

وضعیت سولفور در خاک و گیاه و عملکرد گیاه نسبت به شرایط سولفور در خاک

شاهین شاهسونی، جی. کیت. سایزر، ای. جی. ایوانز و محمد اردلان

به ترتیب استادیار دانشگاه صنعتی شاهرود، پروفیسور دانشگاه فیت سانولوک تایلند، پروفیسور دانشگاه نیوکاسل انگلستان و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

مقدمه

سولفور (S) اغلب بعنوان چهارمین عنصر اصلی تغذیه گیاه بشمار می آید (سایزر و همکاران ۱۹۸۷، مک گرات و زائو ۱۹۹۶). سولفور برای تغذیه گیاه ضروری می باشد و تأثیر زیادی روی کیفیت و کمیت محصول دارد (ویدرز و همکاران ۱۹۹۷). در گذشته در بیشتر کشورهای جهان سولفور از طریق هوا، خاک و کودهای شیمیایی برای تغذیه گیاهی کافی بود (سایزر و همکاران ۱۹۸۷). ولی در سالهای اخیر بعلت کم شدن سولفور در هوا و همچنین کودهای شیمیایی گیاهان با کمبود سولفور روبرو شده اند.

مواد و روشها

در این بررسی ۱۲۰ نمونه مرکب خاک از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری نواحی عمده کشاورزی استانهای گلستان و خراسان تهیه شده که ۶۰ نمونه مربوط به استان گلستان و ۶۰ نمونه مربوط به شمال استان خراسان بود و از این نمونه ها ۳۰ نمونه مربوط به اراضی آبی و ۳۰ نمونه مربوط به اراضی دیم در هر استان بود (خشک شدن در هوا، کوبیده شدن و عبور دادن از الک ۲ میلیمتری) بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها با روشهای استاندارد (۱۶-۱۱-۱۰-۳) اندازه گیری شد و نتایج بدست آمده در جدول ۱ نشان داده شده است. سولفور قابل استفاده هر نمونه خاک با سه عصاره گیر طبق روشهای مشخص شده عصاره گیری گردید: $0.01M CaCl_2 + 0.01M Ca(H_2PO_4)_2$ - آب مقطر ۳ - $0.01M Ca(H_2PO_4)_2$. غلظت سولفور عصاره گیری شده توسط هر عصاره گیر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر با استفاده از روش معصومی و کرنفیلد ۱۹۶۳ صورت پذیرفت. سولفور کل در خاک از روش باتروچنی (۱۹۵۹) صورت پذیرفت و سولفور کل در گیاه از طریق روش زائو و همکاران (۱۹۹۴) اندازه گیری شد. همزمان با نمونه برداری از خاک از گندم در سطح مزارع منتخب زارعین در مرحله GS:65 (زدکس و همکاران ۱۹۷۴) دو تا سه برگ از برگ پرچم و برگ زیر پرچم بصورت تصادفی جهت اندازه گیری سولفور در گیاه نمونه برداری شد. در هنگام برداشت محصول نیز از مزارع انتخاب شده در استانهای گلستان و خراسان به اندازه ۰/۳۷۵ مترمربع در چهار تکرار کواترات از محصول زیرکشت برداشت شد و مقدار سولفور در دانه و ساقه از طریق کدورت سنجی اندازه گیری شد (معصومی و کرنفیلد ۱۹۶۳).

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

محل	رس (%)	کربن آلی (%)	pH (گل اشباع)	Ec ((milisemens)	سولفور کل $mg\ kg^{-1}$	سولفور قابل دسترس $mg\ kg^{-1}$	سولفور دربرگ GS:65
GPI	۲۳	۱۰۶	۷/۶	۰/۲۷	۲۷۸	۴/۰	۰/۲۸
GPUI	۲۵	۱۰۳	۸/۲	۰/۳۱	۳۱۱	۴/۶	۰/۳۱
KPI	۲۱	۸۰/	۸/۲	۰/۴۲	۲۵۲	۶/۴	۰/۳۲
KPUI	۲۰	۵۳/	۸/۴	۰/۳۰	۲۷۸	۵/۵	۰/۲۳

GPI = مزارع آبی در استان گلستان، GPUI = مزارع دیم در استان گلستان
KPI = مزارع آبی در استان خراسان، KPUI = مزارع دیم در استان خراسان

نتایج و بحث

غلظت سولفور در عصاره خاک بستگی به نوع خاک، عمق و روش عصاره گیری داشت. محلول عصاره گیر فسفات کلسیم بیشترین و کلروکلسیم کمترین مقدار سولفور را استخراج نمودند. بطور کلی توانایی عصاره گیرهای بکار رفته در استخراج سولفور از خاکهای مورد مطالعه به ترتیب زیر می باشد: کلروکلسیم > آب > فسفات کلسیم

جدول (۲) ضرایب همبستگی بین عصاره گیرهای مختلف با مقدار عملکرد دانه و جذب سولفور توسط دانه از خاکها از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتر خاکهای استان گلستان نشان می دهد که بیشترین همبستگی با کلروکلسیم وجود داشت.

جدول ۲ - ضرایب همبستگی بین سولفور استخراج شده توسط روشهای مختلف عصاره گیری و عملکرد و جذب سولفور توسط دانه در استان گلستان

دیم		آبی		دیم		آبی		روش عصاره گیری
جذب سولفور توسط دانه		جذب سولفور توسط دانه		عملکرد دانه		عملکرد دانه		
Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	
۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	
۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۶۵**	۰/۵۷**	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۵۷**	کلور کلسیم (mg kg ⁻¹)
۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۶۳**	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۶۰**	۰/۴۴	۰/۴۷	آب مقطر (mg kg ⁻¹)
۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۴	فسفات کلسیم (mg kg ⁻¹)

*، ** = به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

در استان خراسان مقدار سولفور عصاره گیری شده توسط سه روش مختلف، سولفور عصاره گیری شده توسط کلور کلسیم از خاکهای جمع آوری شده از عمق ۰ - ۳۰ سانتی متر مزارع آبی بیشترین ضرایب همبستگی را در سطح یک درصد ($R^2=67^{**}$) با عملکرد دانه گندم نشان می دهد، ولی بالاترین ضریب همبستگی بین مقدار سولفور عصاره گیری شده توسط کلور کلسیم با خاکهای از عمق ۰ - ۶۰ سانتی متر از اراضی دیم با ضریب همبستگی $R^2=۰/۴۹$ بود (جدول ۳).

جدول ۳ - ضرایب همبستگی بین سولفور استخراج شده توسط روشهای مختلف عصاره گیری و عملکرد و جذب سولفور توسط دانه گندم در استان خراسان

دیم		آبی		دیم		آبی		روش عصاره گیری
جذب سولفور توسط دانه		جذب سولفور توسط دانه		عملکرد دانه		عملکرد دانه		
Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	
۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	
۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۵۵*	۰/۵۹*	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۶۹**	کلور کلسیم (mg kg ⁻¹)
۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲**	۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۴۶	آب مقطر (mg kg ⁻¹)
۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۵۵*	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۲۷	فسفات کلسیم (mg kg ⁻¹)

*، ** = به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

نتایج این آزمایش نشان می دهد که مزارعی که خاک آنها دارای سولفور بیشتر بودند ، تولید محصول دانه و ساقه بیشتری نیز داشتند و این در مورد هر دو سیستم زراعی (آبی و دیم) در هر دو استان صادق بود . ضرایب همبستگی بین روشهای عصاره گیری (کلرورکلسیم ، آب و فسفات کلسیم) و تولید محصول و مقدار جذب سولفور توسط گیاه نشان داد که کلرورکلسیم در اکثر موارد ضریب همبستگی بهتری نسبت به دو عصاره گیر دیگر با موارد ذکرشده بالا در سطح پنج درصد و یک درصد نشان داد . مقدار سولفور کل بدست آمده در خاکهای اعماق مختلف کاملاً با نتایج بدست آمده توسط دیگر متخصصان در توافق بود (ویلیامز و استینبرگ ۱۹۶۲ ؛ مک گیل و کول ۱۹۸۱) و نشان داد که قسمت اعظم سولفور به شکل آلی و نامحلول در آب وجود دارد و همچنین به خاطر مقدار بیشتر مواد آلی در لایه سطحی خاک (۳۰ سانتی متر) و همچنین اضافه شدن بقایای گیاهی و فعالیت بیشتر میکروارگانیسمی مقدار سولفور کل در خاکهای سطحی در اکثر موارد بیشتر از خاک تحت الارض بود و این با نتایج دیگر محققان نیز در توافق است (وو و همکاران ۱۹۹۴ ؛ اریکسون ۱۹۹۷ ؛ اریکسون و مورتسن ۱۹۹۹) . مقدار سولفور کل در اراضی آبی استان گلستان بیشتر از اراضی آبی استان خراسان بود و این ممکن است بخاطر دو آب و هوای متفاوت در دو استان و همچنین بالاتر بودن مواد آلی خاک در استان گلستان باشد . در بین سه عصاره گیر فسفات کلسیم بعلت اینکه هر دو فرم از سولفات محلول و سولفات تبادلی را عصاره گیری می کند ، مقدار سولفات بیشتری را عصاره گیری می کند و کلرورکلسیم به لحاظ عصاره گیری سولفات محلول ، کمترین سولفات را در عصاره نشان می دهد و بعلت بالا بودن P h این خاکها آب و فسفات کلسیم هر دو تقریباً به یک اندازه سولفات را از خاک عصاره گیری می نمایند (کرتین و سایر ۱۹۹۰) . مقدار سولفور برگ در مرحله GS:65 در این مطالعه قابل مقایسه با گزارشات دیگر محققان نظیر راسموسن و همکاران (۱۹۷۵) تیواری (۱۹۹۵) و ايسون و همکاران (۱۹۹) بود . نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار زیادی از اراضی زراعی شمال و شمالشرق کشور از نظر مقدار سولفور پایین می باشد و کمبود سولفور برای گیاهان زراعی که نیاز به سولفور زیادی دارند مانند گیاه کلزا می تواند یکی از عوامل محدود کننده عملکرد دانه در گندم و روغن در کلزا باشد . نتایج این آزمایش همچنین نشان می دهد که اراضی زراعی ، آبی و دیم در استان گلستان بیشتر با کمبود سولفور در مقایسه با اراضی آبی و دیم در استان خراسان می باشند .

منابع مورد استفاده

- 1- Butters, B. and E. M. Chenery. (1959). Total sulphur 1: By oxidation with magnesium nitrate. Analyst. 84: 239.
- 2- Curtin, D., and J. K. Syers. (1990). Extractability and adsorption of sulphate in soils. Journal of Soil Science 40: 305-312.
- 3- Day, P. R. (1965). Particle fractionation and particle size analysis. Part, , In C. A. Black, ed. Agronomy. pp 1379-1396.
- 4- Ensminger, L. E. (1954). Some factors affecting the adsorption of sulphate by Alabama soils. Soil Science Society of America Proceedings 18: 259-264.
- 5- Eriksen, J. (1997). Sulphur cycling in Danish agricultural soils. Turn over in organic S fractions. Soil Biol. Biochem. 29: 1371-1377.
- 6- Eriksen, J., and J. V. Mortensen. (1999). Soil sulphur status following long term annual application of animal manure and mineral fertilizers. Biol. Fert. Soils 28: 416-421.
- 7- McGill, W. B., and C. V. Cole. (1981). Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. Geoderma 26: 267-286.
- 8- McGrath, S. P., and F. J. Zhao (1996). Sulphur uptake yield responses and the interaction between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science 126: 53-62.
- 9- Massoumi, A., and A. H. Cornfield. (1963). A rapid method for determining sulphate in water extracts of soils. Analyst, London 88: 321-322.
- 10- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanable, and L. A. Dean. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. pp 939.
- 11- Piper, C. S. (1966). Soil and plant analysis. Hans publishers, Bombay. pp 6-8.

- 12- Robson, A. D., L. D. Osborne, K. Snowball, and W. J. Simmons. (1995). Assessing sulphur status in lupins and wheat. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35: 97-86.
- 13- Subbiah, B. V., and G. L. Asija. (1956). A rapid procedure for the determination of available nitrogen in soils. *Current Science* 25: 259-61.
- 14- Syers, J. K., Skinner, R. J. and Curtin, D. (1987) Soil fertilizer sulphur in U.K. agriculture. *Proceeding of the Fertilizer Society*, No. 264. London.
- 15- Tiwari, R. C. (1995). Soil sulphur status and crop responses to sulphur application in Eastern Uttar Pradesh. *Sulphur in Agriculture*. 19: 21-25.
- 16- Walkley, A. J., and I. A. Black. (1934). Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.
- 17- Williams, C. H., and A. Steinberg. (1962). The evaluation of plant-available sulphur in soils. *Plant Soil* 17: 279-294.
- 18- Withers, P. J. A., A. G. Chalmers, I. H. Hodgson, R. Kane, S. P. McGrath, F. J. Zhao, A. H. Sinclair, E. J. Evans, and P. E. Bilsborrow. (1997). Diagnosis and prediction of sulphur deficiency in winter wheat and barley. 142. *Home-Grown Cereals Authority*, London.
- 19- Wu, J., D. O. Donnell, A.G. Z. L. He, and J. K. Syers. (1994). Fumigation-extraction method for the measurement of soil microbial biomass-S. *Soil Biol. Biochem.* 26: 117-125.
- 20- Zhao, F. J., S. P. McGrath, and A. R. Crosland. (1994). Comparison of three wet digestion methods for the determination of plant sulphur by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 407-418.