



## تعیین شکل‌های معدنی فسفر خاک‌های زراعی در استان قزوین

مهرزاد مستشاری (محصص)

استادیار پژوهشی و رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین - قزوین، بلوار شهید بهشتی، پلاک 118

[mm\\_mohasses@yahoo.com](mailto:mm_mohasses@yahoo.com)

### چکیده

شکل‌های معدنی فسفر خاک اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی وضعیت فسفر، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در اختیار می‌گذارد به منظور چنین اطلاعاتی، فسفر کل و توزیع آن در شکل‌های مختلف در 20 نمونه خاک زراعی استان قزوین به روش عصاره‌گیری متوالی تعیین شد. دامنه تغییرات فسفر کل خاک‌ها، دی‌کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات، آپاتیت، فسفات پیوند شده با آلومینیوم، فسفات پیوند شده با آهن و فسفات محبوس شده تعیین گردید. ترتیب فراوانی فسفر معدنی این چنین مشخص شد: آپاتیت < اکتا کلسیم فسفات < فسفات آلومینیوم < فسفات آهن < فسفر محبوس شده < دی کلسیم فسفات.

کلمات کلیدی: خاک‌های آهکی، شکل‌های معدنی فسفر، قزوین

### مقدمه

شکل‌های مختلف فسفر حلالیت‌های متفاوتی دارند و بین این شکل‌ها و شکل قابل جذب فسفر همبستگی‌های معنی‌داری گزارش شده است (سمریت و همکاران، 2002)، لذا تعیین فراوانی و توزیع آنها ممکن است ما را با قابلیت‌های گیاهان در استفاده از فسفر خاک و مدیریت در توصیه‌های کود فسفر آشنا کند. در برخی از خاک‌های مزارع کشور مقادیر زیادی کودهای فسفره در دهه‌های گذشته مصرف شده که منجر به تجمع فسفر در این خاک‌ها گردیده است، لذا این تجمع می‌تواند سبب آلودگی محیط زیست و همچنین عدم تعادل عناصر غذایی در خاک گردد. بنابر این اطلاع از وضعیت، شکل‌های فسفر و تغییرات آنها در خاک‌های آهکی اهمیت ویژه‌ای دارد. صمدی و جیلکز (1998) روش جیانگ و گو (1989) را برای خاک‌های آهکی و دارای pH بالاتر از 8 مورد استفاده قرار دادند و دریافته‌اند که فراوانی شکل‌های فسفر معدنی در خاک‌های غیر زراعی که کود دریافت نکرده‌اند بصورت زیر می‌باشد:

اکتا کلسیم فسفات > آپاتیت = دی کلسیم فسفات > فسفات‌های آهن > فسفات‌های محبوس > فسفات‌های آلومینیوم  
اما در خاک‌های کود داده شده، این فراوانی بصورت زیر تغییر کرد:

فسفات‌های محبوس > فسفات‌های آهن > آپاتیت > دی کلسیم فسفات > اکتا کلسیم فسفات > فسفات‌های آلومینیوم  
منظور از فسفات‌های محبوس، فسفات‌های آهن و آلومینیومی هستند که در داخل اکسیدهای این فلزات قرار گرفته‌اند. دهقانی و همکاران (1382) شکل‌های مختلف فسفر معدنی پنج نمونه از خاک‌های منطقه اصفهان را بررسی نمودند، از میان اجزای مختلف فسفر معدنی آپاتیت با متوسط 38 درصد بیشترین بخش فسفر معدنی را تشکیل داد و بعد از آن به ترتیب اکتا کلسیم فسفات با 21 درصد، فسفات‌های آلومینیوم با 14 درصد، فسفات‌های محبوس در اکسیدهای آهن با 11 درصد، فسفات‌های آهن با 11 درصد و دی کلسیم فسفات با 1/9 درصد قرار داشتند. محمود سلطانی و صمدی (1382) در بررسی شکل‌های مختلف فسفر معدنی برخی خاک‌های آهکی استان فارس گزارش دادند که در خاک‌های مورد مطالعه فسفر معدنی 73 درصد و فسفر آلی 27 درصد از فسفر کل را شامل می‌شد، میزان فسفر



کل در خاک های بافت سبک با میانگین 482 میلی گرم در کیلوگرم کمتر از خاکهای بافت سنگین با میانگین 690 میلی گرم در کیلوگرم بود .

### مواد و روشها

ابتدا 20 نمونه از خاکهای زراعی استان قزوین انتخاب شدند، نمونه برداری بصورت مرکب از عمق 0-30 سانتی متری انجام گرفت و پس از آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی خاکهای مذکور شکلهای مختلف معدنی فسفر که شامل دی کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات، فسفات آلومینیوم ، فسفات آهن، فسفر محبوس در اکسیدهای آهن ، آپاتیت به روش عصاره گیری دنباله ای (جیانگ وگو، 1989) اندازه گیری شد.

### نتایج و بحث

توزیع شکلهای فسفر در جدول 1 نشان داده شده است . میزان فسفر کل در این نمونه ها دامنه وسیعی داشت . تغییرات فسفر کل خاکها در دامنه 700 تا 1040 با میانگین 845 میلی گرم در کیلوگرم خاک بود ، خاک شماره 3 بیشترین و خاک شماره 18 کمترین مقدار را به خود اختصاص داد . دامنه تغییرات دی کلسیم فسفات 1/6 تا 42 با میانگین 9/2 میلی گرم در کیلوگرم بود که 1/4 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 1/1 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد. بیشترین مقدار دی کلسیم فسفات در خاک شماره 19 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 13 وجود داشت . دامنه تغییرات اکتاکلسیم فسفات 72 تا 314 با میانگین 174 میلی گرم در کیلوگرم بود که 27 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 20/6 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . بیشترین مقدار اکتاکلسیم فسفات در خاک شماره 10 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 7 وجود داشت . دامنه تغییرات آپاتیت 262 تا 697 با میانگین 381 میلی گرم در کیلوگرم بود که 60 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 45/1 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . بیشترین مقدار آپاتیت در خاک شماره 17 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 5 وجود داشت . دامنه تغییرات فسفات پیوند شده با آلومینیوم 15 تا 55 با میانگین 33 میلی گرم در کیلوگرم بود که 5/1 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 3/9 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . بیشترین مقدار فسفات پیوند شده با آلومینیوم در خاک شماره 4 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 13 وجود داشت. دامنه تغییرات فسفات پیوند شده با آهن 8/4 تا 35 با میانگین 21 میلی گرم در کیلوگرم بود که 3/3 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 2/5 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . بیشترین مقدار فسفات پیوند شده با آهن در خاک شماره 5 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 14 وجود داشت .

دامنه تغییرات فسفر محبوس شده در درون اکسیدهای آهن نیز متفاوت بود . دامنه تغییرات این بخش 5/9 تا 33 با میانگین 20 میلی گرم بر کیلوگرم بود که 3/1 درصد از مجموع شکلهای فسفر معدنی و 2/4 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . کمترین میزان فسفر حبس شده در درون اکسیدهای آهن مربوط به خاک شماره 14 و بیشترین آن در خاک شماره 19 وجود داشت .

در بخش دیگر این تحقیق فسفر متمه<sup>1</sup> که از کم کردن اجزای مختلف فسفر از فسفر کل بدست آمد ، تعیین شد . دامنه تغییرات این شکل از فسفر 16/1 تا 166/5 با میانگین 66/7 میلی گرم در کیلوگرم خاک بود که 7/9 درصد از فسفر کل را تشکیل می داد . بیشترین مقدار فسفر متمه در خاک شماره 2 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 17 وجود داشت .

<sup>1</sup> . Residual Phosphate



فسفر قابل جذب عصاره گیری شده به روش اولسن نیز دارای تغییرات وسیعی بود. دامنه تغییرات این شکل از فسفر 2/9 تا 42 با میانگین 8/8 میلی گرم در کیلوگرم بود. بیشترین مقدار آن در خاک شماره 19 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 13 وجود داشت. فسفر محلول نیز در دامنه تغییرات 0/47 تا 13 با میانگین 2/3 میلی گرم در کیلوگرم بود. بیشترین مقدار آن در خاک شماره 19 و کمترین مقدار آن در خاک شماره 8 وجود داشت.

کائو (1996) گزارش داد که مقدار فسفر کل بالا در یک منطقه احتمالاً به دلیل مصرف متفاوت کودهای فسفوره می باشد و همچنین به دلیل سرعت متفاوت تبدیل شکل های محلول به شکل های با حلالیت کمتر، مقادیر متفاوت شکلهای معدنی فسفر در خاک وجود دارد.

در این تحقیق فراوانی شکلهای معدنی فسفر به صورت زیر بدست آمد:

آپاتیت < اکتا کلسیم فسفات < فسفات آلومینیوم < فسفات آهن < فسفر محبوس شده < دی کلسیم فسفات

جدول 1- شکلهای معدنی فسفر خاکهای آهکی مورد بررسی

مشخصات	Ca <sub>10</sub> -P	O-P	Fe-P	Al-P	Ca <sub>8</sub> -P	Ca <sub>2</sub> -P	فسفر کل	فسفر اولسن	فسفر محلول	فسفر آلی	فسفر تخته
	mgkg <sup>-1</sup>										
1	597	22	23	41	187	6/2	970	5/3	2/5	72	22/5
2	569	16	16	39	171	8/2	1032	4/2	1/1	41	166/5
3	499	23	26	47	210	12	1040	12	3/9	63	160
4	336	31	28	55	215	4/7	950	5/2	2/1	195	85/2
5	262	31	35	41	209	12	870	10/7	2/7	181	99/1
6	344	19	20	19	111	5/5	708	5/1	1	135	54/7
7	329	13	15	22	72	8/1	718	6/2	0/91	223	36/5
8	293	15	16	28	185	5/2	790	5/1	0/47	112	135/6
9	322	15	18	48	231	7/1	838	7/9	1/5	164	42
10	284	26	28	39	314	9/6	1028	10/7	1/4	245	83
11	278	23	27	29	205	6/5	778	5/5	2/1	189	21/1
12	308	25	29	45	249	14/4	840	16	3/2	152	18/6
13	517	11	14	15	113	1/6	900	2/9	0/65	86	143/1
14	315	5/9	8/4	18	153	5/3	720	6/5	0/65	165	50
15	319	13	15/7	21	149	3	723	4/2	0/49	172	30/1
16	370	16	15/2	17	96	3	730	3/5	1/6	159	54/1
17	697	14	15/3	34	212	9/2	1018	8/8	3/4	19	16/1
18	311	25	27	35	118	6/3	700	6/7	2/3	112	64/7
19	330	33	34	46	171	42	855	42	13	173	25/3
20	359	13	15	18	103	6/8	702/5	7/2	0/78	163	24/8
میانگین	381	20	21	33	174	9/2	845	8/8	2/3	141/1	66/7
حداقل	262	5/9	8/4	15	72	1/6	700	2/9	0/47	19	16/1
حداکثر	697	33	35	55	314	42	1040	42	13	245	166/5

Ca<sub>10</sub>-P آپاتیت، Al-P فسفات آلومینیوم، O-P فسفر محبوس شده، Fe-P فسفات آهن، Ca<sub>8</sub>-P اکتا کلسیم فسفات، Ca<sub>2</sub>-P دی کلسیم فسفات



### منابع

- 1-دهقانی ر، شریعتمداری ح و خادمی ح ، 1382. اشکال مختلف فسفر معدنی خاک و تغییرات آنها در دو ردیف اراضی در منطقه اصفهان. صفحه های 601 تا 604. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک. ایران. تهران.
- 2-سمواتی م و حسین پور ع. 1385. اجزای مختلف فسفر معدنی در برخی از خاکهای استان همدان و ارتباط آنها با فسفر قابل جذب خاک. مجله علوم خاک و آب ، جلد 20، شماره 2، صفحه 234 تا 248.
- 3-محمود سلطانی ش و صمدی ع، 1382. شکل های مختلف فسفر در برخی خاک های آهنکی استان فارس و رابطه آنها با ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم. شماره سوم. صفحه های 119 تا 127.
- 4-Jiang B. and Y. Gu,. 1989. A suggested fractionation scheme of inorganic phosphorus in calcareous soils .Pp. 159-165. Fertilizer Res.
- 6-Kuo, S, 1996. Phosphorus. In"Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods". (Ed. D. L. Sparks) Pp. 551-574. Soil Science Society of America: Madison, WI.
- 7-Samadi, A. and R. J. Gilkes, 1998. Forms of phosphorus in virgin and fertilized calcareous soils of western Australia. Pp. 585-601. Austral. J. Soil Res.
- 8-Samrit, P. C. Jongruk, S. Charier, and T. Nipon, 2002. Changes of some chemical properties, inorganic phosphate fractions and available P in some paddy Soils in Thailand. Pp. 14-21. 17<sup>th</sup> WCSS, Aug., Bangkok, Thailand.