اثر رژیم رطوبتی بر بازیابی فسفر افزوده شده به خاکهای آهکی در شکلهای مختلف فسفر معدنی و ارتباط آنها با خصوصیات خاکها

عبدالمجید رونقی[۱]، ابراهیم ادهمی[۲*]، حمید رضا اولیایی[۲]،

[۱]دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز؛ [۳]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج،

مقدمه

بسیاری از ترکیباتی که در مراحل اولیه واکنش کودهای فسفری در خاکهای آهکی تشکیل می‌شوند نیمه پایدار هستند و بتدریج به ترکیبات کم محلول تر فسفات تبدیل می‌شوند. در واکنش فسفات با کربنات کلسیم، دی کلسیم فسفات دی هیدرات اولین فاز تشکیل شده است که با گذشت زمان ممکن است به اکتا کلسیم فسفات تبدیل شده یا توسط اکتا کلسیم فسفات پوشیده شود [۲]. صمدی و جیلکس [۳] فسفر افزوده شده به خاک را پس از ۱۶۰ روز خوابانیدن در شکل‌های مختلف فسفر بصورت ۴۰ درصد **Ca_2-P** ؛ ۱۶ درصد **Ca_8-P**؛ ۲۳درصد **Al-P**؛ ۱۳ درصد **Fe-P**؛ ۳ درصد**O-P**؛ و یک درصد **Ca_{10}-P**، گزارش کردند. سینگانیا و گواسمی [۴] گزارش کردند که تقریباً ۳۳ تا ۵۵ درصد از فسفر افزوده شده به خاک در شرایط غرقابی در شکل **Fe-P** و ۱۵/۷ تا ۲۹/۵ درصد به شکل **Al-P** یافت شد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر رژیم رطوبتی بر تبدیل فسفر افزوده شده به خاکهای آهکی به شکلهای مختلف فسفر بود.

مواد و روشها

مطالعه حاضر بر روی ۲۰ نمونه خاک آهکی از نقاط مختلف استان فارس دارای محدوده وسیعی از خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی انجام شد. جهت بررسی بازیابی فسفر افزوده شده به خاک در شکلهای مختلف فسفر ۱۰۰ گرم از نمونه خاکها با تیمارهای صفر (شاهد) و ۳۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک تحت شرایط غرقابی و رطوبت وزنی ۲۰ درصد در دو تکرار در دمای آزمایشگاه خوابانیده شدند. مقدار رطوبت خاکها بصورت منظم جهت نگهداری آنها در شرایط رطوبتی مورد نظر تنظیم گردید. در زمانهای ۸۰ و ۱۶۰ روز پس از خوابانیدن عصاره‌گیری جزء به جزء فسفر به روش شرح داده توسط ادهمی و همکاران [۱] بر نمونه‌های یک گرمی از خاکهای خوابانیده شده انجام شد. بصورت خلاصه این روش شامل عصاره‌گیری متوالی با محلولهای بیکربنات سدیم (**$NaHCO_3$-P**)، استات آمونیوم (**OAc-P**)، کلرید منیزیم (**$MgCl_2$-P**)، آمونیوم فلوراید (**NH_4F-P**)، سدیم هیدروکسید-کربنات سدیم (**HC-P**)، سدیم سیترات-دی‌تیونات-بیکربنات (**CBD-P**) و اسید سولفوریک (**H_2SO_4-P**) است. مقدار بازیابی فسفر در شکلهای مختلف از تفاضل نمونه دارای فسفر و نمونه شاهد محاسبه گردید. نتایج حاصل توسط نرم افزارهای **MSTATC** و **SPSS** تجزیه آماری شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در هر دو زمان میانگین بازیابی فسفر به شکل $NaHCO_3$-P در شرایط غرقابی از رطوبت وزنی ۲۰ درصد کمتر بود. میانگین بازیابی فسفر در شکل $NaHCO_3$-P در رطوبت وزنی ۲۰ درصد در روزهای ۸۰ و ۱۶۰ به ترتیب ۴۹ و ۴۰ درصد بود که در حالت غرقابی به ۴۲ و ۳۱ درصد کاهش یافت (جدول ۱). در هر دو زمان همبستگی بالایی میان بازیابی فسفر در شکل $NaHCO_3$-P و آهن عصاره‌گیری شده توسط سیترات سدیم (Fe_c)، محلول اسیدی اگزالات (Fe_o) و سیترات سدیم-اسکوربات (Fe_{Cas}) در هردو رژیم رطوبتی مشاهده شد. اثر رژیم رطوبتی بر بازیابی فسفر افزوده شده در شکل OAc-P در روز ۱۶۰معنی‌دار بود. میانگین بازیابی فسفر در شکل OAc-P در روز ۱۶۰، ۸۷ میلی گرم بود که در حالت غرقابی به ۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کاهش یافت

(جدول۱). در تحقیق حاضر بازیابی فسفر در شکل OAc-P در روز ۸۰ در شرایط غرقابی بـه صـورت منفـی بـا Fe_o، Fe_c و Fe_{CAs} وابسته بود. در روز ۱۶۰ نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. در رطوبت وزنـی ۲۰ درصـد بازیـابی فـسفر در شکل OAc-P در روز ۸۰ با Fe_o و کربنات کلسیم فعال (ACCE) ارتباط منفی معنی داری را نشان داد. نتایج نشان داد که در اکثر موارد اثر تیمارهای آزمایش (خاک، رژیم رطوبتی و برهمکنش آنان) بر بازیابی فسفر در شکل $MgCl_2$-P معنی‌دار نبود. میانگین بازیابی NH_4F-P در روزهای ۸۰ و ۱۶۰ روز در رطوبت وزنی ۲۰ درصد به ترتیب ۲۲ و ۲۷ بود که در شرایط غرقابی به ۲۹ و ۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک افزایش یافت. در روز ۱۶۰ در تمامی خاکهـا افـزایش قابل ملاحظه‌ای در این شکل فسفر در شرایط غرقابی نسبت به رژیم رطوبتی دیگر مشاهده شد. نتایج آزمون همبستگی نشان داد که بازیابی فسفر در شکل NH_4F-P در هردو رژیم رطوبتی با Fe_o، Fe_c و Fe_{Cas} همبستگی معنـی‌دار دارد. فسفر عصاره‌گیری شده توسط $NaOH$-Na_2CO_3 (HC-P) به فسفاتهای آهن نسبت داده شده است. تقریباً در تمـام خاک‌ها بازیابی فسفر در شکل HC-P در حالت غرقابی بیشتر از دیگر رژیم رطـوبتی بـود. میـانگین بازیـابی فـسفر در رطوبت ۲۰ درصد وزنی در شکل HC-P در روزهای ۸۰ و ۱۶۰ به ترتیب ۱۲ و ۱۲ میلی‌گرم در کیلـوگرم خـاک بـود که در حالت غرقابی به ۱۶ و ۲۴ رسید. نتایج آزمون همبستگی نشان داد که ترکیبات آهن آزاد (Fe_o، Fe_c و Fe_{CAs}) شاخص خوبی جهت پیش‌بینی تغییرات بازیابی فسفر در شکل HC-P می‌باشند.بازیابی فـسفر در شـکل CBD-P در روز ۸۰ و ۱۶۰ در رطوبت وزنی ۲۰ درصد بترتیب ۶ و ۱۳ میلی‌گرم و در شرایط غرقابی بترتیب ۱۵ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود (جدول ۱). بازیابی فسفر در این شکل همبستگی معنی داری با خصوصیات خاک در رطوبـت وزنـی ۲۰ درصد نشان نداد. بازیابی فسفر در این شـکل در شـرایط غرقـابی همبـستگی مثبـت و معنـی داری بـا آهـن قابـل عصاره‌گیری توسط سیترات (Fe_c)، آلومینیوم قابل عصاره‌گیری توسط سیترات-دی‌تیونـات-بیکربنـات (Al_d) و منگنـز قابل عصاره‌گیری توسط هیدروکسیل آمین-هیدروکلرید (Mn_h) نـشان داد در حـالی کـه بـا سـیلت درشـت (CSilt) همبستگی منفی داشت. در روز ۸۰ و ۱۶۰ بصورت میانگین به ترتیب ۱۲ و ۱۷ میلی گرم از فسفر افزوده شده به خاک در رطوبت وزنی ۲۰ درصد وزنی و ۱۴ و ۲۸ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک در شرایط غرقابی در شکل H_2SO_4-P یافت شد (جدول۱).

جدول۱- محدوده بازیابی فسفر افزوده شده به خاک در شکلهای مختلف فسفر معدنی.

H_2SO_4-P		CBD-P		HC-P		NH_4F-P		$MgCl_2$-P		NH_4OAc-P		$NaHCO_3$-P	
WL	FC	WL	FC	WL	FC	WL	FC	WL	FC	WL	FC	WL	FC
روز ۸۰													
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۸	۰	۰	۳۵	۴۸	۷۳	۹۸
۱۴	۱۲	۱۵	۶	۱۶	۱۲	۲۹	۲۳	۱۱	۱۰	۷۶	۷۷	۱۲۷	۱۴۵
۴۸	۵۰	۴۳	۲۰	۶۱	۴۱	۶۲	۵۶	۳۲	۲۷	۱۳۳	۱۳۸	۱۸۵	۲۰۲
۱۴	۱۶	۱۳	۷	۱۵	۱۱	۱۴	۱۰	۸	۵	۲۱	۲۱	۳۴	۳۰
روز ۱۶۰													
۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱۵	۲	۰	۰	۰	۴۹	۴۷	۷۲
۲۸	۱۷	۲۰	۱۳	۲۴	۱۲	۴۵	۲۷	۱۵	۱۲	۵۲	۸۷	۹۲	۱۲۰
۶۹	۵۵	۵۴	۲۹	۶۳	۳۹	۷۶	۶۰	۳۵	۲۵	۹۰	۱۱۷	۱۴۴	۱۵۱
۱۸	۱۶	۱۷	۱۰	۱۹	۱۰	۱۷	۱۳	۱۰	۶	۲۴	۲۱	۲۸	۱۹

منابع:

[1]Adhami E, M. Maftoun, A. Ronaghi, N. Karimian, J. Yasrebi, M.T. Assad. 2006. Inorganic phosphorus fractionation of highly calcareous soils of Iran. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 37: 1877–1888.

[2] Freeman, J. S., and D. L. Rowell. 1981. The adsorption and precipitation of phosphate onto calcite. J. Soil. Sci. 32: 75-84.

[3] Samadi, A., and R. J. Gilkes. 1999. Phosphorus transformation and their relationships with calcareous soil properties of Southern Western Australia. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 809-815.

[4] Singhania, R. A., and N. N. Goswami. 1978. Transformation of applied phosphorus under simulated conditions of growing rice and wheat in a sequence. J. Indian Soc. Soil Sci. 26: 193-197.