پژوهشی

بررسی تأثیر همزمان کود آلی کمپوست و گوگرد بر قابلیت جذب فسفر در خاکهای آهکی استان اصفهان

* مهندس مهران هودجی
** دکتر علی نگارستان

کلمات کلیدی :
کمپوست ، گوگرد ، فسفر قابل جذب خاک ، خاکهای آهکی ، پ هاش خاک.

چکیده :

در بررسی همزمان کود آلی کمپوست[1] و گوگرد بر قابلیت جذب فسفر[2] در خاکهای آهکی[3] اصفهان (در غالب طرح آماری کرتهای خرد شده) اثر تیمارهای مختلف کود آلی کمپوست ، گوگرد و کود فسفری برقابلیت جذب فسفر درخاک مورد مطالعه قرارگرفت.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مصرف کود کمپوست با تولید اسیدهای آلی و تجزیه فسفر خود در مسیر تحول در محیط خاک سبب کاهش موضعی پ هاش و افزایش فسفر قابل جذب در آن نقطه و ازدیاد عملکرد می‌شود مصرف همزمان گوگرد نیز به کاهش موضعی پ هاش کمک می‌کند و در نهایت افزایش فسفر قابل جذب و ازدیاد عملکرد را معنی‌دار می‌سازد (در سطح ۱٪) پس می‌توان احتمال داد که مصرف همزمان کودآلی کمپوست و گوگرد سبب افزایش میزان فسفر قابل جذب شده و از تثبیت فسفر در خاک در حد معنی‌داری جلوگیری می‌کند. در این رابطه سطح کودی $S_2C_2P_3$ را می‌توان به عنوان بهینه سطح مصرف این کودها در این آزمایش دانست.

یکی از نتایج دیگر این تحقیق رابطه خطی معنی‌دار در سطح ۱٪ بین مقادیر کل فسفر جذب شده وسیله گیاه و میزان عملکرد خشک گیاه ذرت است که ضریب همبستگی[4] آن برابر ۰/۹۳ می‌باشد.

ضمناً بین مقدار فسفر قابل جذب خاک با مقدار کل فسفر جذب شده بوسیله گیاه نیز یک رابطه توانی[5] معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد.

---

* - عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان.

** - استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

مقدمه :

بزرگترین مسأله در خاکهای آهکی در رابطه با فسفر ، این عنصر پرمخاطره در تغذیه گیاه و بسیار مؤثر در کمیت و کیفیت محصول ، این است که قسمت اعظم کود فسفری و فسفر موجود خاک به شکل نامحلول درآمده، تثبیت می‌شود (۵ و ۱۸). بدیهی است که گیاه توسط غلظت بالای دی اکسیدکربن در اطراف ریشه توانایی جذب مقداری از این فسفر ذخیره و تثبیت شده را دارد، ولی همواره ناکافی بودن آن را با علائمی نظیر کمبود محصول ظاهر می‌سازد و کشاورز ناچار به کود شیمیائی فسفری بیشتری متوسل‌می‌شود، هر چند به نتیجه مطلوب و مورد نظر نمی‌رسد چون این کودها که همگی فسفر محلول و قابل جذب دارند در بهترین شرایط خاکهای آهکی هم بخش قابل توجهی از فسفر محلول خود را توسط مقدار زیاد یونهای کلسیم فعال در محیط از دست می‌دهند و راندمان آنها کاهش می‌یابد (۳، ۱۰ و ۲۱). اساساً حلالیت فسفر در رابطه با پ هاش و اسیدیته خاک دستخوش تغییرات زیادی است در این خاکها هر چه پ هاش بالاتر باشد، یونهای کلسیم فعال فراوانتر و هجوم آنها به آنیون فسفات بیشتر است و فرمهای فسفات مونو، دی و تری کلسیک بیشتری تشکیل می‌شود که به ترتیب حلالیت آنها و قابلیت جذبشان برای گیاه کمتر می‌شود. حداکثر قابلیت جذب فسفر در این خاکها در پ هاش بین ٦ و ۷ است که شکلگیری فسفات مونوکلسیک محلول و قابل جذب بر شکلهای دیگر که کم محلول‌ویانامحلولند برتری کامل دارد ولی حتی در چنین شرایطی هم بخش اعظم فسفری که به صورت‌کود به خاک اضافه می‌شود سریعاً تثبیت و از دسترس گیاه خارج می‌گردد. (۳،۱۱و۲۲)

حضور مواد آلی در خاک (بازگرداندن شاخ و برگ گیاهان به خاک یاکود سبز و یاکمپوست) سبب افزایش جذب فسفر توسط گیاه زراعی بعدی می‌شود. دلیل عمده وجود این اثر تولید اسیدهای آلی و هوموس در مسیر تحول این مواد است که سبب کاهش موضعی پ هاش می‌گردد و تارهای مویین ریشهٔ مجاور، در شرایط مساعد جذب فسفر قرار می‌گیرند. بدیهی است که مقداری هم فسفر از محل فسفر آلی معدنی شده هوموس و اسیدهای آلی در مسیر تجزیه به این فسفر قابل جذب اضافه می‌شود (٦، ۷ و ۲۰).

نقش دیگر ترکیبات آلی خاک در این مورد این است که با فسفر، تشکیل ترکیب کمپلکس گونه هومو فسفات را می‌دهند که فسفرش نا محلول است ولی در مسیر معدنی شدن بتدریج به شکل محلول و قابل جذب در می‌آید بنابراین تا زمانی که مواد آلی در خاک وجود دارد از تثبیت فسفر توسط کاتیونهای کلسیم ، آهن و آلومینیوم به شکل رسوب نا محلول (سیر قهقرایی) به مقدار فراوانی جلوگیری می‌شود. به عبارت دیگر حفظ و افزایش هوموس خاک، مدیریت مزرعه را در جهت پیش گیری از تثبیت فسفر توسط کاتیونهای مزاحم موجود هدایت می‌کند (۲۰).

از سوی دیگر مواد آلی تکیه گاه و محل زندگی میکروارگانیسمهای خاک است و غذای کافی برای رشد و تکثیر و مواد لازم برای کار و فعالیت آنها را فراهم می‌سازد که گروه میکربی اکسید کنندهٔ گوگرد از این مزایا بهره می‌برند و از تسریع در اکسید شدن اسید سازی و کاهش موضعی بیشتر پ هاش برخوردار می‌شوند و افزایش قابلیت جذب فسفر را سبب می‌گردند. البته میزان گاز کربنیک تولیدی از فعالیت بیولوژی خاک ، ناشی از افزایش مواد آلی ، نیز به‌کاهش موضعی پ هاش و بهبود شرایط جذب فسفر کمک می‌کند.

اضافه نمودن گوگرد به خاک نیز یکی از روشهای معمول تعدیل پ هاش خاکهای آهکی است (۸، ۹ و ۱۷). که در شرایط مناسب محیطی از نظر رطوبت و حرارت و حضور مواد آلی بوسیله گروههای میکربی ویژه اکسید شده، به اسید سولفوریک تبدیل می‌گردد (۱۲ ، ۱۵ و ۱٦). طبیعی است که در این شرایط اگر پ هاش حتی در یک نقطه کاهش یابد جذب فسفر یا سایر عناصر غذایی از آن نقطه ممکن می‌گردد (۱۹) . و ثابت شده است که یک تار ریشه مجاور با این نقطه می‌تواند تمامی نیاز غذایی گیاه از این عناصر را بر طرف سازد ، بنابراین هدف این تحقیق بررسی این اثر ، توسط مصرف همزمان کود آلی کمپوست ، گوگرد وکود فسفری در خاکهای آهکی اصفهان است که در آن کمپوست به عنوان یک ماده آلی منظور شده است و سطوح مختلف تیمارها در حد بالا و پایین میزان مصرف متداول محلی برای هر فاکتور در نظر گرفته شده است. گیاه کشت شده ذرت سینگل گراس رقم ۷۰۴ بوده‌است.

مواد و روشها:

اجرای طرح در این تحقیق با روش آماری کرتهای خرده شده[۱] انجام گرفته که حاوی سه تیمار در سه تکرار است. تیمار اول گوگرد ، دارای دو سطح S_1 = صفر کیلوگرم و S_2 = سه هزار کیلوگرم درهکتار، تیمار دوم کود آلی کمپوست، دارای دو سطح، C_1 = صفر کیلوگرم و C_2 = سی هزار کیلوگرم در هکتار ، تیمار سوم فسفر، دارای پنج سطح ، P_1 = صفر پی پی ام ، P_2 = ۲۵ پی پی ام ، P_3 = ۵۰ پی پی ام ، P_4 = ۷۵ پی پی ام و P_5 = ۱۰۰ پی‌پی‌ام.

تعداد کل کرتهای آزمایشی برابر ۶۰ کرت و ابعاد هر کرت برابر ۱۵ متر مربع در نظر بوده است . در هر کرت ۵ ردیف به‌طور موازی کاشته شده است و آبیاری هر کرت به وسیله سیفون انجام می‌گیرد خطوط کاشت از هم ۴۰ سانتیمتر فاصله دارد و تعداد ۷۵ بوته در هر کرت کاشته شده است.

از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آن اندازه گیری شد. نتایج این اندازه گیریها در جدول (۱) ارائه شده است:

پس از کاشت و اولین آبیاری ، به فواصل زمانی ۵ و ۱۵ و ۳۰ و ۵۰ روز از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری تمام کرتها نمونه برداری و تجزیه‌هایی به شرح زیر روی ۲۴۰ نمونه خاک انجام گرفت.

- اندازه گیری پ هاش کل اشباع
- اندازه گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع
- اندازه گیری درصد آهک کل خاک به روش تیترومتری
- اندازه گیری میزان گچ خاک به روش تیترومتری
- اندازه گیری درصد ماده آلی خاک به روش اکسیداسیون سرد (محیط آبی)
- اندازه گیری فسفر قابل جذب به روش اولسن (۱۳).

پس از گذشت ۱۲ هفته از زمان کاشت، بوته‌های ذرت هر کرت از فاصله یک سانتیمتری سطح زمین قطع شدند. برداشت از ۳ خط وسط انجام گرفت و فاصله خط برداشت تا حاشیه کرت ۸۰ سانتیمتر بود. نمونه‌های گیاهی به آزمایشگاه برده شد و به مدت ۲۴ ساعت در آون تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد نگهداری و خشک شد (۱۳). نمونه‌های هر کرت به‌طور مجزا وزن شد. با توجه به وزن خشک هر بوته و تعداد بوته در هر کرت، عملکرد خشک گیاه ذرت برای هر کرت به دست آمد. پس از آن نمونه‌ها در آسیاب برقی به پودر تبدیل شد و میزان فسفر موجود

جدول (۱) - برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

(الف) - خصوصیات شیمیائی

هدایت الکتریکی پ هاش		کاتیونهای محلول (meq/lit)			آنیونهای محلول (meq/lit)			فسفر قابل جذب	ازت کل	ماده آلی	آهک کل	گچ	ظرفیت تبادل کاتیونی
EC	pH	Na^+	K^+	Ca^{2+}, Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCo_3^-	(پی‌پی‌ام)	%	%	%	meq/100gr	meq/100gr
۴/۷	۷/۹	۱۹	۲	۴۰	۴۵	۱۲	۲/۴	۹/۹	۰/۰۷۴	۰/۹۹	۳۵	۸۷ ۰	۱۵/۵

(ب) - خصوصیات فیزیکی

درصد ذرات خاک %			بافت خاک	درصد اشباع %S. P	وزن مخصوص ظاهری gr/cm^3
شن	سیلت	رس			
۱۵	۴۹	۳۶	Silty clay loam	۴۷	۱/۳۶

جدول (۲) - نتایج تجزیه کود آلی کمپوست اصفهان (اردیبهشت ۷۲)

pH (۱:۱)	Ecx۱۰^{۳} (۱:۱)	OM (%)	Na (%)	K (%)	P (%)	N (%)	میلی گرم در کیلوگرم (اردیبهشت ۷۲)								
							Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Pb	Cd	Cr
۶/۳	۳۰/۱	۲۲	۰/۸	۰/۲	۰/۲۳	۰/۹	۸۷۴۰	۳۱۷	۲۳۳	۱۰	۸	۳۲/۵	۵۶	۱/۴	۱۵۰

در نمونه‌ها اندازه گیری گردید و با در نظر گرفتن وزن خشک یک بوته، مقدار کل فسفر جذب شده به ازای هر بوته محاسبه شد. از طرفی نمونه کود آلی کمپوست مصرفی تجزیه شد که نتایج آن در جدول (۲) ارائه شده است.

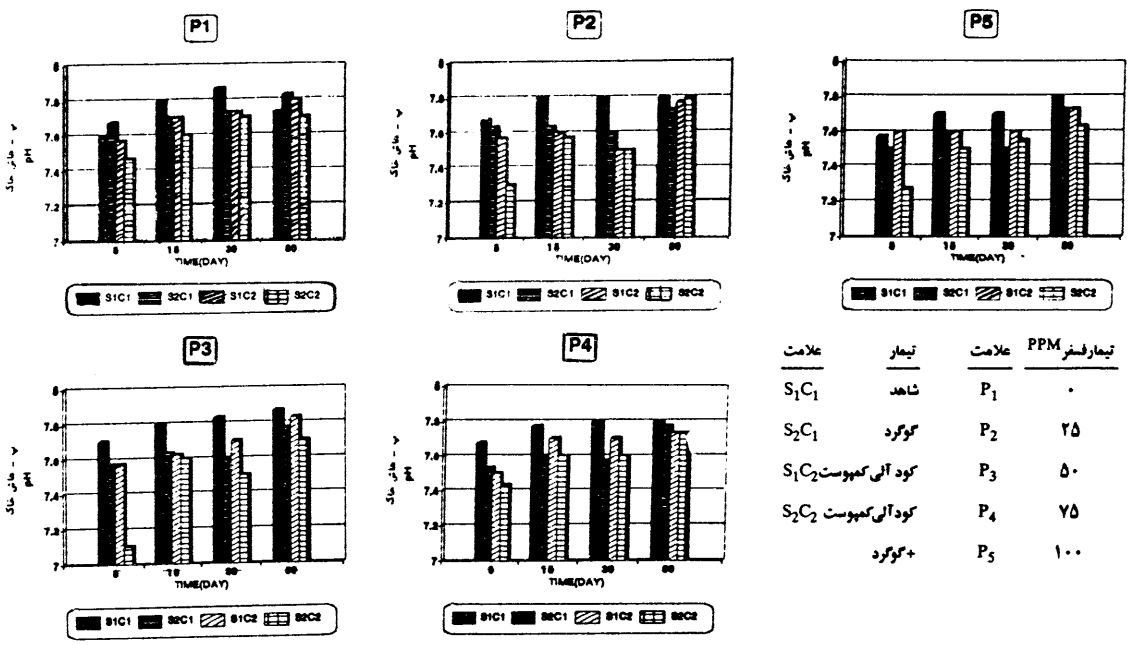
نتایج و بحث :

۱ - تیمار گوگرد (S_2 C_1) چنانچه در شکل (۱) ملاحظه می‌شود سبب کاهش معنی‌داری (در سطح ۱%) میزان pH خاک شده است. دلیل این امر ، یک فرآیند بیولوژیکی است که تحت تأثیر میکروارگانیسمهای اکسید کننده گوگرد انجام می‌گیرد که طی آن گوگرد اکسید شده و تولید اسید سولفوریک می‌کند. بهترین رطوبت برای اکسیداسیون گوگرد حد ظرفیت زراعی[۷] است و افزایش درجه حرارت و واکنش درجه حرارت ، واکنش اکسیداسیون گوگرد را سریعتر می‌سازد (۱۵ و ۱۷).

۲ - تیمار کود آلی کمپوست (S_2 C_1) همانگونه که در شکل (۲) نشان داده شده است در تمام مراحل سبب افزایش معنی‌دار درصد ماده آلی خاک (در سطح ۱%) شده است این افزایش به دلیل وجود ۲۴% ماده آلی در ترکیب این کود است.

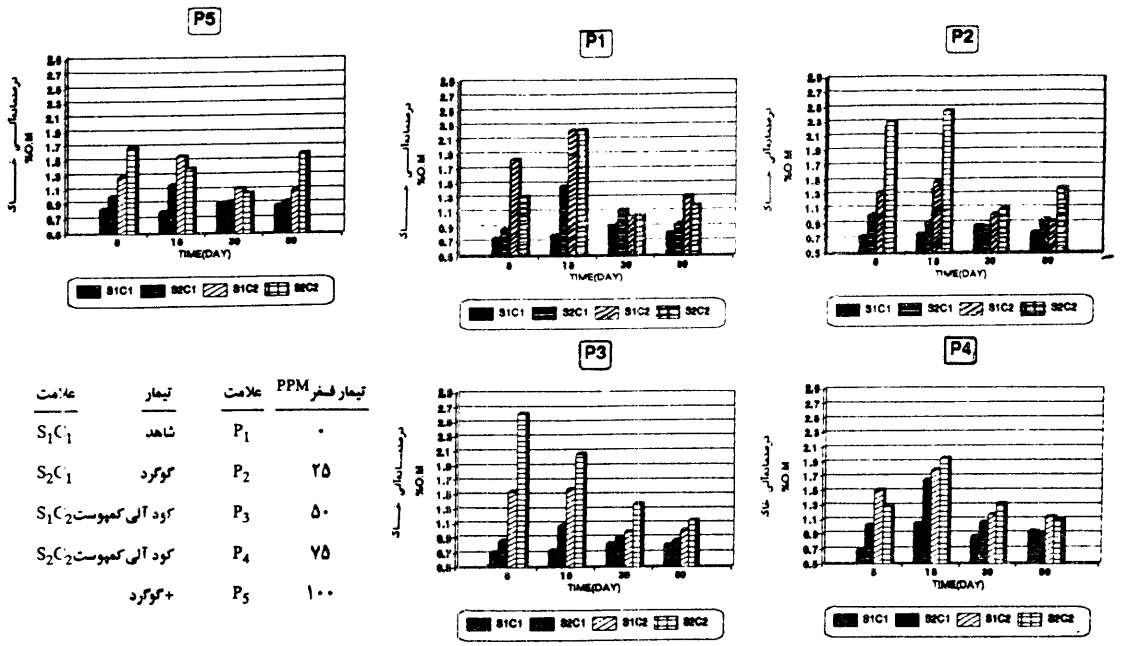
۳ - تیمار کود آلی کمپوست (S_1 C_2) سبب افزایش معنی‌دار میزان فسفر قابل جذب خاک شده که این افزایش (در سطح ۱%) معنی‌دار است شکل (۳). این بخاطر خصوصات ویژه مواد آلی در جلوگیری از تثبیت فسفر قابل جذب خاک است که نکات عمده آن در مقدمه یاد آوری شده است (۱ و ۲).

آثار مثبت تیمار گوگرد(S_2 C_1) بر میزان فسفر قابل جذب



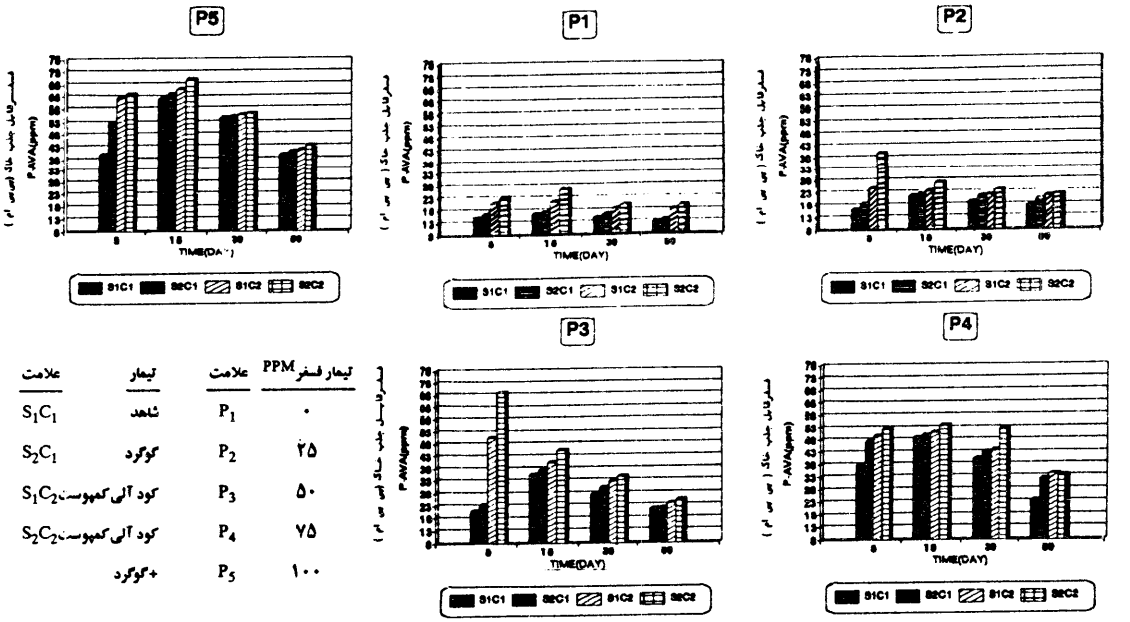
تیمارفسفر PPM	علامت	تیمار	علامت
۰	P_1	شاهد	S_1C_1
۲۵	P_2	گوگرد	S_2C_1
۵۰	P_3	کود آلی کمپوست	S_1C_2
۷۵	P_4	کود آلی کمپوست	S_2C_2
۱۰۰	P_5	+گوگرد	

شکل (۱) - اثر تیمارها بر پ هاش خاک



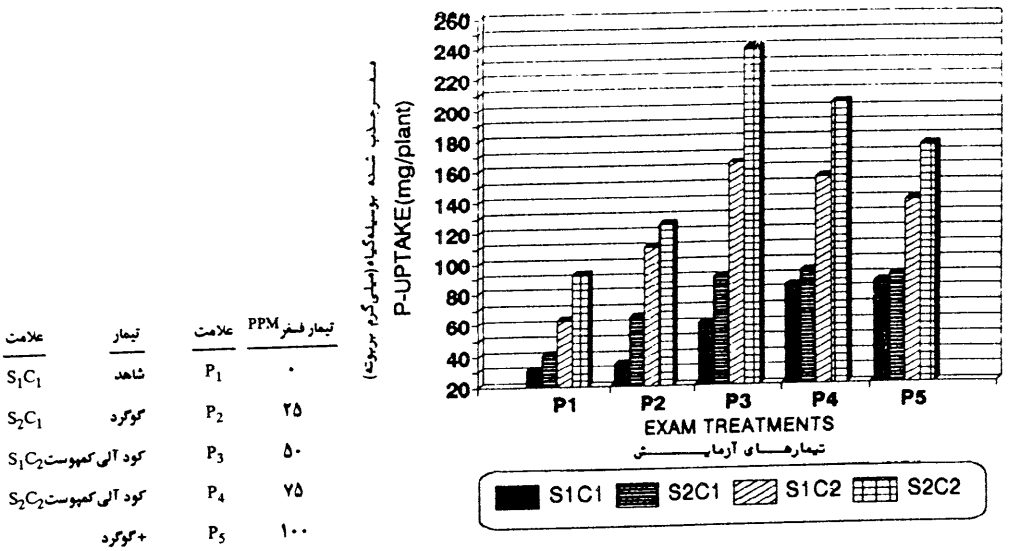
علامت	تیمار	علامت	تیمار فسفر PPM
S_1C_1	شاهد	P_1	۰
S_2C_1	گوگرد	P_2	۲۵
S_1C_2	کود آلی کمپوست	P_3	۵۰
S_2C_2	کود آلی کمپوست	P_4	۷۵
	+گوگرد	P_5	۱۰۰

شکل (۲) - اثر تیمارها بر درصد ماده آلی خاک



علامت	تیمار	علامت	تیمار فسفر PPM
S_1C_1	شاهد	P_1	۰
S_2C_1	گوگرد	P_2	۲۵
S_1C_2	کود آلی کمپوست	P_3	۵۰
S_2C_2	کود آلی کمپوست	P_4	۷۵
	+گوگرد	P_5	۱۰۰

شکل (۳) - اثر تیمارها بر میزان فسفر قابل جذب خاک



تیمار فسفر PPM	علامت	تیمار	علامت
۰	P_1	شاهد	S_1C_1
۲۵	P_2	گوگرد	S_2C_1
۵۰	P_3	کود آلی کمپوست	S_1C_2
۷۵	P_4	کود آلی کمپوست	S_2C_2
۱۰۰	P_5	+ گوگرد	

شکل (۴) - اثر تیمارها بر مقدار کل فسفر جذب شده به وسیله گیاه

خاک نیز در این شکل به خوبی نمایان است. دلیل این امر چنانکه گفته شد کاهش پ هاش خاک در نتیجه مصرف گوگرد است (۴ و ۱۴).

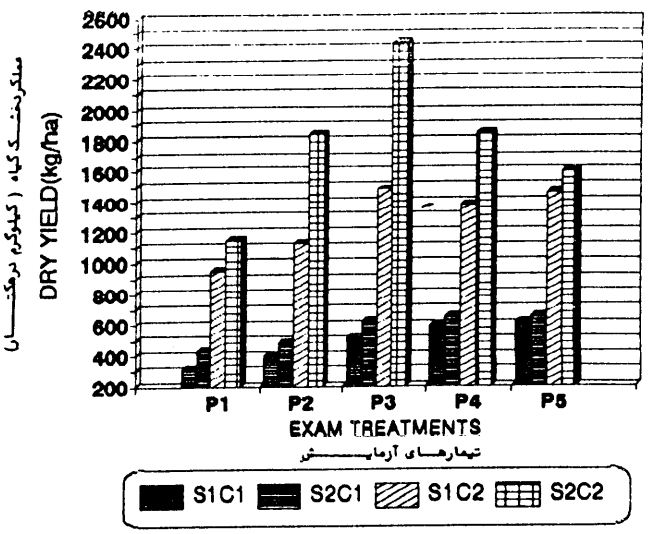
۴ - تیمار گوگرد (S_1 C_2) سبب افزایش معنی‌دار (در سطح ۱٪) میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه شده است که این افزایش در مقایسه با شاهد به خوبی نمایان است (شکل ۴).

۵ - در همین شکل تیمار کود آلی کمپوست (S_1 C_2) نیز سبب افزایش معنی دار (در شکل ۱٪) مقدار کل فسفر جذب شده به‌وسیله گیاه شده است.

۶ - اثر مشترک این دو تیمار (S_2 C_2) (شکل ۴) نیز سبب افزایش معنی‌دار (در سطح ۱٪) مقدار کل فسفر جذب شده به‌وسیله گیاه شده است. به طوری که بیشترین افزایش در مقدار کل فسفر جذب شده به وسیله گیاه در مقایسه با شاهد، به وسیله این تیمار ایجاد شده است، بویژه در P_3 که طبیعتاً کیفیت غذایی مطلوبتری را نیز برای محصول تأمین می‌کند.

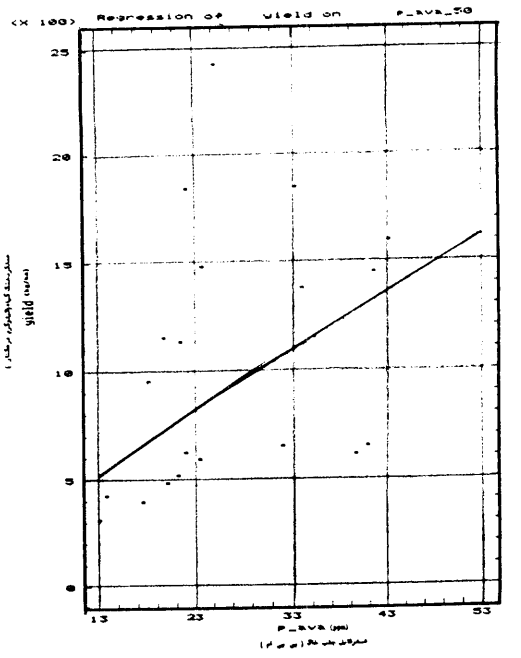
۷ - همان گونه که در شکل (۵) مشاهده می‌شود تیمارهای گوگرد، کمپوست و اثر متقابل[۸] آنها همگی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد خشک گیاه نسبت به نمونه شاهد (در سطح ۱٪) شده‌اند دلیل این امر افزایش مقدار فسفر جذب شده به وسیله گیاه در نتیجه کاربرد تیمارهای مذکور است. پس زمانی که براساس مشاهده در این شکل، اثر مشترک نسبت به شاهد، محصول را در این آزمایش کوتاه مدت، از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (P_3) به ۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، می‌رساند، می‌توان با اطمینان گفت که، با همه اشتباهات ممکنه، این تیمارها در ازدیاد محصول اثر مثبت دارند.

۸ - از دیگر نتایج به دست آمده در این تحقیق وجود ارتباط توانی معنی دار (در سطح ۵٪) بین فسفر قابل جذب خاک و عملکرد خشک گیاه است. نمودار این رابطه به همراه معادله و ضریب همبستگی[۹] آن در شکل (۶) نشان داده شده است. این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش فسفر قابل جذب خاک، میزان عملکرد خشک گیاه به‌طور توانی افزایش می‌یابد. از آنجایی که گوگرد، کمپوست و آثار متقابل آنها سبب افزایش عملکرد



تیمار فسفر PPM	علامت	تیمار	علامت
۰	P_1	شاهد	S_1C_1
۲۵	P_2	کوگرد	S_2C_1
۵۰	P_3	کود آلی کمپوست	S_1C_2
۷۵	P_4	کود آلی کمپوست	S_2C_2
۱۰۰	P_5	+کوگرد	

شکل (۵) - اثر تیمارها بر عملکرد خشک گیاه



$Y=۱۳٦۸۹/٤X^{۰/۸۱۹۲۰۴}$

ضریب همبستگی (c.c)[1] =۰/٤۹

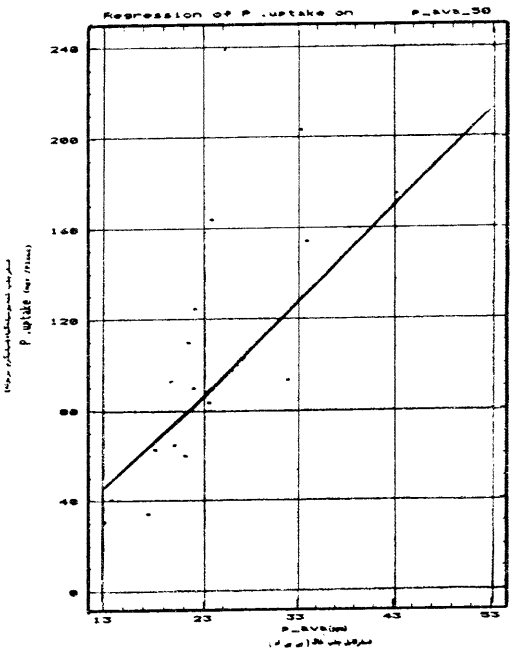
R-squared = ٪۲۳/۷۰

F-Ratio= ٥/٥٨*۲

1 - Correlation coefficient

۲ - *: در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

شکل (۶) - رابطه بین میزان فسفر قابل جذب خاک و عملکرد خشک گیاه



$Y = ۱۰/۱۴۳ X^{۱/۰۹۶۴۸}$

ضریب همبستگی $(c.c)^{۱} = ۰/۶۹$

R-squared = ٪۴۶/۸۵

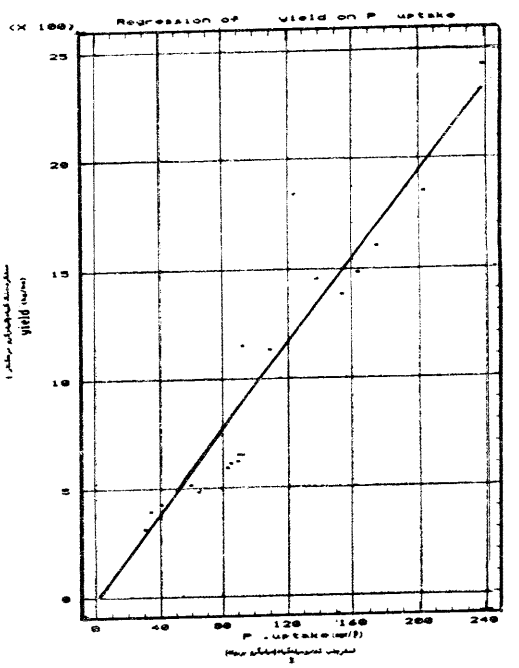
F-Ratio = $۱۵/۸۶^{**}$ ۲

شکل (۷) - رابطهٔ بین میزان فسفر قابل جذب خاک و مقدار کل فسفر جذب شده بوسیله گیاه

1 - Correlation coefficeent

۲ - **: در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

شکل (۷) - رابطهٔ بین میزان فسفر قابل جذب خاک و مقدار کل فسفر جذب شده به وسیله گیاه



$Y = -۱۵/۲۰۴۹ + ۹/۷۵۱۰۲X$

ضریب همبستگی $(c.c)^{۱} = ۰/۹۲۷$

R-squared = ٪۸۵/۹۴

F-Ratio= ۱۱۰^{**} ۲

شکل (۸) رابطهٔ بین مقدار کل فسفر جذب شده بوسیله گیاه و عملکرد خشک گیاه

1 - Correlation coefficeot

۲ - **: در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

شکل (۸) - رابطهٔ بین میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه و عملکرد خشک گیاه

خشک در سطح ۱٪ می‌شوند و هم فسفر قابل جذب خاک را در سطح ۱٪ بالا می‌برند دور از انتظار نیست که چنین رابطه‌ای وجود داشته باشد.

۹ - از طرفی بین فسفر قابل جذب خاک و میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه یک ارتباط توانی معنی‌دار (در سطح ۱٪) وجود دارد. نمودار این رابطه به همراه معادله و ضریب همبستگی آن ذیل شکل (۷) ارائه شده است. این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش فسفر قابل جذب خاک، میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه به طور توانی افزایش می‌یابد. چون هم کمپوست و هم گوگرد سبب افزایش فسفر قابل جذب خاک می‌شوند و همین دو تیمار، کل فسفر جذب شده به وسیله گیاه را بالا می‌برند، رابطه به دست آمده بین آنان نیز قابل تحقق است.

۱۰ - از دیگر روابط به دست آمده در این تحقیق، ارتباط خطی معنی‌دار (در سطح ۱٪) بین میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه و عملکرد خشک گیاه است. این رابطه در نمودار شکل (۸) همراه با ضریب همبستگی و معادله نشان داده که ضریب همبستگی رابطه فوق ۰/۹۲ است.

نتیجه‌گیری:

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که مصرف توام و همزمان کود آلی کمپوست و گوگرد می‌تواند سبب افزایش مقدار فسفر قابل جذب خاکهای آهکی شده میزان تثبیت فسفر قابل جذب را به‌وسیله کانیهای خاک کاهش دهد. بدین ترتیب با مصرف تیمار فوق میزان فسفر جذب شده به وسیله گیاه افزایش یافته در مجموع عملکرد خشک گیاه بیشتر خواهد شد. چنانچه در شکل (۵) مشاهده می‌شود، بالاترین رقم عملکرد خشک مربوط به تیمار S_2 C_2 P_3 است که به عنوان سطح بهینه مصرف این سه نوع کود پیشنهاد می‌شود.

یادداشتها:

1 - Compost.

2 - Availability of phosphorus.

3 - Calcareous soils.

4 - Correlation coefficient.

5 - Multiplictive.

6 - Spilt, spilt plats.

7 - Field - Capasity.

8 - Interaction.

9 - Correlation.

منابع:

۱ - اشراقی، ایرج، ۱۳۵۵. تهیه و مصرف کود کمپوست در کشاورزی، نشریه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات کشاورزی، نشریه شماره ۱۴.

۲ - تاتارو، الیشا، ۱۳۷۶. تولید کمپوست از زباله‌های شهری و روستایی و کاربرد آن در کشاورزی، نشریه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات کشاورزی، نشریه شماره ۷۴۸.

۳ - سالاردینی، علی اکبر، ۱۳۶۲. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۷۳۹.

۴ - سنگابی، اسد و فرشید، شهناز، ۱۳۵۰. تأثیر مقادیر مختلف گوگرد و اثر باقیمانده آن در میزان جذب فسفر توسط گندم و ذرت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۵ - منگل، کنراد، ارنست کرکبی، ۱۳۶۲. اصول تغذیه گیاه، جلد اول، ترجمه علی اکبر سالاردینی، مسعود مجتهدی، انتشارات دانشگاه تهران.

6 - Chen, Y. Y., Avrimelech. 1986. The role of organic matter in modern agriculture, Marninas Nighoff, Dordecht.

7 - Elias - Azar, Kh. and laag. A. E. 1980. Bicarbonate extractable Phosphorus in fresh and composted manures. Soil. Sci., Soc. of Amercan. J. (44) 2.

8 - Kalbasi, M., Filsoof, F. and Rezai - Nejad. Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum, and soyabean. J. plant Nutr. II: 1353 - 1360.

9 - Khan, M. I., Ibrahim M. and rashid. A. 1989.

Berseem (Trifolium Alexanderium var) Response to Sulfur application Agronomy - abstrac. 411 - 34261.

10 - Khaswheh, F. E, and Sample E. C. and Kamprath, E. J. 1980. The Role of phosphorus in Agriculture. Madison, Wi, ASA. CSSA. SSSA.

11 - Lindsay, W. L., and Moreno. E. C. 1960. phosphate equilibria in soil. Soil. sci. Soc. Amer. proc. 24: 177-182.

12 - Mahler. R. J., and Maples. R. L. 1987. Effect of sulfur addition on soil and the nutrition of wheat. Soil Sci. plant. Anal: 635 - 673.

13 - Miller, R. H., and Keeny. D. r. 1982. Methodes of Soil Analysis Madison, Wi, ASA, SSSA.

14 - Miller, J. R. 1965. Effect of Sulfur and Gypsum addition on availability of rock phosphate. Soil Sci. 82: 129 - 134.

15 - Moser, U. S., and olsen. R. V. 1966. Sulfur oxidation in soil influenced by moisture tension and bacteria. Soil Sci. 76: 251 - 257.

16 - Niagada. N. M. 1962. Effect of mixing rock Phosphate with mellen sulfur on Phosphorus availability. PH. D. Thesis University of Wisconsin.

17 - Nor, Y. M., and Tabatabai. M. A. 1977. Oxidation elemental of sulfur addition on soil and the nutrition of wheat. Soil Sci. Plant, Anal. pp. 653-673.

18 - Olsen et al. 1983. Evaluation of fertilizer phosphate Residual Soil Sci. Am J. 47: 952 - 958.

19 - Penkin, C. F. 1977. Invention, relating to Phosphate and Sulfur. U. S. Patent. 193: 890.

20 - Schnitzer M. and Khan. S. U. (Ed) Soil organic matter. Elsevier scientific Publishing Co. New York.

21 - Thisdale, S. L. 1978. Soil Fertility and fertilizers: 290 - 295.

22 - Westfal and Havalin. 1984. Soil Test phosphorus and solubility relationships in callcareous soils. soil sci Soc Am. J. 48: 327 - 330.