دومین همایش ملی کاربرد فناوری هسته ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
۲۰-۱۹ خرداد ۱۳۷۸ – کرج
The 2nd National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural and Natural Resource Sciences 8-9 June 2008, Karaj - Iran

مقایسه جذب اورانیوم (^{238}U) در گیاهان سویا و آفتابگردان

سعید باقریفام*[۱]، امیر لکزیان[۱]، سید جواد احمدی[۲]، امیر فتوت[۱]، محمد فرهاد رحیمی[۱]
۱- دانشگاه فردوسی مشهد
۲- سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده:

اورانیوم یکی از ترکیبات حاضر در محیط زیست با غلظت متوسط ۴ میلی گرم بر کیلوگرم میباشد. در بعضی مناطق در اثر فعالیتهای انسانی ممکن است مقدار آن افزایش یافته و به وسیله جذب توسط محصولات کشاورزی وارد چرخه غذایی شود. به منظور بررسی تفاوت جذب اورانیوم توسط گیاهان مطالعه ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل بادونوع گیاه سویا و آفتابگردان و شش غلظت اورانیوم (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰میلیگرم بر کیلوگرم) در شرایط ثابت گلخانه انجام پذیرفت. بعد از یک دوره ۴۰ روزه و قبل از ورود به مرحله زایشی گیاهان برداشت شده و غلظت اورانیوم در آنها تعیین گردید. میزان ورود اورانیوم به چرخه غذایی از طریق اندازه گیری نسبت غلظت(CR) انجام پذیرفت. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که مقدار(CR) در بخش هوایی گیاهان آفتابگردان و سویا در حدود ۰/۰۱ و مقدار آن در ریشه از ۰/۲ تا حدود ۱ متغیر بود. محاسبات مربوط به جذب نشان داد که آفتابگردان در تمام غلظت ها اورانیوم بیشتری را جذب میکند. مقدار جذب در آفتابگردان از۲/۵ تا ۱۵/۳ و در سویا از۱/۶ تا ۶/۵ میکروگرم از هر گلدان محاسبه شد. به دلیل زیست توده تولیدی و قدرت جذب بالا، آفتابگردان میتواند گیاهی مناسب در پالایش مناطق آلوده به عنصر اورانیوم باشد.

واژه‌های کلیدی: اورانیوم، لیزر فلوریمتری، گیاه پالایی، آفتابگردان و سویا

مقدمه:

اورانیوم فلزی سنگین و رادیواکتیو است. در بسیاری موارد پراکندگی طبیعی آن به علت فعالیتهای انسانی افزایش یافته که این امر موجب آلودگی خاک و آبهای زیرزمینی به اورانیوم میشود [۱]. منشا آلودگیهای اورانیوم در محیط زیست فعالیت رآکتورهای اتمی، آزمایش تسلیحات هسته ای، فعالیت های تولید سوخت هسته ای و ندرتاً در اثر حوادثی مانند انفجار نیروگاه چرنوبیل در اکراین و

بمباران اتمی هیروشیما و ناکازاکی میباشد [۲و۳]. مقدار اورانیوم در خاکها به طور طبیعی از ۰/۱ تا ۱۱ میلیگرم بر کیلوگرم تغییر میکند که معمولاًدر افق A خاک تجمع می یابد [۴]. از زمان جنگ ۱۹۹۰ عراق و ۱۹۹۸ کوزوو که موجب رها شدن صدها تن اورانیوم تهی شدهDU^{32} درمحیط زیست گردید، توجه جهانی به خطر ناشی از اورانیوم افزایش یافته است [۵]. ذرات کوچکی که بعد از انفجار مهمات ایجاد میشوند حاوی مقادیر بالای اورانیوم تهی شده هستند و به صورت غبار روی سطح گیاهان، خاک و آب نشسته و از این طریق تدریجاً وارد چرخه غذایی میشوند. سنگهای فسفاته که در تولید کودهای فسفری و اسید فسفریک استفاده میشوند داری اورانیوم بین ۳۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم هستند. بنابراین مقادیر زیادی اورانیوم در فاضلاب این صنایع وجود داشته و از طریق استعمال کودهای فسفری خاکهای کشاورزی میتوانند به اورانیوم آلوده شوند [۶و۷]. بین گونه های گیاهی به لحاظ قابلیت جذب اورانیوم تفاوتهای زیادی وجود دارد. هم چنین اطلاعات بسیار کمی در موردمکانیسم های مسئول در جابجایی اورانیوم در گیاهان وجود دارد. غلظت اورانیوم در گیاهان به طور طبیعی از ۰/۰۴ تا ۰/۴میلیگرم بر کیلوگرم تغییر میکند [۴]. گیاهان به آلودگی فلزات سنگین واکنش نشان میدهند بطوریکه از آنها به عنوان شاخصی برای آلودگیهای زیست محیطی استفاده میشود [۸]. اورانیوم از طریق خاک آلوده وارد گیاه شده و بوسیله چرخه غذایی وارد بدن انسان میشود. سطوح بالای اورانیوم در محیط زیست همانند سایر فلزات سنگین و مواد رادیواکتیو مضر است. اورانیوم میتواند در کلیه انسان مشکلات ساختاری ایجاد کند و از طریق ورود به اندامهای داخلی بدن آنها را مورد تشعشع قرار دهد. اورانیوم بوسیله گسیل ذرات آلفا باعث ایجاد تغییراتی در دزاکسی ریبو نوکلئوتیدها و سلولهای جنسی شده و از آن طریق خطر سرطان را تشدید مینماید [۹]. تحقیقات زیادی در مورد جذب اورانیوم بوسیله گیاهان در مناطق مختلف جهان انجام شده است. لاماس در مطالعه ای بر روی گیاهان آفتابگردان و ذرت که بوسیله غلظت های مختلفی از اورانیوم تهی شده تیمار شده بودند مشاهده کرد که گیاهان فوق بین ۰/۸ تا ۵/۴ میلی گرم بر کیلوگرم اورانیوم را جذب کردند [۴]. گولاتی و همکاران در مطالعه ای که چهار غلظت پایین اورانیوم (۱،۳/۵و۶) میلی گرم بر کیلوگرم در خاک را به کار برده بودند، مقدار جذب بین ۰/۰۱ تا ۰/۱ میلیگرم برکیلوگرم را برای گوجه فرنگی و ۰/۲تا ۰/۰۵میلیگرم بر کیلوگرم را برای گندم گزارش کردند [۱۰]. در مورد جذب ریشه ای گیاهان در محیط خاک مطالعات زیادی انجام نپذیرفته که علت آن میتواند کارایی کم تکنیک های شستشو باشد اما بطور کلی مقدار جذب در ریشه گیاهان بسته به نوع آنها تا چند صد برابر مقدار آن در بخش هوایی گزارش شده است [۱۱و۱۲]. تفاوت در جذب اورانیوم توسط

1- Depleted uranium

دانشمندان مختلف میتواند به تفاوت در محیط های کشت بکار برده شده، نوع خاک مورد مطالعه، غلظت اورانیوم در محیط مطالعه و خصوصیات ژنتیکی و فیزیولوژیکی گیاهان مورد مطالعه مربوط باشد. مطالعه اخیر با هدف بررسی قابلیت جذب اورانیوم در غلظت های مختلف توسط دو گیاه آفتابگردان و سویا، در شرایط کنترل شده گلخانه ای انجام پذیرفت.

مواد و روشها :

خاک مورد استفاده در این آزمایش(تیپیک هپل ارتید) از محل پردیس دانشگاه فردوسی مشهد جمع آوری شد. نمونه های خاک هواخشک شد و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. به منظور آلوده کردن نمونه خاک به غلظت های مختلف اورانیوم (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰میلی گرم بر کیلو گرم) مقادیر مناسب از نمک نیترات اورانیوم محاسبه و در آب مقطر لازم حل شد، و سپس به نمونه های خاک اضافه گردید. با اضافه کردن هر یک از غلظت های فوق مقدار رطوبت نمونه های خاک در ۷۰٪ ظرفیت زراعی تنظیم شد و به مدت ۲ هفته در دمای ۲۸ درجه ساتی گراد نگهداری شدند. سپس در هر گلدان تعداد ۵ عدد از بذور ضدعفونی شده سویا و آفتابگردان قرار داده شد. رطوبت گلدانها در طول آزمایش در ۷۰٪ ظرفیت زراعی ثابت نگهداری شد. برای حفظ غلظت اورانیوم در نمونه های خاک، زه آب خروجی مجدداً به گلدانها برگردانده شد. پس از ظهور گیاهچه ها تعداد آنها در هر گلدان به ۲ عدد تقلیل یافت. گیاهان پس از ۴۰ روز و قبل از رود به مرحله زایشی از ارتفاع ۱ سانتی متری سطح خاک برداشت شدند. ریشه ها و ساقه های جداشده بطور کامل به وسیله آب مقطر شستشو داده شد. ساقه و ریشه گیاهان فوق برای تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته شدند. مقدار نیتروژن کل خاک به روش کجلدال اندازه گیری شد [۲۲]. EC توسط دستگاه هدایت سنج Jenway 4310 وpH به وسیله pH متر مدل Metrohm 632 در نسبت خاک به آب ۱:۵ اندازه گیری گردید. فسفر قابل دسترس به روش اولسن [۲۰] و مقدار پتاسیم قابل دسترس نمونه های خاک با استفاده از استات آمونیم یک نرمال عصاره گیری و توسط دستگاه فلیم فتومتر مدل Jenway PFP 7 اندازه گیری شدند [۲۲].مقدار کربن آلی خاک نیز بوسیله اکسایش با دی کرومات انجام شد [۱۹].

آماده سازی نمونه های گیاهی برای تعیین اورانیوم :

برای ایجاد یک نمونه همگن، گیاهان خشک شده کاملاً خرد شده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. مقدار ۱ گرم از مادهٔ خشک الک شده در کروزه‌های سرامیکی قرار گرفت و به مدت ۴ ساعت در دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. خاکستر نمونه‌های گیاهی به وسیله اسید نیتریک هضم شد [۲۵].

آماده سازی نمونه های خاک برای تعیین اورانیوم :

۱ گرم از نمونه‌خاک هوا خشک از الک ۲۰۰ مش عبور داده شده و در کروزه‌های سرامیکی قرا گرفت و سپس بوسیله ۱۵ میلی‌لیتر هیدروفلوریک اسید و۵ میلی‌لیتر نیتریک اسید، تا تبخیر کامل اسید بر روی حمام بخار حرارت داده شد. سپس مواد باقیمانده بوسیله اسید نیتریک به طور کامل هضم شد [۲۵].

عمل عصاره‌گیری از محلول[۳۳] :

اورانیوم عصاره‌گیری شده در اسید نیتریک بوسیله عمل استخراج از محلول و بوسیله تری ان استیل فسفین اکساید[۳۴] (TOPO) پیش تغلیظ[۳۵] شد[۲۵].

تعیین غلظت اورانیوم در نمونه‌ها :

به منظور تعیین غلظت اورانیوم نمونه‌ها به سازمان انرژی اتمی ایران انتقال یافت و مقدار اورانیوم موجود در آنها بوسیلهٔ دستگاه اورانیوم آنالایزر (Nitrogen laser based scintrex UA-3) ساخت کمپانی Scintrex کانادا تعیین گردید. ۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ نهایی حاصل از عصاره‌گیری با پیروفسفات سدیم در سلول های دستگاه لیزر فلوریمتر قرار گرفته و شدت فلورسانس آن اندازه‌گیری گردید و پس از قرائت استانداردها و کسر عدد حاصل از نمونه شاهد غلظت اورانیوم در نمونه‌ها تعیین شد [۲۵].

2- Solvent extraction
3- Tri-n-octylphosphine oxide
4- Preconcentration

نتایج و بحث :

نتایج آزما یشهای خاک نشان داد که بافت خاک شنی لومی و غلظت اولیه اورانیوم در خاک ۰/۶ میلی گرم بر کیلوگرم بود. انجام آزمایشات شیمیایی بر روی نمونه خاک نشان داد که غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۶۱۳، ۸۶/۴۲ و۸۲/۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم میباشد. هدایت هیدرولیکی ۲/۱ dS/m و pH خاک مورد مطالعه ۷/۲ بود. کربن آلی خاک نیز ۰/۴۱ ٪ بدست آمد. شاخصهای متفاوتی برای ارزیابی مقدار ورود رادیو نوکلئوتیدها به چرخه غذایی وجود دارد. محققین مختلف بسته به هدف مطالعات و روش انجام آزمایش از شاخصهایی از قبیل فاکتور غلظت (CF)[۳۶] یا نسبت غلظت (CR)[۳۷] استفاده کرده اند [۱۳،۱۴و ۱۵].

CR= [(mg/kg)مقدار آلاینده در خاک خشک/(mg/kg) مقدار آلاینده در ماده خشک گیاهی]

ابراهیم و همکاران در مطالعه خود بر گیاهان خودرو در اطراف معادن اورانیوم در کلرادو مقدار ۰۰۹/ ۰را به عنوان شاخص برای اورانیوم (^{238}U) بدست آوردند [۱۸]. لکسمن در مطالعات خود بر گیاه برنج اعداد متفاوتی از این شاخص را بری بخشهای مختلف گیاه برنج از ۰۱/ ۰در دانه تا ۰/۰۴در شلتوک گزارش کرد [۱۴]. شپرد و همکاران در مطالعات خود بر سرو نقره ای مقدار۰/۰۳را به عنوان (CR) برای این گیاه گزارش کردند. فاکتورهایی از قبیل ویژگیهای خاک، شرایط آب و هوایی، نوع گیاه، بخش مورد مطالعه گیاه ،تاثیر متقابل گونه های شیمیایی در خاک و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی رادیو نوکلئوتیدها میتوانند روی مقادیر (CR) اثر داشته باشند [۱۶]. در مطالعه اخیر این شاخص برای سویا از ۰/۰۱۸ تا ۰/۰۰۹ و برای آفتابگردان از ۰/۰۱۷ تا ۰/۰۰۴ متغیر بود. میانگین نتایج حاصل برای گیاهان سویا و آفتابگردان ۰/۰۱بود که با نتایج شپرد و اوندن مطابقت داشت [۱۷]. نسبت غلظت های گیاهان با تغییر غلظت آلاینده‌ها تغییر می کند و این امر در مورد اورانیوم بیشتر اهمیت می یابد [۲۳]. شپرد و همکاران در مطالعه‌ای که در ۱۱ نوع خاک مختلف انجام پذیرفت هیچ رابطه خطی را بین افزایش غلظت اورانیوم در خاک‌ها و CR در کرمهای خاکی و گیاه ترب مشاهده نکردند [۲۳]. آنها هم‌چنین دریافتند که حد پایین این نمودار در کرمها و گیاه یکسان نبود. و گزارش کردند که این دامنه به عوامل شیمیایی خاک که روی حلالیت اورانیوم تاثیر می گذارند مربوط نیست. در مورد گیاه آفتابگردان حد پایین نمودار در حدود ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم اورانیوم رخ داد (شکل۱). و در مورد سویا در ۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم اورانیوم خاک ایجادشد. حد پایین CR می تواند دامنه‌ای باشد که موجودات زنده دچار تنش سمیت می‌شوند. تنش سمیت لزوماً به معنی کاهش در زیست توده گیاه نیست و

5- Concentration factor
6- Concentration ratio

میتواند از طریق اختلال درمکانیزم های مختلف تنظیم کننده رشد بروز نماید. در قسمت‌های اولیه نمودار(تا قبل از مینیمم نمودار) غلظت‌هایی را مشاهده می‌کنیم که مکانیزم‌های دفاعی به خوبی فعالند. روند کاهشی جذب تا رسیدن به پایین‌ترین قسمت نمودار می‌تواند به دلیل توانایی موجود زنده برای محدود کردن جذب اورانیوم، اشباع شدن لیگاندهای محلول خاک مانند مواد هومیک محلول و یا مقدار مادهٔ آلی باشد. واکنشهای رسوبی مانند تشکیل اورانیل فسفات نیز می‌تواند در این روند تاثیر داشته باشدکه در حالت اخیر غلظت اورانیوم درمحلول خاک به غلظت کل اورانیوم در خاک وابسته نیست [۲۳]. وافی کری و همکاران در مطالعات خود اعلام کرده‌اند که مقادیر CR می‌تواند از فعالیت میکروارگانیزم‌ها تاثیر پذیرد [۲۴]. تفاوت بین سویا و آفتابگردان در ادامه نمودار می‌تواند به تفاوت ایجاد شده در محیط رایزوسفر، ترشحات ریشه‌ها، تفاوت در واکنش‌های سمیت و مکانیزم‌های دفاعی گیاه در گیاهان فوق مربوط باشد. به منظور دست‌یافتن به اطلاعات دقیق‌تر در این مورد انجام مطالعات بیشتر روی غشاها و توزیع گونه‌های اورانیوم در محلول خاک ضروری به نظر میرسد.

جذب[۳۸] اورانیوم از هر گلدان بوسیله ضرب غلظت اورانیوم موجود در بخش هوایی در وزن خشک بخش هوایی و به صورت مقدار جذب از هر گلدان محاسبه میشود($\mu g/pot$). در اکثر تیمارها با افزایش غلظت اورانیوم در خاک مقدار آن در گیاه هم به طور معنی داری افزایش یافت (شکل۲). در گیاه آفتابگردان مقدار جذب از ۲/۶ تا ۱۵/۳و در گیاه سویا از ۱/۶تا ۶/۵ میکروگرم از هر گلدان محاسبه شد. در تمام غلظت ها مقدار جذب اورانیوم در گیاه آفتابگردان بالاتر از سویا بود. بالاترین مقدار جذب در تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و در گیاه سویا مشاهده شد. در دو تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم اورانیوم خاک، مقدار جذب در آفتابگردان افزایش قابل ملاحظه و معنی داری را نشان داد. این امر میتواند به بالاتر بودن ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)[۳۹] گیاهان دولپه ای مانند آفتابگردان نسبت به سایر گیاهان مربوط باشد. مارشنر عنوان کرد که با افزایش CEC در گیاهان ، نسبت جذب کاتیون ها نسبت به آنیونها افزایش می یابد [۱۸]. اما در سویا تا سطح ۵۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم اورانیوم در خاک تفاوت معنی داری در جذب اورانیوم مشاهده نشد. با افزایش غلظت اورانیوم خاک، وزن خشک اندام هوایی در آفتابگردان و سویا کاهش یافت اما در تمام غلظت ها وزن خشک تولیدی در آفتابگردان بالاتر از سویا بود. بنابر موارد فوق مقدار جذب که برآیندی از غلظت اورانیوم در

7- Uptake
8- Cation exchange capacity

گیاه و ماده تولیدی توسط گیاهان میباشد افزایش معنی داری را در گیاه آفتابگردان نسبت به سویا نشان داد. آفتا بگردان در منابع مختلف به عنوان گونه ای مقاوم با قابلیت بالادرجذب اورانیوم ذکر شده است.

بین سطوح مختلف اورانیوم خاک، جذب اورانیوم و غلظت اورانیوم در گیاهان سویا و آفتابگردان همبستگی های مثبت و معنی داری وجود داشت (جدول۱). نتایج حاصل از آزمایشات جذب گلدانی نشان داد که گیاه آفتابگردان به علت تولید زیست توده بالا و جذب زیاد در غلظت های بالای اورانیوم خاک، میتواند گزینه ای مناسب برای گیاه پالایی خاکهای آلوده به اورانیوم باشد.اما لزوم انجام مطالعات بیشتر در طیف وسیعتری از خاکها و گیاهان ضروری به نظر میرسد.

سپاسگزاری: بدینوسیله از مسئولین محترم آزمایشگاه سالیابی رادیو کربن ١٤ و کلیه پرسنل آزمایشگاههای تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی ایران به خاطر در اختیار گذاشتن امکانات لازم برای آنالیز اورانیوم ۲۳۸ در نمونه های گیاه و خاک قدردانی می گردد.

منابع :

[1] Ebbs, S., D. Brady., D. Kochain (1998). Role of uranium speciation in the uptake and translocation of uranium by plants. Jurnal of experimental botany 49:1183-1190

[2] Kim, K. V., h. K. Lee., b. C. Yoo (1998). The environmental empact of gold mines in the yugu-kwangcheon au-ag metallogenic province ,republic of corea .environmental technology 19:291-298

[3] Mudd, G (2000). Remediation of uranium mill tailings wastes in australia: a critical review. contaminated site remediation:from source zones to ecosystems. Csrc. melbourne, vic p:4-8

[4] Carmen lamas, M. D (2005).Factor affecting the uranium availability in soils.fall agricultural research. PHD thesis: 1-86

[5] WHO (2001). Depleted uranium mission to Kosovo.report of the world health organization.

[6] Tadarovsky, R., I, Koler.(1993). On the uranium content in som technogenic products potential environmental pollutions. Jurnal of radioanalytical and nuclear chemistry, letters176(5):405-41

[7] Ebaid, Y. Y. M. S. Eltenhavi., A. ALkani., S. R. Garciu.,G .H. Brooks. Jurnal of radioanalytical and nuclear chemistry 243(2):543-550

[8] Kabata-pendias, A (2001).Trace elements in soils and plants ., crc press, florida, p: 432-432

[9] Hossner, L. R., R. H. Loeppert., R. J. Newton ., P. J. Szaniszlo., M. Attrep (1998). Litrrature review:phytoaccumulation of chromium, uranium, and plutonium in plant systemstx: Amarillo national resourse center for plutonium.

[10] Gulati, M. C., M. C. Omswal., K. K.Nagpaul. (1980). Assimilation of uranium by tomato and wheat plants. plant and soil 55: 55-59

[11] Murthy, S. A., P. Weinberger., M. P. Measures (1984).Uranium effects on growth of soy bean (clycine max (i) marr). Bulletine of environmental contamination and toxicology 32: 580-586

[12] Shahandeh, H., L. R. Hossner (2002). Role of soil properties in phytoaccumulation of uranium .water, air, and soil pollution . 141: 165-180

[13] Sheppared, M. I.,d. H. Thibault., S. C. Sheppared (1984).Concentration and concentaration ratios of U,As, and Co in scots pine grown in a waste-site soil and an experimentally contaminated soil . Water, air, and soil pollution .26: 85-94

[14] Laksmanan, R. R., J. Mizera., Z. Venkateswarlu (1998).Uptake of uranium by vegetable and rice. Water, air, and soil pollution 36: 151-155

[15] Ibrahim, S. A., W. Mclendon., T. Price (1992). Comparative plant uptake and environmental behavior of u-series radionuclides at uranium mine-mill . Jurnal of radioanalytical and nucler chemistry 156(2):253-267

[16] Bettencourt, A. O., M. G. R. Teixeira., M. D. T.Elias., M. C. Faisa (1998). Soil to plant transfer of radium-226 . Jurnal of environmental radioactivity 6: 49-60

[17] Sheppared, S. C., W. G. Evenden (1998). The assumption of linearity in soil and plant concentration ratios:an experimental evaluation. Jurnal of environmental radio activity 7:221-247

[18] Marshner, H (2002). Mineral nutriation of higher plants. Institute of plant nutrition university of hohenheim. Germany. Second edition

[19] Walkli, A., I. A. black (1934). An examination of the degtareff method for determinating soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method.soil science37: 29-38

[20] Metzger, l (1987). The effect of sewage sludge on soil structure.Soil science society of Americe Jurnal 51: 346-351

[21] Klute, a (1986). Method of soil analysis part 1: Physical and mineralogical methods .ASA . Soil science society of America Madison . Wisconsin .USA

[22] Julius, B. Cohen. Practical Organic Chemistry (1910). Kjeldal method to measure nitrogen.

[23] Sheppared, C., W. G. Evenden (1992). Bioavailability indices for uranium:effect of concentration in eleven soils. Archives of environmrntal contamination and toxicology 23: 117-124

[24] Rufykiri, G., Thiry. Y., Wang. L., Delvaux. B., Declerk. S (2002). Uranium accumulation by the arbuscular mycorrhizal fungus, glomus intraradices, under root-organ culture conditions. New phytologist 156: 275-281

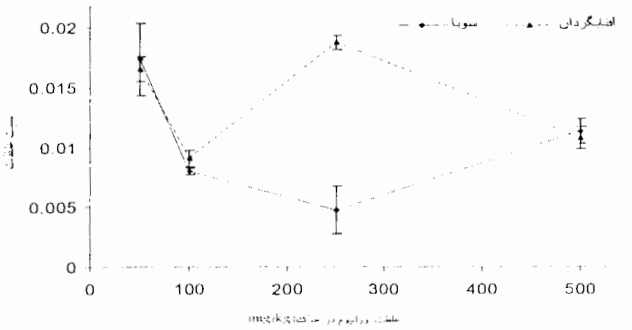
[25] Premadas, A., P. K. Srivastava (1998). Rapid laser flurimetric method for the determination of uranium in soil, ulterabasic rock, plant ash, coal fly ash and red mud samples . Jurnal of radioanalytical and nuclear chemistry 242(1): 23-27

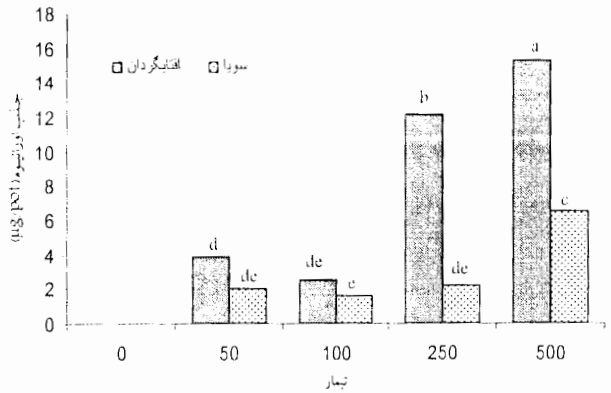
جدول ۱: ضرایب همبستگی و معادلات رگرسیون خطی بین پارامتر های مختلف

متغیر	معادله رگرسیون خطی	(r)	r2
غلظت اورانیوم در آفتابگردان	Y= 0.011x+ 0.492	0.93**	0.86
جذب اورانیوم در آفتابگردان	Y= 0.028x+ 2.019	0.94**	0.86
غلظت اورانیوم درسویا	Y= 0.0101x- 0.325	0.94**	0.83
جذب اورانیوم در آفتابگردان	Y= 0.010x+ 0.719	0.94**	0.85

*معنی دار در سطح ۰/۰۵ **معنی دار در سطح ۰/۰۱

شکل۱: تغییرات نسبت غلظت اورانیوم(CR) در تیمارهای مختلف





شکل۲: مقایسه میانگین جذب اورانیوم از هر گلدان در گیاهان سویا و آفتابگردان

Comparison of uranium uptake in sunflower and soy bean

Abstract:
Uranium is an ubiquitous constituent of natural environment with an average of 4 mg/kg in earth crust. However, in local areas it may exceed the normal concentration due to human activities and through the plant uptake can enter the food chain. Plant uptake differences studied in controlled condition of green house in completely randomized design with factorial arrange that factors include two plants(soy bean and sunflower) and six levels of uranium(0, 50, 100, 250, 500, 1000 mg/kg). Plants harvested after 40 days of experiment and before the generative stages and the concentration of uranium in plant tissue was determined. The effect of uranium on food chain measured in terms of concentration ratio (CR). The result of the experiment showed that (CR) is a bout 0.01 in aerial part and it varied between 0.2 to 1 in root of plants. Calculation of plant uptake showed that sunflower uptakes more uranium in all applied uranium concentrations. Uranium uptake was between 2.5 to 15.3(µg/pot) in sunflower and between 1.6 to 6.5(µg/pot) in soy bean. high uranium uptake and biomass production of sunflower showed that it can be helpful in phytoremediation of uranium contaminated soils.

Keywords: uranium, laser flourometry, phytoremediation, soy bean and sunflower