جذب برخی عناصر در پسته رقم اوحدی در شرایط آبیاری با فاضلاب تصفیه شده

مهری صفاری[1] *

دانشیارگروه زارعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان؛

Mehri_Saffari@yahoo.com

چکیده

افزایش جمعیت دنیا، نیاز بیشتر به آب و درنتیجه تولید فاضلاب بیشتر را سبب شده است. فاضلاب تصفیه شده، دربسیاری از کشورها در کشاورزی و فضای سبز کاربرد دارد. بدلیل داشتن عناصر غذائی متفاوت، فاضلاب تصفیه شده باعث افزایش محصولات کشاورزی شده و نیازبه مصرف کود را کاهش می دهد، اما غلظت بالای عناصر سنگین، در محصولات کشاورزی، که با فاضلاب آبیاری شده اند باعث مسائل و نگرانیهای بهداشتی و نیز آلودگی این محصولات می شود. پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی استان کرمان است و به آن «طلای سبز» اتلاق می شود. در این تحقیق پسته رقم اوحدی در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر- کرمان با فاضلاب تصفیه شده دانشگاه آبیاری شد و عناصر سنگینی که توسط جذب ریشه ای به سایر اندامها، بافتها و میوه درختان انتقال یافت تحت بررسی و ارزیابی قرار گرفت، تا احیانا مسائل بهداشتی و نگرانیهای احتمالی برای مصرف کنندگان پسته مورد توجه قرار گیرد.در این تحقیق سطح عناصر Pb ، Cu، Cd ، Zn در میوه های پسته آبیاری شده با فاضلاب بالاتر از حد مجازی است که ATSDR اعلام گردیده است. بنابراین یکی از راهکارهای مصرف فاضلاب در درختان پسته می تواند مخلوط کردن آن با آب آبیاری به نسبتهای متفاوتی باشد که در این تحقیق انجام شد.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب تصفیه شده، عناصر سنگین، آبیاری، پسته

مقدمه

با افزایش جمعیت در دنیا تقاضای برای آب وغذا نیز افزایش می یابد و در نتیجه سطوح زیر کشت محصولات کشاورزی بالاجبار زیاد می شود؛ در حالی که کمبود آب همواره وجود دارد. فاضلاب های تصفیه شده اگر چه برای آبیاری همه محصولات کشاورزی مفید نیستند، کاریلو و کاجوست (1992) و مینی وهمکاران (1993) گزارش کردند که با کنترل و بررسی دقیق می توان از فاضلاب تصفیه شده در مواردی استفاده کرد. رها کردن فاضلابها در طبیعت باعث آلودگی محیط زیست شده و می تواند باعث اثرات منفی روی آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی بشود؛ ازاین جهت استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی شاید به سود زارعین باشد، اما مصرف کنندگان محصولات کشاورزی و محیط زیست از این ریسک در امان نیستند. برادفورد وهمکاران (2003) گزارش کردند که غلظت عناصر سنگین، در محصولات کشاورزی آبیاری شده با فاضلاب باعث مشکلات عدیده ای در سلامت انسان می شود.

1. آدرس نویسنده مسؤول: کرمان- دانشگاه شهید باهنر- دانشکده کشاورزی- کدپستی: 7616914111- صندوق پستی: 76135-666

* دریافت: دی، 1390 و پذیرش: بهمن، 1391

Archive of SID

www.SID.ir

هال مارک و همکاران (1994) معتقدندکه اثرات فاضلاب روی رشد گیاه و نیز قست های خوراکی گیاهان باید دقیقاً بررسی شود تا مصرف کننده دچار مشکل نگردد.

براد فوردو همکاران(2003)گزارش کردند آبیاری با فاضلاب باعث شوری و مسمومیت خاک و نیز تخریب خاک (ازطریق بسته شدن منافذ) می شود؛ اما با اعمال روش هائی می توان از آن به نحوی اقتصادی استفاده کرد. پاناراس و همکاران (2003) و هال مارک و همکاران (1994) معتقدند که فاضلاب تصفیه شده می‌تواند در مناطق خشک با منابع آب کم، درکشاورزی استفاده شود. در این مناطق بهتر است آب های با کیفیت بالا برای شرب یا بعضی صنایع استفاده شوند و فاضلاب‌ها در کشاروزی مصرف شوند.

پاناراس وهمکاران (2003) گزارش کردند که در مناطق خشک استرالیا و ایالات متحده آمریکا نیز فاضلاب ها، با قوانین خاص، برای کشاورزی مصرف می شود. در کشورهائی مثل عربستان سعودی یا اردن نیز با تابعیت از قوانین، از این نوع آبیاری در کشاورزی استفاده می کنند. در چین استفاده از فاضلاب برای آبیاری در کشاورزی از سال 1985 آغاز و در حال حاضر بیش از 1/33 میلیون هکتاراراضی کشاورزی دراین کشور با فاضلاب آبیاری می شوند.

ساماراس و تادالیس(1999) و تادالیس(1999) گزارش کردند که در بسیاری از کشورهای اروپائی از فاضلاب برای آبیاری در کشاروزی استفاده می شود. مانیس و ژیور دانو(1988) عنوان کردند که چون میزان فاضلاب تحت تاثیر خشکسالی قرار نمی گیرد، در مناطق خشک می تواند در صنایع و شارژ کردن آب زیرزمینی و نیز در مصارف شهری مثل آبیاری پارکها مورد بهره برداری قرار گیرد؛ و با داشتن مواد تغذیه ای متنوع برای رشد گیاهان، در بهبود بعضی خصوصیات فیزیکی خاک خصوصا در مناطقی که تحت تاثیر فرسایش هستندمناسب می باشند

السوکاری وشرف(1996) معتقدندکه مواد آلی (ارگانیک) موجود در فاضلاب یا پساب ها، که در کشاورزی استفاده می شوند؛ اگر در غلظت کم باشند، در دراز مدت جذب شده و روی سلامتی بشر تاثیر سوئی ندارند؛ اما اگر در منابع آب آشامیدنی وارد شوند و یا زارعین و کارگران کشاورزی آموزش نحوهٔ چگونگی استفاده از فاضلاب ها وپساب ها را نداشته باشند. بنابراین آلودگی در محصولات کشاورزی و در آبهای زیر زمینی ممکن است بعد از مدتی به حدی غیر مجاز برسد و باعث بوجودآمدن مسائل و خطراتی برای سلامتی بشر باشد.

بولدین (1996) گزارش کرد که مهم ترین عناصر سمی موجود در فاضلاب را Zn، Hg، Pb، Cr، Cd، As و بعضی عناصر دیگر است. این عناصر سمی و همچنین میکروارگانیسم هائی که بیماری های عفونی مثل اسهال خونی را منتقل می کند در فاضلاب ها موجودند و باید در آبیاری محصولات زراعی با فاضلاب، مدیریت شوند. مسلما قسمت های خوراکی و برداشت شده محصولات زراعی یا باید فاقد این مواد سمی باشند یا در حد مجاز؛ و هیچگونه عوامل بیماریزا نداشته باشند. عناصر سنگینی مثل سرب، و کادمیم می توانند باعث مسمومیت در گیاهان زراعی و همچنین کاهش رشد و عملکرد آنها شوند.

شارما و همکاران (2007) معتقدند که تجمع روزانه بعضی از عناصر سنگین مثل Cd ، Zn، Cu، Cr در بافتهای بدن انسان سلامتی بشر را تحت الشعاع قرار می دهند.

محققین دیگر مثل لومزدن و همکاران (1983) ، شوال وهمکاران (1985) و گیوسکویانی وهمکاران (1998) در تحقیقات خویش تاکید می کنند که عناصری مثل Cr، As،Cd سرطان زا هستند و Pb وHg باعث بروز

Archive of SID

www.SID.ir

ناهنجاری در کودکان می شوند، اورگانیسم های بیماریزا نیز در آبهای آبیاری باعث ایجاد بیماری های همه گیرمی شوند.

مسلماً باید درمورد آلودگی محصولات کشاورزی و نیز عناصر سمی سنگین مثل Cd و Si در آنها، نهایت دقت بعمل آید، بهمین دلیل غلظت عناصر سنگین در قسمتهای خوراکی گیاهان، باید زیرسطح استاندارد تعیین شده باشد تا برای مصرف کننده اثر سوء نداشته باشند، هدف از این تحقیق تعیین عناصر سنگین دراندام های درخت پسته واریته اوحدی (ریشه، ساقه، برگها و میوه) تحت آبیاری کامل با فاضلاب یا مخلوط فاضلاب با آب معمولی می باشد.

مواد وروشها

این تحقیق در باغ پسته دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد و از فاضلاب تصفیه شده دانشگاه که برای این تحقیق استفاده گردید شامل هفت نوع آب برای آبیاری با نسبت های 16/7، 33/3، 50، 66/7، 83/7، 100 درصد آب فاضلاب و آب معمولی لوله کشی شهر بود.

طرح براساس بلوکهای تصادفی با نه (9) تکرار بود.63 گودی دایره ای شکل (1/5 متر قطر) و حدود 7/5 متر مربع برای هر پلات یا هر درخت در نظر گرفته شده بود این گودی ها حدود 20 سانتیمتر عمق (برای آبیاری) داشتند : قبلا شخم عمیق (40 cm)، دیسک و فارو در زمین زده شد و شبکه لوله های آبیاری تعبیه گردید.

نمونه های آب، خاک و فاضلاب برای تجزیه به آزمایشگاه فرستاده شدند. نهال های دوساله پسته رقم اوحدی از موسسه ای معتبر درکرمان در اوائل اسفند 1385 خریداری شد (درکیسه های پلاستیکی باطول cm 50 و قطر15 سانتی متر) این نهال ها در سال اول کاشت در گلخانه و تحت آبیاری مه پاش بودند و سال بعد به شرایط هوای آزاد و آبیاری بارانی انتقال یافته بودند. این بوته ها به هر گودی (پلات) منتقل شدند، فاصله مرکز هر پلات از پلات دیگر حدود 3 متر بود؛ و آبیاری هر15 روز یکبار انجام شد. بعد از سه سال از کاشت این درختان و آبیاری با نسبتهای فوق الذکر فاضلاب، درختان پسته به گل نشسته ومیوه دهی آغاز شد.

خاک باغ سیلت لومی با pH= 7/1 بود و محدودیت شوری یا سدیمی نداشت و میزان ماده آلی خاک 0/19% بود. تجزیه شیمائی خاک قبل از آبیاری و بعد از سه سال آبیاری با مخلوط آبهای فوق الذکر در جدول شماره 1 آمده است. آبیاری درختان پسته فقط در زمان رشددرختان طبق روال عادی منطقه انجام شد (10 بار در طول رشد).

در پایان تحقیق سه ساله میوه‌های پسته، شاخه‌ها، برگها و ریشه ها جمع آوری شدند؛ نمونه ها با آب مقطر شسته شدند و سپس در آون الکتریکی در 65°C بمدت 8 ساعت خشک شدند سپس آسیاب شده و درکیسه های کاملا دربسته برای تجزیه شیمیایی آماده شدند.

درجدول شماره2، نتایج تجزیه آب مورد مصرف آبیاری (pH، نمکهای محلول ، مواد غذائی کم مصرف ، میزان عناصر سنگین) مشاهده میشوند. نمونه های گیاهی در اسید نیترو- پرکلرید حل شدند و مواد غذائی کم مصرف و عناصر سنگین توسط جذب اتمی (atomic- absorbtion) مشخص گردید (جداول 3-2). فاضلاب تصفیه شده دانشگاه شهید باهنر کرمان از نوع لجن فعال است (activated sludge) و شامل مخازن هوادهی اولیه، ثانویه وسیع و تانک های رسوب (sedimentation tank)، تانک های ذخیره، تانک های کلرزنی و سایر ضمائم ضروری است.

نتایج

با توجه به جدول 2 مشاهده می شود که عناصر سنگین در میوه پسته عبارت بود از:

Zn>Cu>Cd>Pb>Ni>Co وبا توجه به جدول 3 در برگ های پسته عبارت بود از : Zn>Cd>Cu>Pb>Ni>Co و با توجه جدول 5 درشاخه های پسته عبارت بود از:

Archive of SID

www.SID.ir

Zn>Cd>Pb>Ni>Co و با توجه به جدول 4 در ریشه های پسته عبارت بود از:

Zn>Cu>Cd>Pb>Ni>Co

جدول شماره 6 نشان می دهدکه سطح عناصر Cd و Zn بالاتر از حد مجاز در قسمت های خوراکی میوه ها یا سبزی ها است که توسط ATSDR (آژانس ثبت مواد سمی و بیماریهای وزارت بهداشت آمریکاااعلام گردیده، 1993)

با توجه به جداول شماره 2 تا 5 غلظت عناصر سنگین در اندامهای مختلف درختان پسته و میوه پسته مشاهده می شود که غلظت عناصر Pb، Cd،Cu و Zn در همه اندام های پسته بالاتر از حد مجاز بود؛ در مورد عنصر روی تمام اندام های درخت؛ غلظتی بیش از حد مجاز را نشان دادند؛ فقط در چند نمونه میزان این عنصر کمتر از حد مجازبود؛ این غلظت در میوه، برگ، شاخه ها و ریشه ها به ترتیب (13/2-26)،(6/1-20/5)،(16/0-77/7)،(8/0-23/3) میلی گرم/ کیلوگرم بود؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که عنصر روی بوسیله پسته جذب شده و در بخش های خوراکی وغیرخوراکی پسته تجمع یافته است. طبق نظر فاسمیر(1990) روی اضافی دربدن انسان می تواند اثرات مسمومیتی حاد و مزمن را ایجاد کند؛ اما نه از طریق مواد طبیعی در غذا، بلکه از طریق مصرف بیش از حد قرص ها یاکپسول های روی. اثرات حاد مسمومیت با روی (200 میلی گرم درکیلوگرم یا بیشتر) باعث ناراحتی‌های معده، سرگیجه، تهوع، استفراغ، انقباض و درد ماهیچه های شکمی و اسهال خونی می‌شود. اثرات مزمن این عنصر (بین 300 -100 میلیگرم روی- روزانه) در افراد بالغ باعث کاهش ایمنی بدن و کلسترول HDL و نیز کاهش اثرات وفعالیت عنصر مس دربدن است.

برای عنصر کادمیوم؛ پتانسیل وجود آن در خاک وآب بیشتر است؛ در این تحقیق میانگین اندازه گیری شده این عنصر در میوه، برگ، شاخه ها و ریشه پسته بترتیب (1/8-5/6)، (5/0-13/5)، (0/0-11/2)، (8/7-17/2) میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک می باشد. طبق نظرATSDR اگر کادمیوم در دراز مدت در آب و غذای انسان موجود باشد، تجمع آن در کلیه باعث بیماریهای کلیوی می شود.

این آزمایش نشان داد که مقادیر مس در میوه، برگ، شاخه، و ریشه ها بترتیب (3/0-10/6)، (2/0-10/6)، (1/8-5/4)، (2/2-4/2) میلیگرم / کیلوگرم بود؛ که نسبتا کم و در بسیاری موارد از حد مجاز توصیه شده کمتر بود (جداول 2 تا 5).

تجمع سرب نیز دراندام های پسته بندرت از حد مجاز توصیه شده تجاوز کرد؛ میزان این عنصر در میوه، برگ، شاخه‌ها و ریشه پسته به ترتیب (1/1-1/7)، (1/4-4/2)، (1/3-3/2)، (1/4-2/5)، میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. غلظت عناصری مثل کبالت ،نیکل وعناصردیگر در اندامهای مختلف پسته اوحدی از میزان مجاز تجاوز نمی کند (جداول 2 تا 5) (طبق نظریه نریاگو و پاسینا، 1988، غلظت نیکل اگر بیش از حد مجاز درغذاها باشد کشنده است).

بحث

تجمع عناصر سنگین در اندام های مختلف پسته رقم اوحدی (میوه، برگ، ساقه، ریشه) که با فاضلاب تصفیه شده آبیاری شده بود در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که، میزان عناصر در میوه بترتیب؛ روی = 20/700؛ مس=6/871؛ کادمیوم=3/529 و سرب = 1/471؛ نیکل=0/52؛ کبالت= 0/0534 میلی گرم/ کیلوگرم ماده خشک بود. غلظت عناصر روی؛ کامیوم درمیوه پسته از میزان مجاز توصیه شده این عناصر، توسط ASTAR (1993) بیشتر بود.

در برگ ها که قسمت خوراکی پسته نیست غلظت عناصر روی= 12/60؛ مس=7/729؛ کادمیوم=6/516؛ سرب= 2/443؛ نیکل= 0/096؛ کبالت= 0/093 میلی گرم بر در هر کیلوگرم ماده خشک بود. در شاخه و ریشه پسته نشان دهنده آن است که در آبیاری با فاضلاب؛ این عناصر از خاک و آب جذب ریشه‌ها شده و در همه اندام‌ها تجمع می یابند، تجمع این عناصر درمیوه پسته اهمیت بیشتری دارد و نباید از حد مجاز تجاوز کند و احتمال افزایش تجمع این مواد در میوه

Archive of SID

www.SID.ir

پسته، ریسک خطرات احتمالی را افزایش خواهد داد؛ یکی از راههای مصرف فاضلاب در درختان پسته می تواند مخلوط کردن آن با آب آبیاری به نسبتهای متفاوت باشد که دراین تحقیق انجام شد؛ البته در مواردی آبشوئی خاک با جریان شدید آب، نیز می تواند غلظت عناصر سنگین را در خاک کاهش دهد.

جدول شماره 1- نتایج تجزیه شیمیائی خاک؛ قبل از آبیاری با فاضلاب (الف) و بعد از 3 سال آبیاری با فاضلاب (ب)

خاک	No_3 %	No_2 %	Sp %	CI (ppm)	So (ppm)	HCo_3 (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Na (ppm)
خاک الف	2/18	1/38	30	2923	2274	137/2	220/23	1842/8	1698
خاک ب	230	1/24	32	11164	1957/2	274/5	567/8	3659/1	4553

خاک	SAR[1]	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	C %	EC	pH
خاک الف	2/69	1	1/72	4/75	1/06	19	227	0/17	12/9	7/47
خاک ب	3/22	1/1	1/16	8/5	1/17	40	269	0/19	34/6	7/42

جدول شماره 2- غلظت عناصر سنگین درمیوه درخت پسته واریته اوحدی(میلی گرم/گرم ماده خشک) پس از آبیاری با فاضلاب

شماره تیمارآبیاری	Co	Cd	Pb	Mn	Ar	Na	Cu	Zn	K	Mg	Ni	%آب فاضلاب
1	0/05	5/6	1/5	6/2	0	0/046	8/3	21/9	16/92	1/91	0/68	0/0
2	0/03	5/5	1/7	4/3	0	0/037	3	13/2	13/76	1/55	0/31	50/0
3	0/03	2/4	1/7	6/4	0	0/037	6/9	24/3	15/21	2/05	0/49	83/3
4	0/03	3/5	1/4	4	0	0/041	5/7	17/9	14/32	1/61	0/42	100/0
5	0/03	2/4	1/3	5/5	0	0/034	4	17/5	9/79	1/73	0/57	16/7
6	0/03	3/5	1/6	5/9	0	0/034	9/6	26	15/8	1/93	0/51	66/7
7	0/04	1/8	1/1	6/3	0	0/045	10/6	24/1	16/12	1/7	0/66	33/3
Mean	0/034	3/529	1/471	5/514	0	0/039	6/871	20/700	14/560	1/783	0/520	
St.Dev	0/007	1/400	0/205	0/909	0	0/005	2/618	4/283	2/185	0/170	0/121	

جدول شماره 3- غلظت عناصر سنگین در برگ درخت پسته رقم اوحدی (میلیگرم برگرم ماده خشک) پس از آبیاری با فاضلاب

شماره تیمار آبیاری	Co	Cd	Pb	Mn	Ar	Na	Cu	Zn	K	Mg	Ni	%آب فاضلاب
1	0/23	11/5	2/8	14/7	0	0/19	6/3	10/4	8/51	2/94	0/67	0/0
2	0/09	12/4	2/4	15	0	0/167	2/8	7/7	6/28	5/94	0	0/50
3	0/08	13/5	4/2	24/6	0	0/154	12/3	20/5	10/69	8/07	0	83/3
4	0/08	10	2/5	14	0	0/318	10/6	13/5	12/87	5/16	0	100/0
5	0/09	5	1/5	12/9	0	0/949	2	6/1	8/61	6/43	0	16/7
6	0/08	5/6	1/4	17/3	0	0/293	10/4	15/1	7/04	6/9	0	66/7
7	0	7/1	2/3	19/5	0	0/532	9/7	14/9	8/57	4/74	0	33/3
Mean	0/093	9/300	2/443	16/857	0	0/372	7/729	12/600	8/939	5/740	0/096	
St.Dev.	0/063	3/153	0/863	3/762	0	0/265	3/767	4/565	2/057	1/534	0/234	

[1]. Sodium Absorption Ratio

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره 4- غلظت عناصر سنگین درریشه درخت پسته رقم اوحدی (میلی گرم بر گرم ماده خشک) پس از آبیاری با فاضلاب

%آب فاضلاب	Ni	Mg	K	Zn	Cu	Na	Ar	Mn	Pb	Cd	Co	شماره تیمار آبیاری
0/0	0/74	2/04	2/76	12	3/7	0/975	0	17/3	1/4	16/5	0/11	1
50/0	0	2/39	3/63	8	4/2	0/609	0	16/2	1/9	14/9	0	2
83/3	0	1/45	4/64	20/2	2/9	0/215	0	13/3	1/7	8/7	0/12	3
100/0	0/01	1/54	5	20/2	3/8	0/087	0	25/4	1/9	12/9	0/04	4
16/7	0	1/45	3/17	7/2	2/2	0/508	0	10/4	2/1	12/4	0/06	5
66/7	1/14	1/79	5/98	73/3	2/9	0/639	0	27/1	1/9	17/2	0/24	6
33/3	0/33	1/73	3/27	15/1	4/1	0/454	0	18/9	2/5	15/2	0	7
	0/317	1/770	4/064	15/143	3/400	0/496	0	18/371	1/914	13/971	0/081	Mean
	0/423	0/320	1/082	5/876	0/689	0/270	0	5/619	0/314	2/688	0/078	St.Dev.

جدول شماره 5- غلظت عناصر سنگین در شاخه درخت پسته رقم اوحدی (میلی گرم بر گرم ماده خشک) پس از آبیاری با فاضلاب

%آب فاضلاب	Ni	Mg	K	Zn	Cu	Na	Ar	Mn	Pb	Cd	Co	شماره تیمار آبیاری
0/0	0	1/35	8/13	17	4/1	0/166	0	24/1	3/2	11/1	0	1
50/0	0	1/93	4/13	16	1/8	0/165	0	24	2/1	10/7	0	2
83/3	0/24	1/69	6/85	21	2/1	0/101	0	24	1/8	5/4	0	3
100/0	0	2/77	5/7	18/7	3/7	3/719	0	30/3	2/3	0	0/22	4
16/7	0	1/75	5/8	11/9	1/9	0/199	0	9/9	1/3	0	0	5
66/7	0	2/5	5/2	77/7	5/4	0/111	0	57/4	2	11/2	0/05	6
33/3	0	0/97	5/67	24/6	3/9	0/175	0	26/2	2	0	0	7
	0/034	1/581	5/926	26/700	3/271	0/665	0	27/986	2/100	5/486	0/39	Mean
	0/084	0/578	1/171	21/144	1/266	1/248	0	13/351	0/535	5/094	0/076	St.Dev.

جدول شماره 6- میانگین غلظت عناصر سنگین در اندام های مختلف درخت پسته اوحدی (میلی گرم برگرم ماده خشک) پس از آبیاری با فاضلاب

Ni	**Mg**	**K**	**Zn**	**Cu**	**Na**	**Ar**	**Mn**	**Pb**	**Cd**	**Co**	عناصر اندامها
0/52	1/783	14/560	20/70	6/871	0/039	0/000	5/514	1/471	3/529	0/034	میوه
0/096	5/740	8/939	12/600	7/729	0/372	0/000	16/857	2/443	9/300	0/093	برگ
0/034	1/851	5/926	26/700	3/271	0/662	0/000	27/986	2/100	5/486	0/039	شاخه
0/317	1/770	4/064	15/413	3/400	0/498	0/000	18/371	1/914	13/971	0/081	ریشه

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده:

1) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1993. Toxicological Profile for Cadmium Atlanta. U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service.
2) Bouldin, D.R., 1997. Why guidelines for beneficial use of sluges are different and estimates of alternatives. Soil Science Society of North Carolina Proceedings, Vol. XXXX.
3) Bradford, A., Brook, R. and Hunshal, C., 2003. Wastewater irrigation. Inter. Symp.on Water, Poverty and Productive. 21-23 Jan. Muldersdrift, South Africa.
4) Carrillo, G.R. and Cajuste, L. J., 1992. Heavy metals in soils and alfalfa irrigated with three sources of wastewater. Envir. Sci. and Health J., Part-A – Envir. Sci and Eng.27(7):1771-1783.
5) Elsokkary, T. H. and Sharaf, A. I., 1990. Enrichment of soils and plant irrigated by wastewater by zinc and cadmium. Egyptian J. of Soil Sci. 36(1-4)219-232.
6) Fosmire, G., Zinc Toxicity. Am. J.Clin. Nutr. 51:225-227. 1996.
7) Giusquiani, P. L., Maruchini, C. and Busineli, M., 1998. Chemical properties of soil amended with compost of urban waste, Plant Soil 109:73-79,
8) Hallmark W. B., Brown, L. P., Viator, H. P., Habetz, R. J., Caldwell, W. D. and Cook,C.G., Kenaf: 1994. A new crop for Louisiana. Louisiana Agr.37(2).
9) Lumsden, R. D., Lewis, J. A., and Millner, P.D., 1983. Effect of composted sewage sludge on several soil bron pathogens and disease. Phytopathology 73:1543-1548.
10) Mays, D. A., and Girodano, P. M., 1988. Benefits from land application of municipal sewage sludge. Circ.Z-238. TVA, Nat. Ferti. Devep. Cent. Muscle Shoals, Al.
11) Meani, A. T., Al-Juburi, J. S., and Al- Hamadany, R. H., 1993. Effect of irrigation with wastewater on some micronutrients and heavy metals levels in calcareous soil Mijalat Zire Mesopotamia Journal of Agric., Iraq,25(4)27-35.
12) Nriagu, J. O. and Pacyna, J. M., 1988. Quantitative assessment of wordwide contamination of air, water and soil by trace metals. Nature, 33:134-9.
13) Panaras, A. and Evgenidis, G., Corn irrigation with reclaimed municipal wastewater. Global Nest. The Int. J. 5: 3945, 2003.
14) Samaras, B. and C. D. Tsadials., 1999. Recycling municipal wastes in agriculture. I: Sludge application to corn crop. R'99 Congress (Recovering, Recycling, Re-integration) (www.enironmental--expert. com/even/r2000/r2000htm.
15) Sharma, R. K., Agrawal, M. and Marshall, F., 2007. Heavy metal concentration of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India Ecotox. and Enviro. Safety 66: 258-266.
16) Shuval, H. I., Yekutial, p., and Fattal, B., 1985. Epidemiological evidence for Helminthand Cholera Transmission by vegetable irrigated with wastewater. Jerusalem – case study, Water Sci Techn.,1,4/5,433.
17) Tsadalis, C. D., 1999. Recycling municipal wastewater. R'99 Congress (ecovering, Recycling, Re-integration) (www.environmental--expert. com/events/r2000/r2000htm).

Archive of SID

www.SID.ir