر خاک در جای دیگر توصیف شده است (۵). علاوه بر روش شیمیایی از روش فیزیکی پویش میکروسکوپ الکترونی (SEM)[۴] توام با آنالیز پخش انرژی پرتو ایکس (EDXA)[۵] برای شناسایی اشکال فسفر خاکها و نحوه توزیع این اشکال و همچنین ارزیابی ارتباط این اشکال با عناصر Al Ca, Fe و Si موجود در متن خاک مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

گرچه اقلیم مدیترانه ای در مناطق خاکهای آهکی استرالیای جنوب غربی موجود است، خواص فیزیکوشیمیایی بویژه وضعیت فسفر این خاکها متفاوت از مشخصات خاکهایی است که برای مناطق مدیترانه ای نیمکره شمالی گزارش شده است. این تفاوتها طبیعت قدیمی و بسیار پیچیده اراضی در استرالیای جنوب غربی را منعکس می کند. مقدار $CaCO_3$ کل ۲۵ خاک بافت ریز مورد مطالعه در محدوده بین ۱۲ تا ۳۹۸ گرم بر کیلوگرم و $CaCO_3$ فعال بین صفر تا ۷۰ گرم بر کیلوگرم بود که همبستگی بالایی با $CaCO_3$ کل نشان داد ($r = ۰/۷۳$ ، $p< ۰/۰۰۰۱$). مطالعه پراش پرتو ایکس (XRD) نشان داد که کلسیت- Mg دار [$Mg_xCa_{1-x}CO_3$] متداولترین کربنات خاکها با درجه جایگزینی ناچیزی از Mg (بطور متوسط ۴/۶ ٪ مول) می باشد. مقدار Fe قابل عصاره گیری با

۲- Nonoccluded-P ۳- Occluded-P

۴- (SEM) Scanning Electron Microscopy ۵- (EDXA) Energy Dispersive X-ray Analysis

اکسالات (Fe_o) در محدوده بین ۰/۱۱ تا ۱/۸۹ گرم بر کیلوگرم کمتر از Fe قابل عصاره گیری با دیتیونایت (Fe_d) (تا ۳۲/۷ گرم بر کیلوگرم) بود. این نتایج نشان می دهد فقط بخش کوچکی از اکسید Fe آزاد کل به شکل بلوری است. مقادیر Al قابل عصاره گیری با دیتیونایت (Al_d) رابطه نزدیکی با Fe_d داشت($r = ۰/۶۴$ ، $p<۰/۰۰۱$) که حاکی از آنست بیشتر Al حل شده در سیترات دیتیونات بیکربنات (CDB)، Al جایگزین شده با Fe در اکسیدهای آهن است. وجود روابط بسیار نزدیک بین میزان رس و Fe_d ($r = ۰/۵۷$ ، $p<۰/۰۱$) و Fe_o ($r = ۰/۵۷$ ، $p<۰/۰۱$) دال بر تجمع اکسید و هیدروکسید ها در بخش رس خاک است. هر چند اقلیم مدیترانه ای در منطقه وجود دارد، مینرالوژی رس خاکها کاملاً متفاوت از خاکهای اکثر مناطق مدیترانه ای نیمکره شمالی است. مناطقی که در آن رس غالب از نوع رس ایلایت است (۳). نمونه های پراش پرتو ایکس بخش رس خاکها نشان داد کائولینیت و مقدار بسیار کمی از رسهای اسمکتایت و ایلایت باضافه کانیهای رس مخلوط کانیهای رس غالب خاکها را تشکیل می داد. خاکها گستره وسیعی از مقادیر P کل (TP)، P آلی (OP)، اجزاء فسفر معدنی (P_i)، و P عصاره گیری شده با آزمونهای خاک را نشان می داد. مقدار TP با میانگین ۱۷۶ میلیگرم بر کیلوگرم خاک بین ۳۳ تا ۳۹۲ میلیگرم بر کیلوگرم متغیر بود. در مقایسه با خاکهای سایر مناطق مدیترانه ای و سایر مناطق نیمه خشک، P آلی خاک (۳۵٪) بخش قابل ملاحظه ای از P کل را تشکیل می داد. روابط مثبتی بین P آلی و مواد آلی و همچنین با Fe_o وجود داشت. نسبت C آلی به P آلی بطور متوسط برابر با ۲۸۷ بود. بطور متوسط مقادیر اجزاء P معدنی (P_i) خاکها، برای Ca_2-P (P قابل عصاره گیری با $NaHCO_3$)، ۱۵ : Ca_8-P (P قابل عصاره گیری با NH_4Ac)، ۲۷ : Al-P (P قابل عصاره گیری با NH_4F)، ۲۶ : Fe-P (P قابل عصاره گیری با Na_2CO_3 ،NaOH)، ۱۴ : P محبوس شده (O-P)، ۲۰ و Ca_{10}-P (P قابل عصاره گیری با H_2SO_4)، ۱۶ میلیگرم بر کیلوگرم خاک که به ترتیب ۱۳٪، ۲۳٪، ۲۲٪، ۱۷٪ و ۱۳٪ از P_i کل را شامل می شد ولی توزیع اجزاء فسفر معدنی (P_i) در خاکهای بکر و زراعی کاملاً متفاوت بود. در خاکهای بکر، میانگین نسبی فراوانی اشکال P_i به صورت فسفاتهای ثانویه کلسیم [$(Ca_8$-P] + (Ca_2-P)] ، فسفاتهای Fe و Al محبوس نشده [(Fe-P)+ (Al-P)] و فسفر قابل عصاره گیری با اسید به عنوان معیاری از فسفات کلسیم اولیه (Ca_{10}-P) به ترتیب ۲/۵: ۲: ۱ و در خاکهای زراعی ۲: ۲/۵: ۱ بود. درصد بالایی از فسفاتهای Fe و Al ثانویه و درصد پایینی از فسفر قابل عصاره گیری با اسید -(Ca_{10} P) در نمونه های خاک دلالت بر آن داشت که هرچه هوازدگی پیشرفت کرده است، جزء کلسیمی بطور فزاینده به اشکال محبوس نشده و سرانجام به اشکال محبوس شده تغییر شکل داده است. قابل توجه است که الگوی توزیع اشکال P در خاکهای آهکی استرالیای غربی از الگوی توزیع خاکهای آهکی سایر مناطق مدیترانه ای تبعیت نمی کند مناطقی که در آنها معمولاً فسفاتهای ثانویه کلسیم فراوانتر از اشکال Al-P و Fe-P هستند (۴). تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که آجزاء Ca_{10}-P ، Al-P ، Fe-P و Ca_{10}-P سهم قابل توجهی در P قابل عصاره گیری به روشهای Colwell و Olsen داشت. رگرسیون چند مرحله ای[۴] نشان داد که بیشتر تغییرات در Olsen-P (۹۰٪) و Colwell-P (۸۲٪) ناشی از Ca_2-P بود. مطالعه SEM نشان داد که P بطور یکنواخت در متن خاک[۵] توزیع شده است یعنی هیچ تجمع موضعی P یا ارتباط فضایی بین فسفر با سایر عناصر (Al, Fe, Ca, Si) در متن خاک دیده نمی شد.

منابع مورد استفاده

1. Al-Abbas, A. H., and Barber, S. A. 1964. A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus: I. Correlation of soil phosphorus fractions with plant-available phosphorus. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 218-221.

2. Jiang, B. and Gu, Y. 1989. A suggested fractionation scheme of inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer Research, 20: 159-165.

۱- Stepwise regression

۲- Soil matrix

3. Matar, A., Torrent, J., and Ryan, J. 1992. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland Mediterranean zone. Advances in Soil Science, 18: 79-146.
4. Ryan, J., and Zghard, M. A. 1980. Phosphorus transformations with age in a calcareous soil chronosequence. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 168-169.
5. Samadi, A., and Gilkes, R. J. 1998. Forms of phosphorus in virgin and fertilized calcareous of Western Australia. Aust. J. Soil Res., 36: 585-601.
6. Walker, T. W. and Syers, J. K. 1976. The fate of phosphorus during pedogenesis. Geoderma. 15: 1-19.