دینامیک سلنیوم تحت تاثیر کود سلکات اولترا در گونه گیاهی فستوکا

کامران پروانک بروجنی[۱]، هادی چم حیدر[۲]

۱- استادیار خاک‌شناسی، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشکده کشاورزی،دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده :

گیاهان واسطه‌ای برای تامین سلنیوم مورد نیاز انسان و دام هستند، به همین دلیل قبل از کاربرد عنصر سلنیوم بررسی چگونگی واکنش‌های آن در خاک و عوامل مؤثر بر جذب اشکال مختلف این عنصر توسط گیاهان لازم به نظر می‌رسد. اگرچه علایم ناشی از کمبود سلنیوم به ندرت در انسان دیده می‌شود اما کمبود این عنصر سلامتی انسان و دام را تهدید می‌کند. گیاهان مختلف بسته به پتانسیل خود قادرند مقادیر متفاوتی از سلنیوم را در خود انباشته کنند. این پژوهش با هدف مطالعه تاثیر مصرف مقادیر مختلف کود سلکات اولترا و کوددامی در خاک بر غلظت سلنیوم در گیاه فستوکا انجام گردید. به این منظور از خاک سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد، نمونه برداری مرکب انجام شد. آزمایش بر اساس طرح فاکتوریل با دو سطح کوددامی (صفر و ۱۰۰ تن در هکتار)، پنج سطح کود سلنیومی (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ٤٠ گرم در هکتار)، گونه گیاهی فستوکا (*Festuca arundinacea schreb*) و در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار به صورت آزمایش گلدانی در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. گیاهان در ارتفاع cm ۲۰ در سه نوبت برداشت شدند. نمونه‌های گیاهی برداشت شده در آون خشک و میزان سلنیوم آن اندازه‌گیری شد. اثر سطوح کود سلنیوم (٤٠ مگاگرم در هکتار> ۲۰ مگاگرم در هکتار> ۱۰ مگاگرم در هکتار> ۵ مگاگرم در هکتار> شاهد) بر غلظت سلنیوم در گیاه در هر سه برداشت معنی‌دار بود، اما غلظت سلنیوم در برداشت‌های متوالی گیاه سیر نزولی و کود دامی (۱۰۰ مگاگرم در هکتار > شاهد) بر غلظت سلنیوم در گیاه اثر معنی‌داری را نشان داد. حضور کوددامی باعث کاهش غلظت سلنیوم در گیاه شده و در برداشت‌های متوالی گیاه سیر نزولی داشت. به طور کلی، کود سلنیومی بدون حضور کود دامی سبب افزایش غلظت سلنیوم در گیاه مورد بررسی شد.

کلمات کلیدی: سلکات اولترا, فستوکا، کوددامی، غلظت بهینه.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه :

مقدار سلنیوم خاک‌ها به طور عمومی انعکاس دهنده مقدار سلنیوم مواد مادری است, اگرچه در موارد خاصی نهاده‌های اتمسفری و از آن جدیدتر نهاده‌های انسان پدیدی می‌تواند ترکیب‌شان را تحت تاثیر قرار دهد. در محیط‌های طبیعی غلظت‌های زیاد سلنیوم در خاک‌ها مربوط به مواد آتشفشانی، سنگ معدن‌های سولفیدی، شیل‌های سیاه و ماسه سنگ‌های کربناتی است. شدت فرآیندهای هوازدگی و آب‌شویی این مواد مادری، ترکیب نهایی سلنیوم خاک‌های مربوطه را روشن می‌سازد. سلنیوم در طول هوازدگی به آسانی اکسیده شده و با افزایش درجه اکسایش تحرک بیش‌تری می‌یابد. به این ترتیب سلنیوم در محیط‌های قلیایی خشک به شکل سلنات به مقدار بیش‌تری وجود دارد (Adriano, 1986). در مناطق مرطوب سلنیت گونه غالب بوده و تحت این شرایط حلالیت کمتری دارد. مقدار سلنیوم موجود در بسیاری از خاک‌ها قابل اندازه‌گیری بوده اما بسیار متغیر است و از مقادیر کم (کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) تا مقادیر زیاد (۵۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) گسترش دارد (Swaine, 1988). سلنیوم در کشاورزی مصارف گوناگونی مانند استفاده در کنترل آفات داشته و نیز به عنوان یک مکمل غذایی برای دام‌هایی که در نواحی کمبود سلنیوم چرا می‌کنند به کار می‌رود. سلنیوم محلول در سولفید آمونیوم پتاسیم ($[K(NH_4)S]_5Se$) برای کنترل کرم‌ها و حشرات درختان پرتقال، انگور و گیاهان زینتی استفاده شده است (NRC, 1986). به خاطر مقاومتی که در بعضی از انواع کرم‌ها مشاهده گردید, استفاده ازآن کاهش یافت. هم‌چنین سلنیومی که به صورت محلول‌پاشی و یا اضافه نمودن به خاک برای افزایش غلظت آن در بافت‌های گیاهی استفاده می‌شده است، باعث بروز مسمومیت برای بعضی از حشرات گردیده است. بدون شک مهم‌ترین استفاده کشاورزی سلنیوم استفاده از آن به عنوان یک مکمل غذایی در دام‌ها، به منظور جلوگیری از مشکلات ناشی از کمبود آن است (Williams, 1982). حیواناتی که با علوفه حاوی مقادیر کمتر از ۰/۱ پی‌پی‌ام سلنیوم تغذیه می‌شوند, علایم کمبود سلنیوم بر اثر کمبود سلنیوم یا ویتامین E و یا هر دو نشان را می‌دهند. یک راه ممکن برای برطرف نمودن کمبود سلنیوم، اضافه کردن آن به خاک می‌باشد تا از این راه غلظت سلنیوم در گیاهان بالا رود. نتایج مطالعات Gupta و همکارانش (1982) نشان داد که با کاربرد ۲/۲٤ کیلوگرم در هکتار سلنیوم به خاک به شکل سلنات، اثر باقی‌مانده سلنیوم برای لوئیچه چمنی برای چهار تا پنج فصل زراعی و برای جو دو سال باقی می‌ماند. چنین اختلافاتی در اثر باقی‌مانده کود حاوی سلنیوم را می‌توان به عملیات کشت و کار نسبت داد. به عنوان مثال خاک هر ساله بعد از کشت جو زیر و رو شده، اما برای لوئیچه چمنی دست نخورده باقی گذاشته می‌شود. از آن جایی که جو ریشه کم عمق دارد، کشت و کار می‌تواند باعث آب شویی بیش‌تر سلنیوم به اعماقی گردد که برای ریشه‌های جو غیر قابل دسترس است. Cary و Alloway (1979) با به کار بردن همین مقدار سلنیوم به شکل سلنات نشان دادند که اثر باقی‌مانده سلنیوم برای گیاهان علوفه‌ای چهار سال و برای ذرت دو سال بود.

Archive of SID
www.SID.ir

بنابراین در مورد گیاهان یک‌ساله، مقادیر کمتر سلنیوم با دفعات کاربرد بیش‌تر، کارآمدتر و اقتصادی‌تر از سطوح بالاتر با دفعات کمتر می‌باشد. کاربرد سالانه ۱۲۰ گرم سلنیوم در هکتار به شکل سلنیت به همراه کودهای PK, غلظت سلنیوم دانه جو را از حدود ۰/۰۲ به ۰/۱ پی‌پی‌ام ارتقا داد (Gissel-Nielsen, 1981). کاربرد ۱ پی‌پی‌ام سلنیوم (٦/٥ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار) به خاک در منطقه بریتانی فرانسه، غلظت سلنیوم در چاودار ایتالیایی به مدت ۵ سال، ۰/۱ پی‌پی‌ام باقی ماند (More and Coppenet, 1980). منشأ سلنیوم نیز تاثیر زیادی بر غلظت سلنیوم در گیاهان دارد. مقایسه میان سلنیوم عنصری و سلنیت سدیم مخلوط با مونوکلسیم فسفات نشان داد که سلنیوم عنصری در مراحل اولیه کاربرد تاثیر بسیار بیش‌تری از سلنیت سدیم در افزایش مقدار سلنیوم چراگاه‌های شبدر سفید و چاودار داشت، اما آن‌ها این افزایش را مربوط به آلودگی برگی این گیاهان دانستند (Watkinson and Davies, 1977). سلنات سدیم اثر باقی‌مانده بیش‌تری بر روی غلظت سلنیوم در گیاهان در مقایسه با سلنیوم عنصری دارد. Gissel–Nielsen (1973) نشان داد که در مقادیر برابر سلنیوم, جو و شبدر سفید مقدار سلنیوم بیش‌تری از سلنات در مقایسه با سلنیت جذب نمودند. کاربرد غلظت‌های بالای سلنیوم می‌تواند باعث کاهش عملکرد محصولات مختلف در نواحی خاصی از جهان شود. برای مثال، مقادیر بیش‌تر از ۲/۵ پی‌پی‌ام سلنیوم در خاک، رشد گندم و آفتابگردان را در یک خاک با pH ۷/۹ درهاریلنای هند کاهش داد (Singh and Singh, 1978). کاربرد ۱۰ کیلوگرم سلنیوم در هکتار به صورت سلنات سدیم باعث کاهش رشد چاودار گردید (Watkinson and Dixon, 1979). در مطالعه‌ای در پنجاب هند بر روی خاکی با pH ۸/۵ نشان داده شد که مقادیر ۱ و ۲ پی‌پی‌ام سلنیوم به صورت سلنات پتاسیم، تولید وزن خشک ذرت را کاهش داد (NRC, 1986). تعدادی از محققان با بررسی کود دهی گوگرد در خاک‌های دارای کمبود آن, نشان دادند که غلظت سلنیوم بافت‌های گیاهی کاهش یافته و بنابراین کود دهی گوگردی خاک‌های فقیر از سلنیوم, کمبود سلنیوم در دام را افزایش می‌دهد. تعدادی از آزمایش‌ها بر روی جو و شبدر قرمز نشان داد که افزایش سولفات به خاک به طور قابل توجهی جذب سلنیوم بوسیله گیاه را کاهش داد (Gissel–Nielsen, 1973).

مواد و روش‌ها :

یک آزمایش گلدانی از آبان ماه ۱۳۸۳ تا خرداد ماه ۱۳۸٤ در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. خاک (تیپیک هاپل آرجید، فاین، لومی، میکسد، ترمیک) از ایستگاه تحقیقاتی لورک واقع در نجف آباد اصفهان جمع آوری گردید. غلظت سلنیوم کل در این خاک به طور متوسط ۰/٤ میلی‌گرم در کیلوگرم است که در گروه خاک‌های دارای کمبود سلنیوم طبقه بندی می‌شود. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک برداشت شده در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متری) پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. مقادیر کم کربن آلی و نیتروژن کل در این خاک نشان دهنده فقر این خاک از نظر مواد آلی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

pH ٦/٠٨ نیز نشانه‌ی وضعیت اسیدیته خاک مورد مطالعه است. به علاوه، هدایت الکتریکی آن دلالت بر شور نبودن آن دارد. ١٨٠ کیلوگرم از خاک به دو قسمت مساوی تقسیم و به نیمی از آن معادل ١٠٠ تن در هکتار کود دامی اضافه و کاملا مخلوط شد. برخی خصوصیات شیمیایی کود دامی به کار رفته در این تحقیق در جدول ٢ نشان داده شده است. pH حدود ٨/٦ نشانه وضعیت قلیایی بودن کود دامی است. هدایت الکتریکی ١٧ دسی زیمنس بیان‌گر شور بودن آن است. این کود از لحاظ نیتروژن کل و کربن آلی غنی می‌باشد.

جدول١- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

خاک شاهد	سولفات $me\ l^{-}$	سلنیوم کل $mg\ kg^{-}$	آهک٪	بافت	کربن آلی $g\ kg^{-}$	نیتروژن کل $g\ kg^{-}$	pH	EC
	٠/٠٤	٠/٤	٣٢/٧٥	رسی‌سیلتی	١/٦	٠/٨	٦/٠٨	٢/٤

هم‌چنین به تمام نمونه‌ها معادل ٥٥ پی‌پی‌ام فسفات آمونیوم اضافه گردید. خاک‌های آماده شده به ٣٠ گلدان (١٥ گلدان دارای کود دامی و ١٥ گلدان دیگر بدون کود دامی) با گنجایش ٦ کیلوگرم منتقل و پس از آماده شدن گلدان‌ها، کود سلنیومی در مرکز و در عمق١٠سانتی‌متری هر گلدان قرار داده شد. پنج سطح کود سلنیوم (٠، ٥، ١٠، ٢٠ و ٤٠ گرم در هکتار) به کار گرفته شد. سپس بذرهای گیاه معادل ٥ گرم در مترمربع در عمق ٣ سانتی‌متری کشت و بدون فاصله تحت آبیاری قرار گرفتند. گلدان‌ها به درون گلخانه منتقل و آبیاری‌های بعدی تا زمان استقرار جوانه‌ها روزانه و پس از آن و در طی دوران رشد رویشی هر ٤ روز یک بار انجام گردید.

جدول ٢- برخی خصوصیات شیمیایی کود دامی

ویژگی	واحد	کود دامی
pH	-	٨/٦
EC	$dS\ m^{-1}$	١٧
کربن آلی	$g\ kg^{-1}$	٢٤/٩
نیتروژن کل	$g\ kg^{-1}$	١/٣

Archive of SID
www.SID.ir

کود اوره در دو گلدان‌ها اضافه شد، معادل ۲۲ پی‌پی‌ام در موقع سبز و چند برگه شدن و ۳۳ پی‌پی‌ام هنگامی که پوشش گیاهی کامل گردید. پس از رسیدن ارتفاع گیاهان به حدود ۲۰ سانتی‌متری، اولین برداشت صورت گرفت. همزمان با آغاز فصل بهار و گرم شدن هوا، گلدان‌ها به محوطه بیرونی گلخانه انتقال داده شدند. برداشت‌های بعدی نیز با رسیدن گیاهان به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری انجام شد. گیاهان در سه نوبت برداشت شدند. در هر برداشت، اندام هوایی گیاهان از ارتفاع ۲ سانتی‌متری سطح خاک برداشت شد. نمونه‌ها جهت زدودن گرد و غبار، ابتدا با آب و سپس با آب مقطر شسته شدند. نمونه‌های گیاهی به پاکت‌های کاغذی منتقل و سپس در آون تهویه‌دار در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و توزین شده و سپس بوسیله آسیاب وایلی پودرگردیدند.

نمونه‌های گیاه پس از خشک شدن در آون تهویه‌دار، پودر شده و سپس غلظت سلنیوم اندازه گیری شد. به این منظور ۰/۵ گرم از نمونه پودر شده گیاهی به بالن هضم منتقل و ۱۰ میلی‌لیتر HNO_3 ۷۰ درصد به آن اضافه و بوسیله دستگاه هضم و به مدت ٤ ساعت در دمای ١٦٥ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. پس از سرد شدن محلول, ۱۰ میلی‌لیتر آب اکسیژنه اضافه و پس از صاف کردن با کاغذ صافی واتمن ۱ با آب دی یونیزه به حجم رسانده و با دستگاه جذب اتمی غلظت سلنیوم اندازه‌گیری شد(Kopsell et al., 1997). پس از بدست آمدن نتایج آزمایشگاهی و گلخانه‌ای, برای مقایسه تأثیر تیمارهای سلنیوم به کار رفته بر روی خاک لورک و تأثیر غلظت‌های مختلف سلنیوم بر غلظت سلنیوم گیاه، آنالیز آماری و مقایسات میانگین با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS و آزمون ال اس دی انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتایج :

اثر سلکات اولترا بر غلظت سلنیوم در گیاه :

مقایسه میانگین‌های غلظت سلنیوم در فستوکا تحت تاثیر سطوح سلکات اولترا در جدول ۳ آمده است. با افزایش سطوح سلنیوم، غلظت سلنیوم در اندام هوایی گیاه در هر سه برداشت افزایش یافته و این افزایش معنی دار بوده است (شکل ۱).

سطوح کاربردی سلنیوم	برداشت‌ها بعد از کاربرد کود سلنیوم		
($g\ ha^{-1}$)	۱	۲	۳
۰	۰/۰۸^{d}	۰/۰۵^{d}	۰/۰۳^{d}
۵	۰/۶۷^{c}	۰/۲۵^{c}	۰/۲۰^{bc}
۱۰	۱/۳۸^{b}	۰/۲۹^{bc}	۰/۲۳^{b}
۲۰	۱/۶۸^{b}	۰/۳۸^{b}	۰/۲۷^{b}
٤۰	۲/۱۲^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۳۳^{a}

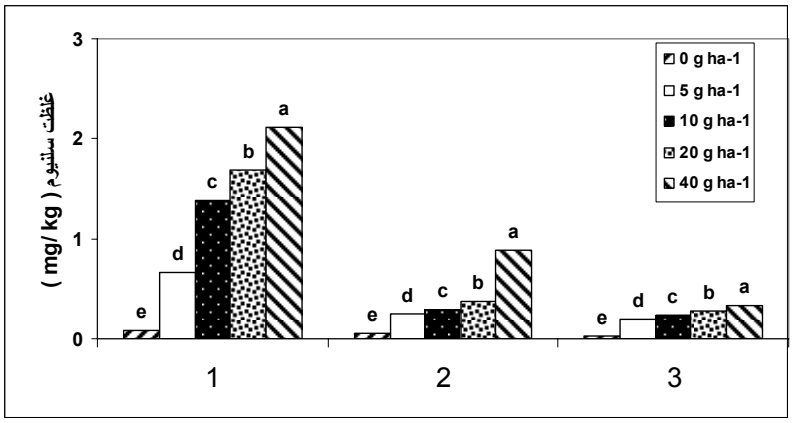
جدول۳- اثر کود سلنیوم بر غلظت سلنیوم در گیاه در برداشت‌های مختلف.

وجود حروف متفاوت بیان‌گر اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ با استفاده از LSD می‌باشد.

غلظت مطلوب سلنیوم در گیاه بین ۰/۱ تا ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و کمتر از این مقدار باعث کمبود و بیش‌تر از آن باعث بروز سمیت در دام مصرف کننده از این علوفه می‌گردد. در برداشت اول، کلیه تیمارها به غیر از تیمار شاهد دارای غلظت بیش از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و در تیمار٤۰ گرم سلنیوم در هکتار حداکثر به ۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم رسیده که برای دام مصرف کننده سمی نمی‌باشد. در برداشت دوم سایر تیمارها به غیر از شاهد دارای غلظت بیش از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و حتی در تیمار ٤۰، غلظت سلنیوم به حد سمیت یعنی ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نرسیده است. در برداشت سوم نیز فقط تیمار شاهد دارای غلظت کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و سایر تیمارها غلظتشان از ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بیش‌تر می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل۱- اثر کود سلنیوم بر غلظت سلنیوم در گیاه در برداشت‌های مختلف.



وجود حروف متفاوت بیان‌گر اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ با استفاده از LSD می‌باشد.

همان‌گونه که در شکل نیز مشخص است از برداشت اول به طرف برداشت سوم، سیر نزولی در غلظت سلنیوم اندام هوایی گیاه دیده می شود که می‌توان آن را مربوط به چند عامل دانست. اولین عامل اثر رقت می‌باشد. عامل دیگر کاهش مقدار خود کود سلنیومی در خاک است زیرا با افزایش تعداد برداشت‌ها، جذب سلنیوم بوسیله گیاه کاهش پیدا کرده است. افزایش غلظت سلنیوم در گیاه در اثر کاربرد کودهای سلنیومی و نیز کاهش مقدار آن در برداشت‌های مختلف، بوسیله سایر محققان نیز مورد بررسی قرار گرفته است به طوریکه Mikkelsen و همکارانش در انگلستان با کاربرد سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ گرم سلنیوم در هکتار در یک مرتع نشان دادند که با افزایش کاربرد سلنیوم، غلظت سلنیوم در گیاه بالا رفته ولی در برداشت‌های مختلف غلظت آن در گیاه کاهش یافت. Dovel و همکارانش سطوح مختلف سلکات اولترا را در دوگیاه فستوکا چمن مرغی اعمال نموده و آن‌ها را در سه چین برداشت نمودند. آن‌ها مشاهده نمودند که در هر برداشت با افزایش تیمار سلنیومی، غلظت سلنیوم در گیاه بالا رفته اما در برداشت‌های مختلف در همان تیمار غلظت آن کاهش می‌یابد. در مجموع چنین می‌توان استنباط نمود, از آن آنجایی که تا برداشت سوم در همه تیمارها به غیر از شاهد غلظت مطلوب گیاه حفظ شده است می‌توان از تیمار ۵ گرم سلنیوم در هکتار بعنوان یک تیمار مناسب استفاده نمود, زیرا کاربرد آن نسبت به تیمارهای ۱۰، ۲۰ و۴۰ اقتصادی‌تر می‌باشد. اما با توجه به کاهش غلظت سلنیوم در برداشت‌های متوالی، اگر تعداد برداشت به بیش از سه می‌رسید، شاید دیگر این تیمار قابل کاربرد نمی‌بود.

Archive of SID
www.SID.ir

اثر کود دامی بر غلظت سلنیوم در گیاه :

مقایسه میانگین‌های غلظت فستوکا تحت تاثیر سطوح کوددامی در سه برداشت در جدول٤ آمده است. با افزایش سطوح تیمار کود دامی، غلظت سلنیوم در هر سه برداشت کاهش معنی‌داری پیدا نمود (شکل۲). ماده آلی می‌تواند همانند رس‌ها باعث جذب سلنیوم شود، بنابراین این پدیده ممکن است قابلیت دسترسی گیاه به سلنیوم را کاسته باشد.

جدول٤- اثر کود دامی بر غلظت سلنیوم درگیاه در برداشت‌های مختلف.

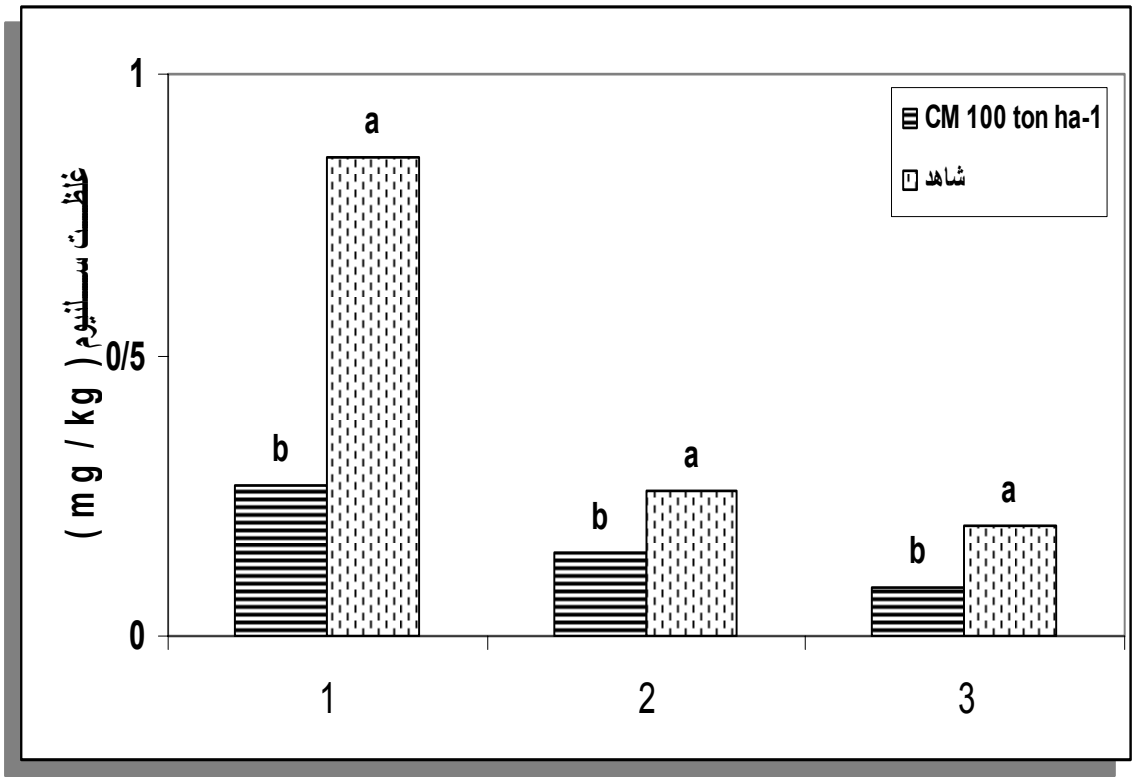
سطوح کاربردی کود دامی	برداشت‌ها بعد از کاربرد کود دامی		
($Mg\ ha^{-1}$)	۱	۲	۳
۰	۰/۸۵[a]	۰/۲۵[a]	۰/۱۹[a]
۱۰۰	۰/۲٦[b]	۰/۱٤[b]	۰/۰۸[b]

وجود حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ با استفاده از LSD می‌باشد.

Singh و همکارانش (1981) گزارش نمودند که جذب سطحی Se^{+6} در خاکی که مقدار کربن آلی آن ۹ درصد بود بیش‌تر از همان خاکی بود که درصد کربن آلی آن به ٤ درصد تقلیل داده شده بود. Ajwa و همکارانش (1998) نشان دادند که اضافه نمودن بقایای گیاهی یا کودهای دامی به خاک‌های تیمار شده سلنات، جذب سلنیوم بوسیله کلم یا فستوکا را محدود نمود. از برداشت اول به طرف برداشت سوم سیر نزولی در غلظت سلنیوم در گیاه دیده می‌شود که می‌توان آن را ناشی از اثر رقت دانست. در ضمن با گذشت زمان, فرآیندهایی نظیر جذب توسط گیاه، آب‌شویی و تبخیر اشکال آلی سبب کاهش مقدار کود و به نوبه آن کاهش غلظت آن در گیاه می‌شود. در بین سه برداشت، تیمار شاهد برداشت سوم دارای غلظت ۰/۰۸ پی‌پی‌ام بوده و نمی‌تواند نیاز سلنیوم دام مصرف کننده آن را برآورده سازد.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل۲- اثر کود دامی بر غلظت سلنیوم درگیاه فستوکا در برداشت های مختلف.



وجود حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ با استفاده از LSD می‌باشد.

www.SID.ir

منابع :

1) Adriano, D. C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. Springer–Verlag, New York, Chapter 12.

2) Ajwa, H. A., G. S. Banuelos and H. F. Mayland. 1998. Selenium uptake by plants from soils amended with inorganic and organic materials. J. Environ. Qual. 27: 1218-1227.

3) Cary, E. E. and W. H. Alloway. 1979. The stability of different forms of selenium in low-selenium soils. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 43: 571-574.

4) Gissel–Nielsen, G. 1973. Uptake and distribution of added selenite and selenate by barley and red clover as influenced by sulfur. J. Sci. Food Agric. 24: 649-655.

5) Gissel-Nielsen, G. 1981. Foliar application of selenite to barley plants Low in selenium. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 12: 631-642.

6) Gupta, U.C., H.T. Kunelius and K. A. Winter. 1982. Effect of applied selenium on the selenium content of barley and forages and soil selenium depletion rates. Can. J. Soil Sci. 62: 145-154.

7) Kopsell, D. A. and Williams, M. Randle. 1997. Selenate concentration affects selenium and sulfur uptake and accumulation by granex 33 onions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(5): 721-726.

8) Mikkelsen, R. L, A. L. Page and F. T. Bingham. 1989. Factors Affecting selenium accumulations by agricultural crops. Soil Sci. Am. J. 23: 65-94.

9) More, E. and M. Coppenet. 1980. Selenium contents of forage plants: effects of fertilization and selenite applications. Ann. Agron. 31: 297-317.

10)National Research Council. 1986. Selenium. National Academy of Sciences, Washington DC.

11)National Research Council. 1986. Selenium. National Academy of Sciences, Washington DC.

12)Singh, M. and N. Singh. 1978. Toxicosis in pigs fed selenium-accumulating Astragalus plant species or sodium selenate. Soil Sci. 126: 255-262.

Archive of SID
www.SID.ir

13) Singh, M., N. Singh and P. S. Relan. 1981. Adsorption and desorption of selenite and selenate selenium on different soils. Soil. Sci. 132: 134-141.

14) Swaine, D. J. 1988. Trace substances in environmental health. University of Missouri-Columbia, MO., 129.

15) Watkinson, J. H. and E. B. Davies. 1977. Uptake of native and applied selenium by pasture species. I. Uptake of selenium by browntop, ryegrass, cocksfoot, and white clover from Atiamuri sand. N. Z. J. Agric. Res. 10: 116 -121.

16) Watkinson, J. H. and G. M. Dixon. 1979. The mineral content of ruminant feeds and the potential for mineral supplementation in south-east Asia with particular reference to Indonesia. N. Z. J. Exp. Agric. 7: 321-325.

17) Williams, J. D., W. H. Johnson, B. B. Norman, H. F. Mayland and J. R. Dunbar. 1982. Some aspects of a survey into selenium deficiency of cattle in northern California. Proc. 4th Symp. Trace Element Metab. Man and Anim. Pp. 39-42.

Archive of SID

www.SID.ir