بررسی اثر غرقاب بر میزان سولفات قابل دسترس در خاک‌ها

هانیه سپهوند [۱]، محمد فیضیان [۲]
۱-دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه لرستان، ۲- استادیار علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

چکیده
سولفور یکی از فراوانترین عناصر زمین است و تبدیلات آن اهمیت ژئوشیمیایی، پدولوژیکی، بیولوژیکی و اکولوژیکی بسیاری دارد. در خاکها و آبهای هوازی تبدیلات عمده آن شامل: اکسیداسیون سولفور، سولفیدها و سولفور آلی متصل به سولفاتها و احیای سولفات و همچنین وارد شدن سولفور به درون گیاه و بافتهای میکروبی می باشد. هدف این تحقیق بررسی شکلهای سولفات و تغییر آنها پس از یک مرحله غرقاب می باشد. سه نمونه خاک با کاربریهای متفاوت انتخاب شدند. همه خاکها از جمله خاکهای آهکی بودند. مقدار دو کیلوگرم از نمونه ها در سه تکرار درون گلدانها ریخته شدند و به مدت شش هفته به حالت غرقاب نگهداشته شدند. سپس مقدار سولفات قابل دسترس آنها به روش کدورت سنجی اندازه گیری شد. کاهش قابل توجه در مقدار سولفات خاکها پس از شش هفته غرقاب مشاهده شد.

واژه های کلیدی: سولفات، غرقاب، احیا، تبدیل

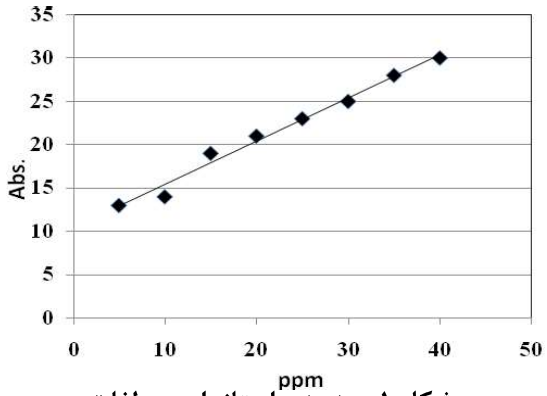
مقدمه
گوگرد به شکل سولفات از خاک و همچنین به شکل SO_2 جذب می‌شود. این عنصر در ساختار اسیدهای آمینه سیستئین ، متیونین و در نتیجه در ساختار پروتئینها شرکت می‌کند. گوگرد عنصر ساختاری چندین کوآنزیم و گروه پروستتیک است، مثل فردوکسین و ویتامین B. گوگرد در کانیهایی مانند پیریت و یا ژیپس وجود دارد. سولفاتها مانند نیتراتها ، پس از جذب در گیاه احیا می‌شوند. در احیای گوگرد ، ابتدا گوگرد بوسیله ATP فعال می‌گردد.
نقش گوگرد در گیاهان بطور عمده ساخت پروتیین , روغن و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است .نتایج آزمایشها نشان داده که اگر گوگرد به همراه مواد آلی و با کتریهای تیوباسیلوس با روش صحیحی جایگذاری شود و رطوبت نیز در حد مطلوب باشد میتواند در حد ۶۰ % عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش دهد.
برای تبدیل گوگرد به سولفات باید شرایط اکسیداسیون در خاک مهیا باشد. برای تبدیل گوگرد به سولفات مهیا کردن چهار شرط (رطوبت-مواد آلی- جایگذاری عمقی و میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد) الزامی است. از سوی دیگر چون خاکهای کشاورزی کشور آهکی و شور هستند و آب آبیاری نیز محتوی بی کربنات فراوان است, بنابراین در اولویت قرار دادن ساخت انواع کودهای سولفاتی مخصوصا اوره با پوشش گوگردی, سولفات آمونیوم, فسفات سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم که دارای خاصیت اسید زایی نیز هستند توسط شرکت ملی صنایع پتروشیمی و نیز بخش خصوصی الزامی است.
گوگرد از جمله عناصری است که وضعیت آن در شرایط غرقاب تغییر می کند. هنگامی مزارع برنج قبل از درو، زهکشی می شوند، پتانسیلهای اکسایشی-کاهشی در آنها افزایش می یابد. غلظتهای Fe^{2+} و Mn^{2+} کاهش می یابد و نیتروژن، گوگرد و کربن اکسیده می شوند. اگر این خاکها به حالت غرقابی درآیند، واکنشها معکوس می شوند. یک نوع دیگر قابل توجه از خاکهای غرقابی، خاکهای اسید سولفات هستند که دارای مقادیر قابل توجهی از سولفورهای آهن دو ظرفیتی هستند. اگر این خاکها زهکشی شوند، سولفیدها به اسید سولفوریک و یون اسیدی اکسید می شوند. در چنین وضعی قدرت اسیدی خاک به pH= ۲ یا کمتر تنزل می یابد که برای گیاهان کاملاً سمی است و در شرایط هوازی می‌توان آن را با اجرای یک برنامه جامع آبشویی و آهک دهی اصلاح کرد.
هدف از این تحقیق بررسی وضعیت یون سولفات و تغییر آن، پس از طی یک مرحله غرقاب، در چند نوع خاک مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها
سه نمونه خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متری) از سه منطقه دارای کاربری های متفاوت شامل خاک زراعی تحت کشت گندم (S_1)، خاک شالیزار (S_2) و خاک جنگلی (S_3)، انتخاب و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی‌متری، مقادیر pH آنها در گل اشباع به ترتیب، ۸/۷، ۵/۷و ۴/۷ به دست آمد.
از نمونه های خاک به مقدار دو کیلوگرم توزین و در گلدانهای پلاستیکی با سه تکرار ریخته شد. گلدانها تا مرحله اشباع آبیاری شدند و به مدت شش هفته به حالت اشباع در آزمایشگاه نگهداری شدند.
پس از پایان شش هفته، خاکهای قبل از اشباع و همچنین نمونه خاکهای پس از اشباع، برای تعیین مقدار سولفات موجود در آنها مورد آزمایش قرار گرفتند.

روش اندازه‌گیری سولفات:

در این تحقیق برای تعیین مقدار سولفات خاکها از روش کدورت سنجی استفاده شد. در این روش ابتدا عصاره خاک با اضافه کردن ۲۵ میلی لیتر محلول کلرید کلسیم ۱۵/۰ % و تکان دادن به مدت ۳۰ دقیقه و صاف کردن به دست آمد. سپس دو محلول NaCl-HCl(۶۰ گرم NaCl و ۵ میلی لیتر HCl غلیظ با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی رسانده شد) و گلیسرول-اتانول (با نسبت ۲:۱) تهیه شدند. از سولفات پتاسیم نیز برای تهیه استانداردهای سولفات مورد نیاز برای اندازه گیری سولفات استفاده شد. سپس مقدار دو میلی لیتر از عصاره خاک با پنج میلی لیتر NaCl-HCl و ده میلی لیتر محلول گلیسرول-اتانول در بالن ۲۵ میلی لیتر به حجم رسانده شد و در نهایت برای ایجاد کدورت در محلول، ۱۵/۰ گرم کلرید باریم اضافه شد و به مدت چند دقیقه تکان داده شد. میزان کدورت محلولها که بیانگر مقدار سولفات موجود در نمونه هاست، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد.

استانداردهایی با غلظتهای ۵ تا ۴۰ میلی گرم بر لیتر سولفات تهیه و در ابتدا در طول موج ۴۲۰ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند. سپس محلول‌های تهیه شده نیز در همان طول موج قرائت شدند. منحنی استاندارد به دست آمده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- منحنی استاندارد سولفات

نتایج و بحث

در این مطالعه مقدار سولفات سه نمونه خاک که هر سه از جمله خاکهای آهکی به شمار می روند، با کاربریهای متفاوت مورد بررسی قرار گرفت و مقدار یون سولفات با استفاده از روش کدورت سنجی به دست آمد. در جدول ۱ مقادیر قابل جذب سولفات در دو حالت قبل از اشباع و پس از اشباع، آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر سولفات قابل جذب، قبل و پس از اشباع در نمونه های خاک (ppm)

نمونه خاک	$SO_4^{=}$ (mg/l)	
	قبل از اشباع	پس از اشباع
S_1	۳/۱۴	۹/۱
S_2	۵/۱۰	۰۶/۰
S_3	۵۳/۲۵	۲۵/۱۲

نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین مقدار سولفات پیش از غرقاب و پس از غرقاب در خاک شالیزار موجود است. که این نتیجه می تواند به این دلیل باشد که خاک شالیزار به مدتهای طولانی تحت شرایط غرقاب بوده و مقدار سولفات محلول بیشتری تحت شرایط بیهوازی در آن تولید شده است.

همچنین کاهش قابل ملاحظه مقدار سولفات در خاکها، پس از شش هفته غرقاب، در مقادیر به دست آمده به وضوح نشان داده شده است. فرم پایدار سولفات در شرایط کاهشی، سولفید هیدروژن است که به سهولت محلول است و در شرایط غیر اسیدی به صورت HS^- در می آید. واکنش احیای سولفات به صورت زیر است:

$$\frac{1}{4}\text{`}CH_2O\text{'} + \frac{1}{8}SO_4^{2-} + \frac{1}{8}H^+ = \frac{1}{4}CO_2(g) + \frac{1}{8}HS^-$$

سینتیک سولفات قابل جذب در شرایط بیهوازی به خصوصیات خاک بستگی دارد. در خاکهای خنثی و قلیایی غلظتهای بیش از ۱۵۰۰ ppm سولفات ممکن است در طی شش هفته غرقاب به صفر کاهش پیدا کند. اگرچه مقادیر زیاد H_2S در خاکهای غرقاب، دریاچه ها و رودخانه ها تولید می شود، غلظت H_2S محلول در آب ممکن است بسیار کم باشد به طوری که از نظر شیمیایی قابل

تشخیص نباشد که دلیل آن این است که عمدتاً سولفیدها به صورت FeS رسوب می کنند. به همین دلیل محلول خاکهای غرقاب بـه ندرت محتوی بیش از ppm۱/۰ H_2S هستند (هاچینسون ۱۹۵۷ و IRRI ۱۹۶۵).

آلاخ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در شرایط غرقابی گوگرد در شکل متصل به مواد آلی افزایش نشان می‌دهد و در اشـکال سولفور-سولفات کاهش نشان می دهـد. آنهـا گـزارش کردنـد کـه در شـرایط غرقـابی، گـوگرد بیشـتر در بخـش آلـی وارد می‌شود. در خاکهای اسیدی، در شرایط غرقاب گزارش شده است که در ابتدا مقادیر سولفات به دلیل افزایش pH، افزایش مـی یابـد و پـس از آن در طول زمان سطوح سولفات کاهش می‌یابد (پونامپروما،۱۹۸۴).

منابع

Aulakh M.S., Wassmann R. and Rennenberg, H. ۲۰۰۱. Methane emission from rice fields: quantification, mechanisms, role of management, and mitigation options. Adv. Agron. ۷۰, ۱۹۳-۲۶۰.

Hutchinson G. E. ۱۹۵۷. "A Treatise on Limnology," Vol. ۱. Wiley, New York.

IRRI. ۱۹۶۵. Annu. Rep Int. Rice Re, Inst., Los Bafios, Philippines.

Ponnamperuma FN. ۱۹۸۴. Effects of flooding on soils. In : Kozlowski T, editor. ۵۱۰ Flooding and plant growth. New York : Academic Press, P: ۹-۴۵.

Abstract

Sulfur is one of the most abundant elements on earth, and its transformations are of great geochemical, pedological, biological, and ecological interest. In aerated soils and waters the main transformations are: the oxidation of elemental sulfur, sulfides, and organic sulfur compounds to sulfate, and the reduction of SO^{2-} and incorporation of sulfur into plant and microbial tissues. The aim of this study is evaluate the sulfate forms and its changes during one period of submergence. Three soil samples with different land use were selected. All the soils were of calcareous soils. The triplicate samples put into pots and kept in submergence condition for six weeks. Then the available amount of sulfate were measured with turbidometric procedure.The considerable decrease in the sulfate amount of soils after ۶ weeks of submergence has been observed.