Archive of SID

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و دوم شماره ۹۸ اسفند سال ۱۳۹۱ (۲۴۲-۲۳۴)

بررسی میزان فلزات سنگین (کروم- کادمیوم- سرب) در آب آبیاری و برنج رقم طارم تولیدی مزارع شهرهای مرکزی استان مازندران

محمد شکرزاده[۱]
محمود علی رکنی[۲]
گالستین[۳]

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی با فلزات سنگین یک مشکل جدی و در حال گسترش است. ورود فلزات سمّی از طریق فعالیت‌های انسانی باعث آلودگی بسیاری از خاک‌ها شده است. در بررسی سمیت فلزات در سیستم‌های مختلف و پیچیده گیاه - خاک، عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی‌های خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیست محیطی می‌باشند. لذا ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثرات سوء متابولیکی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده بر جای می گذارد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرات فلزات سنگین (کروم- کادمیوم- سرب) آب آبیاری و رقم برنج طارم این تحقیق در سال های زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ در ۳ منطقه موارم کلا، سیدمحله و محله کلا واقع در شهرستان‌های قائم‌شهر، ساری و جویبار (در منطقه مرکزی استان مازندران کشور ایران) انجام گرفت. نمونه‌برداری شامل نمونه‌های منابع آب آبیاری و محصول برنج انجام گردید. نمونه‌برداری و نحوهٔ انجام آزمایش میزان فلزات سنگین با توجه به روش پیشنهادی کتاب استاندارد متد بوده و در خاتمه کار، میزان غلظت فلزات مورد نظر در نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی سنجیده شد. جهت انجام محاسبات آماری و مقایسه کمّی داده‌ها (میانگین ± انحراف معیار) از روش آنالیز واریانس‌ها و آماره T.Test توسط نرم افزار Prism و Stata11 استفاده شده که $p<۰/۰۵$، به‌عنوان معنی‌دار تلقی شده است.

یافته‌ها: نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در نمونه‌های آب مناطق تحت مطالعه فلز کادمیوم در تمامی مناطق از جمله منطقه سیّد محله بالاتر از استاندارد بوده و در ارتباط با سایر فلزات، اگرچه کمتر از استاندارد بوده ولی با توجه به اثر تجمعی (Accumulative) عناصر، حائز اهمیت بوده و همچنین از میان فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب در نمونه برنج مناطق تحت مطالعه، فلز کادمیوم در مناطق جویبار (محله کلاء) و سیّدمحله بالاتر از استاندارد بوده و در منطقه موارم کلاء کم‌تر از استاندارد می‌باشد. فلز سرب در نمونهٔ برنج منطقه جویبار (محله کلاء) بیش تر از استاندارد و در سایر مناطق بررسی شده، کمتر از میزان استاندارد بوده است و در خصوص فلز کروم، این فلز در تمامی مناطق تحت مطالعه، کمتر از استاندارد می‌باشد.

استنتاج: این موضوع با عنایت به اثرات تجمعی فلزات سنگین و عوارض سوء ناشی از آن بر جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی قابل توجه خاص می باشد.

واژه های کلیدی: برنج، فلزات سنگین، آب آبیاری مزارع، جذب اتمی

مقدمه

آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی با فلزات سنگین یک مشکل جدی و در حال گسترش است. ورود فلزات سمی از طریق فعالیت‌های انسانی باعث آلودگی بسیاری از خاک‌ها شده است به طوری که شدت آلودگی در

مؤلف مسئول: محمودعلی رکنی- ساری: انتهای شهبند، اداره کل محیط زیست استان مازندران E-mail: mahmoudali.rokni@yahoo.com

۱. مرکز تحقیقات علوم دارویی، گروه سم شناسی/فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. اداره کل محیط زیست استان مازندران، ساری، ایران

۳. گروه اکولوژی کشاورزی دانشگاه کشاورزی ایروان، ایروان، ارمنستان

تاریخ دریافت : ۱۳۹۱/۴/۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۱/۷/۱۸ تاریخ تصویب : ۱۳۹۱/۱۱/۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

این خاک‌ها یا بیش از حد طبیعی است و یا به زودی به آن خواهد رسید(۱، ۲). در سراسر جهان تحقیقات متعددی بر روی آلودگی خاک‌ها و گیاهان به فلزات سنگین به ویژه از طریق آبیاری با فاضلاب‌های شهری و صنعتی و یا لجن‌های فاضلاب در مزارع انجام گرفته است. از سویی شواهد واضحی وجود دارد که شکل‌ها و گونه‌های مختلف گیاهان در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت بسیار زیادی با هم دارند بدین ترتیب مشخص می‌شود که در بررسی سمیت فلزات در سیستم‌های مختلف و پیچیده گیاه - خاک، عوامل زیادی وجود دارند که مرتبط با ویژگی‌های خاک، خصوصیات گیاه و دیگر عوامل زیست محیطی می‌باشند. ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثرات سوء متابولیکی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده به جای می‌گذارد. کادمیوم، کروم و سرب به لحاظ پیشینه بررسی‌ها و تحقیقات انجام شده حائز اهمیت بوده و ضرورت عنایت خاص در این مقوله طلب می‌نماید. امروزه آلودگی رو به افزایش فاضلاب‌های شهری و یون‌های سمی یک مسأله نگران کننده زیست محیطی می‌باشد. نقش فلزات سنگین در آلودگی‌های زیست محیطی و اثرات سوء بر روی انسان بسیار حائز اهمیت است. فلزات سنگین از راه‌های گوناگون وارد بدن انسان می‌شوند. یکی از این راه‌ها بلع آن‌ها همراه با مواد غذایی می‌باشد(۳). حضور فلزات سنگین بیش از استانداردهای تعریف شده در محیط باعث بروز مشکلات و عوارض زیست محیطی برای ساکنان آن محل و اکوسیستم می‌گردد. اثرات فلزات سنگین روی انسان مختلف بوده و عمده ترین آن مربوط به بروز اختلالات عصبی- سرطان‌زایی- اختلالات ژنتیکی و عوارض ناقص الخلقه زایی و .... است(۴، ۵، ۶، ۷). برنج یکی از انواع پرمصرف غلات در جهان به شمار می‌رود و به طور گسترده در رژیم غذایی مردم وجود دارد و برنج طارم یکی از انواع گونه هایی مرغوب و مشتری پسند در منطقه شمال کشور و ایران می‌باشد. طبق گزارش FAO تقریباً ۳۰ درصد از منبع انرژی و ۲۰ درصد از منبع پروتئین جهان از طریق مصرف برنج فراهم می گردد(۴) مطالعات متعددی در جهان بر روی محتویات فلزات سنگین در برنج صورت گرفته است(۵، ۶، ۷) ولی مطالعه جامعی بر روی وضعیت برنج‌های کشت شده با توجه به محتوی فلزات سنگین در آب آبیاری به‌خصوص در شمال کشور ایران صورت نپذیرفته است. مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت غلظت فلزات سنگین در آب و گیاه برنج در مناطقی از شهرستان‌های ساری، جویبار و قائم شهر در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و به منظور بررسی میزان فلزات سنگین بر آب آبیاری کشاورزی و برنج رقم طارم صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در آب آبیاری برنج این تحقیق در ۳ منطقه موارم کلا، سیدمحله و محله کلا واقع در شهرستان های قائم‌شهر، ساری و جویبار در منطقه مرکزی استان مازندران در شمال کشور ایران که در تصویر شماره ۱ نشان داده شده انجام گرفت. نمونه‌برداری شامل نمونه‌های منابع آب آبیاری و برنج رقم طارم قبل و بعد از درو گیاه در بازه زمانی لازم و مناسب به شیوه زیر انجام گردید.

الف) آب: منابع آب برای آبیاری اراضی شالیزاری منطقه مورد مطالعه شامل آب‌بندان، چشمه و چاه بوده، که در فصول زراعی به تعداد ۲۷ نمونه مرکب (در هر سه منطقه مورد مطالعه به تفکیک ۹ نمونه) در هر سال (۲۷ نمونه در سال ۱۳۸۹ و همچنین ۲۷ نمونه در سال ۱۳۹۰) نمونه‌برداری شد. شیوه نمونه برداری از منابع آبی مذکور به صورت مرکب (از نظر زمانی و نوع منبع آبیاری برای زمین‌ها) بوده است یعنی چون در این مناطق از شیوه مرکب آبیاری(هم از آب آب بندان – هم از چشمه بالا دست و هم از آب چاه در مواقع کم آبی) استفاده می‌شود لذا نمونه برداری توسط ظروف پلی‌اتیلنی که ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری توسط اسید

www.SID.ir

Archive of SID

نیتریک ۵ درصد اسید واش و سپس توسط آب مقطر شسته می‌شد استفاده شده است. نمونه‌برداری و نحوهٔ انجام آزمایش میزان فلزات سنگین با توجه به روش پیشنهادی کتاب‌های water sampling و استاندارد متد می‌باشد. در خاتمه کار، میزان غلظت فلزات مورد نظر در نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی سنجیده شد(۸، ۹).

ب- برنج: در محصول برنج، مزارع مورد بررسی سیّد محله، موارم کلاء و محله‌کلای جویبار، تعداد سه کپه به روش Random Sampling و در مجموع به تعداد ۱۵ کپه انتخاب شد. در ادامه نمونه‌برداری از محصول برنج در هنگام درو محصول، از اماکن مذکور و در مجموع به تعداد ۱۵ نمونه از مزارع منتخب برداشته شد. از هر یک از پانزده نمونه، میزان ۱۰۰ گرم به صورت مخلوط جدا نموده و برای آنالیز پارامترهای فلزات سنگین به آزمایشگاه منتقل گردید تا آماده سازی به منظور قرائت دستگاهی با جذب اتمی صورت پذیرد.

- در روش جذب اتمی برای رسیدن به حداقل خطای ممکن، کلیه وسایل مورد استفاده در طی مراحل مختلف آزمایش به مدت حدود ۲۴ ساعت در تانک اسید نیتریک با غلظت ۵ درصد اسید واش (Acid wash) شد و سپس با آب دوبار تقطیر شسته و مورد استفاده قرار گرفت. روش به‌کار گرفته شده برای آماده سازی نمونه‌ها، به روش خاکستر خشک (Drying ashing) بوده است که معمولاً برای اندازه‌گیری بسیاری از عناصر جزیی در مواد غذایی به کارگرفته می‌شود. نمونه‌های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به منظور عاری نمودن از کربن، به آن‌ها ۲ml اسیدنیتریک غلیظ اضافه نموده و بروی صفحه داغ (Hot Plate) با درجه حرارت ملایم اسید را تبخیر کرده تا اسید غلیان نکند. به نمونه‌های سفید شده 10ml، HCL یک نرمال اضافه کرده و بر روی صفحه داغ با درجه حرارت پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل شود. محلول را به بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری پس از سرد کردن با اسید کلریدریک یک نرمال به حجم رسانده می‌شود. سرانجام محلول‌های موجود در بالن ژوژه در بطری پلاستیکی درب‌دار ریخته و کدگذاری می‌گردد. (علت عدم استفاده از ظروف شیشه‌ای مربوط به چسبیدن فلزات سنگین به جدار شیشه می‌باشد).

در نهایت نمونه‌ها برای سنجش با دستگاه جذب‌اتمی با شعله مدل وریان A100 آماده می‌باشند و ابتدا غلظت‌های استاندارد میانی (۰/۵-۱- ۵ -۱۰- ۵۰ PPM) از محلول تیترازول PPM۱۰۰۰ هر یک از فلزات تهیه و دستگاه را توسط این غلظت‌ها کالیبره نموده و صحت غلظت‌های مربوط توسط دستگاه در سه بار قرائت بررسی گردید (r =۰/۹۸۸) و سپس نمونه‌های آماده شده از آب و برنج ها به دستگاه تزریق و غلظت‌های هر یک از فلزات به‌دست آمد(۹، ۱۰، ۱۱). جهت انجام محاسبات آماری و مقایسه کمّی داده‌ها (میانگین ± انحراف معیار) از روش آنالیز واریانس‌ها و آماره T.Test توسط نرم افزار Prism و Stata11 استفاده شده که $p<۰/۰۵$، به‌عنوان معنی‌دار تلقی شده است همچنین با توجه به استاندارد میزان این فلزات در آب و برنج به شکل توصیفی (بالاتر یا پایین تر بودن) و هم به شکل تحلیلی مقایسه مقادیر به‌دست آمده با استاندارد از برنامه آماری Stata11 به روش One Sample .T- Test نیز به‌عمل آمده که $p<۰/۰۵$، به‌عنوان معنی‌دار تلقی شده است.

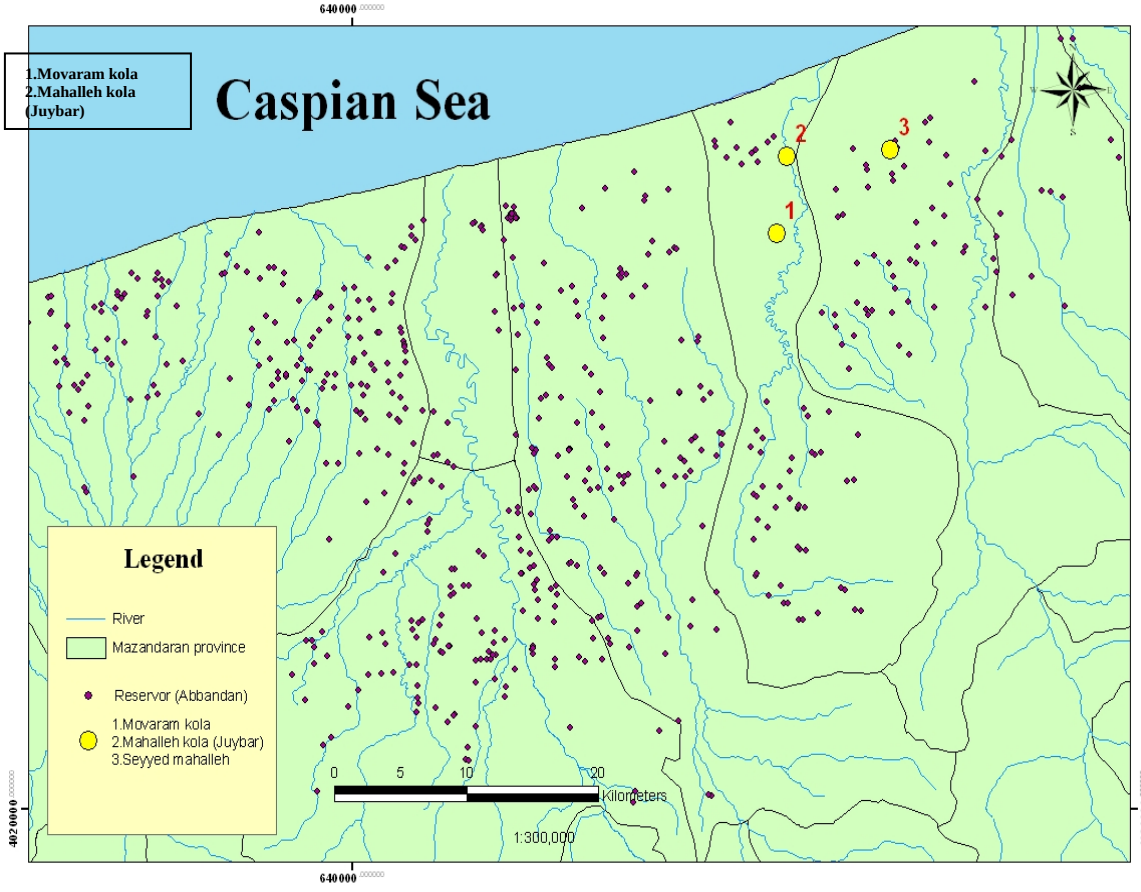
یافته‌ها

نتایج مقایسه میانگین و انحراف معیار فلزات مورد ارزیابی (سرب-کادمیوم-کروم) در آب آبیاری و رقم طارم برنج در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به ترتیب در جداول شماره ۱ و۲ ارائه گردیده است.

۱- نمونه‌های آب: با توجه به جدول شماره ۱، مقایسه میانگین فلز سرب در فصول زراعی در مناطق مورد بررسی، مشخص گردید که کم ترین میزان در موارم کلاء به مقدار ppm ۰/۱۶ ± ۰/۴۶۳ در سال ۱۳۹۰

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر شماره ۱: نقشه ۳ منطقه مورد بررسی موارم کلا، سیدمحله کلا در منطقه مرکزی استان مازندران در استان مازندران

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱: مقایسه میانگین و انحراف معیار مقادیر فلزات سنگین(سرب-کروم - کامیوم) در آب آبیاری مزارع برنج در ۳ منطقه موارم کلا، سید محله ومحله کلا بر حسب PPM در سال های زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و مقایسه با استانداردها

منطقه	فلزات سنگین	۱۳۸۹ N= 27	۱۳۹۰ N= 27	استاندارد جهت مصارف آبیاری کشاورزی mg/l	سال P Value 89 با استاندارد	t	سال P Value 90 با استاندارد	t	df
موارم کلا N= 9	کروم	۰/۰۰۶ ±۰/۲۲۷	۰/۰۵۲ ±۰/۲۵۷	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۸۸/۵	<۰/۰۰۱	۱۱/۹	۸
	کادمیوم	۰/۰۰۲ ± ۰/۳۲۵	۰/۰۵۵ ±۰/۳۶۳	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۴۸	<۰/۰۰۱	۱۹/۵	۸
	سرب	۰/۰۶۲ ± ۰/۵۰۸	۰/۱۶ ±۰/۴۶۳	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۲۲/۱	<۰/۰۰۱	۷/۷	۸
سید محله N= 9	کروم	۰/۰۰۱ ±۰/۲۲۲	۰/۰۹۸ ±۰/۳۱۵	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۵۱/۶	<۰/۰۰۱	۸/۱۱	۸
	کادمیوم	۰/۰۱۹ ±۰/۳۲۳	۰/۰۶۶ ±۰/۳۴۲	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۵۰/۲	<۰/۰۰۱	۱۵/۳	۸
	سرب	۰/۰۰۷ ±۰/۵۴	۰/۱۹۱ ±۰/۴۹۷	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۲۱	<۰/۰۰۱	۷/۱	۸
محله کلا N= 9	کروم	۰/۰۱۳ ±۰/۲۳۶	۰/۲۱۳ ±۰/۳۸۴	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۲۳/۶	<۰/۰۰۱	۱۲/۸	۸
	کادمیوم	۰/۰۰۵ ±۰/۳۲۹	۰/۰۳۱ ±۰/۴۰۱	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۱۹/۴	<۰/۰۰۱	۲۸/۳	۸
	سرب	۰/۰۰۷ ±۰/۵۳۲	۰/۱۲۶ ±۰/۶۰۶	۰/۰۵	<۰/۰۰۱	۲۰/۶	<۰/۰۰۱	۱۳/۲	۸

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین و انحراف معیار مقادیر فلزات سنگین در محصول برنج در ۳ منطقه موارم کلا، سید محله و محله کلا در سال های زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و مقایسه با استانداردها بر حسب PPM

سال	۱۳۸۹ N= 15			۱۳۹۰ N= 15			
منطقه / فلزات	موارم کلا N= 5	سید محله N= 5	محله کلا N= 5	موارم کلا N= 5	سید محله N= 5	محله کلا N= 5	Standard codex ,EU,WHO
کروم	۰/۰۴۹ ± ۰/۱۶۳	۰/۰۴۵ ±۰/۱۸۲	۰/۰۹۶ ±۰/۱۹۶	۰/۰۳۶ ±۰/۲۳۱	۰/۰۴۸ ±۰/۲۵۲	۰/۰۸۳ ±۰/۴۳۲	۱
سطح معنی داری	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	-----
t	۳۸/۶	۴۰/۶	۱۸/۷	۴۷/۷	۳۴/۸	۱۵/۳	-------
df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	----------
سرب	۰/۰۴۵ ±۰/۱۶۵	۰/۳۵۸ ±۰/۱۷۱	۰/۰۴۹ ±۰/۲۵	۰/۰۴۲ ±۰/۰۹۸	۰/۰۳۲ ±۰/۱۱۵	۰/۰۴۱ ±۰/۲۲۱	۰/۲
سطح معنی داری	۰/۰۳۴	۰/۰۱۳	۰/۴	۰/۷	۰/۲۵	۰/۰۳۷	-----
t	۳/۱	۳/۲	۰/۹	۰/۴	۱/۴	۳/۷	-------
df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	----------
کادمیوم	۰/۰۵۱ ±۰/۱۲۸	۰/۰۳۳ ±/۱۵۲	۰/۰۸۱ ±۰/۱۶۶	۰/۰۴۵ ±۰/۱۹۲	۰/۰۵۵ ±۰/۲۳۳	۰/۰۶۴ ±۰/۲۸۸	۰/۱ -۰/۲
سطح معنی داری	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۱۳	-----
t	۱/۷	۰/۱۸	۰/۳۲	۵/۴	۵/۹	۱/۱۴	-------
df	۴	۴	۴	۴	۴	۴	----------

و بالاترین میزان در منطقه جویبار (محله کلاء) با میزان ۰/۱۲۶ ± ۰/۶۰۶ PPm در سال ۱۳۹۰ را دارا می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اختلاف معنی‌دار در میزان سرب آب مناطق بررسی شده دیده می‌شود (p <۰/۰۰۰۱)، بین مقادیر گروه ها با مقادیر استاندارد دارای اختلاف معنی‌دار می باشد (p <۰/۰۰۱) که نشان‌دهنده تغییرات این فلز در اثر تخلیه منابع آلاینده بوده اما هنوز کمتر از استاندارد می‌باشد، ضمن لزوم توجه خاص به لحاظ اثر تجمعی فلز سرب و برنامه ریزی در این ارتباط، هنوز مشکل خاصی متصور نیست. شایان ذکر است، میزان استاندارد سرب در آب (PPb ۲۰۰ -۲۰) بوده و میزان اندازه گیری شده در تمامی نمونه‌های مناطق تحت بررسی، در حد مجاز می باشد. میانگین تغییرات فلز کادمیوم (جدول شماره ۱) در فصول زراعی در سه مناطق تحت مطالعه نشان داد که بالاترین سطح فلز کادمیوم به میزان ppm ۰/۰۳۱ ± ۰/۴۰۱ در سال ۱۳۹۰ مربوط به منطقه جویبار (محله کلاء) بوده و اختلاف معنی‌داری در میزان کادمیوم آب سه مناطق مورد بررسی دیده می‌شود (p <۰/۰۰۰۱). مقایسه میانگین فلز کروم در فصول زراعی در مناطق تحت بررسی و همچنین استانداردها، نشان داد که بیش ترین میزان این فلز در منطقه جویبار معادل ppm ۰/۲۱۳ ± ۰/۳۸۴ در سال ۱۳۹۰ بوده است. (جدول شماره ۱) تمامی مقادیر کروم مناطق مختلف کمتر از استاندارد بوده است، در مقایسه میانگین نتایج مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری در میزان کروم آب سه منطقه در دو سال

www.SID.ir

Archive of SID

مورد بررسی دیده می‌شود (p <۰/۰۰۰۱). با توجه به جدول شماره ۱ و مقایسه به‌عمل آمده در خصوص هر یک از فلزات مورد ارزیابی در آب مناطق کشاورزی مورد بررسی در طی دوسال (۱۳۸۹، ۱۳۹۰) و مقایسه با استاندارد پیشنهادی مشخص شده، که اختلاف معنی‌داری بین فلزات کروم، کادمیوم و سرب آب با استاندارد مشاهده می‌شود (p <۰/۰۰۰۱، مختلف t و df= ۸).

۲- *نمونه‌های برنج:* نتایج جدول شماره ۲، نشان می‌دهد که بیش ترین سطح فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه‌های برنج مناطق تحت بررسی، مربوط به کروم و در منطقه جویبار به میزان ppm ۰/۰۸۳ ± ۰/۴۳۲ در سال ۱۳۹۰ بوده و کمترین مربوط به سرب و در منطقه موارم کلاء معادل با ppm ۰/۰۴۲ ± ۰/۰۹۸ در سال ۱۳۹۰ می‌باشد.

در جدول شماره ۲، بیش ترین میزان سرب در نمونه‌های برنج مربوط به منطقه جویبار برابر با ppm ۰/۰۴۱ ± ۰/۲۲۱ در سال ۱۳۹۰ بوده که بالاتر از استاندارد Codex می‌باشد و در خصوص سایر نمونه‌های برنج سایر مناطق این میزان، کمتر از استاندارد بوده است. با مقایسه میانگین مشخص می گردد که در حالت کلی اختلاف معنی‌داری در میزان سرب سه منطقه در دو سال دیده نشد (p >۰/۰۵) و در داخل گروه ها نیز با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p <۰/۰۵). بیش ترین میزان میانگین غلظت فلز کادمیوم در نمونه‌های برنج مناطق بررسی شده (جدول شماره ۲) معادل با ppm ۰/۰۶۴ ± ۰/۲۸۸ در سال ۱۳۹۰ بوده و بالاتر از استاندارد Codex می‌باشد. شایان ذکر است، میزان میانگین کادمیوم در نمونه‌های برنج منطقه سیّد محله که برابر با ppm ۰/۰۵۵ ± ۰/۲۳۲ بوده، نیز بالاتر از استاندارد می‌باشد. اطلاعات به‌دست آمده نشان داد که فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی ممکن است به میزان قابل توجهی کادمیوم به گیاه برسانند. با مقایسه میانگین مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری در میزان میانگین کادمیوم برنج مناطق تحت بررسی دیده نمی‌شود (p >۰/۰۵) و در داخل گروه‌ها نیز با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p >۰/۰۵). بیش ترین میزان میانگین اندازه گیری شده فلز کروم در نمونه‌های برنج مناطق مختلف به میزان ppm ۰/۰۸۳ ± ۰/۴۳۲ در سال ۱۳۹۰ و مربوط به منطقه جویبار (محله کلاء) بوده است (جدول شماره ۲) مجموعهٔ مقادیر اندازه‌گیری شده کروم از استاندارد Codex کمتر می باشد. نتایج مقایسه میانگین مشخص نمود که اختلاف معنی‌داری در میزان کروم برنج سه مناطق مورد بررسی در سال‌های آزمایش دیده نمی‌شود (p >۰/۰۵) و در داخل گروه‌ها و نیز با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p >۰/۰۵).

با توجه به جدول شماره ۲ و مقایسه به‌عمل آمده در خصوص هریک از فلزات مورد ارزیابی در برنج طارم مناطق کشاورزی مورد بررسی در طی دوسال (۱۳۸۹، ۱۳۹۰) و مقایسه با استاندارد پیشنهادی Codex EU, WHO مشخص شده، که اختلاف معنی‌داری بین فلزات کروم، برنج با استاندارد مشاهده می‌شود (p <۰/۰۰۰۱)، مختلف t و df= 4) ولی در خصوص سرب در سال ۱۳۸۹ در منطقه موارم کلاء (p =۰/۰۳۴، t =۳/۱ و df =۴) و سید محله (p =۰/۰۱۳، t =۳/۲ و df =۴) و در سال ۱۳۹۰ فقط منطقه محله کلاء (p =۰/۰۳۷، t =۳/۷ و df =۴) این اختلاف با استاندارد معنی‌دار می‌باشد و لیکن در ارتباط با مقایسه میزان کادمیوم با استاندارد پیشنهادی در سال ۱۳۸۹ نمونه‌های منطقه موارم کلاء و در سال ۱۳۹۰ نمونه‌های منطقه محله کلاء اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده ولی در سایر مناطق در دو سال مورد بررسی این اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در نمونه‌های آب مناطق تحت مطالعه فلز کادمیوم در تمامی مناطق از جمله منطقه سیّد محله بالاتر از استاندارد بوده و در

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط با سایر فلزات، اگرچه کمتر از استاندارد بوده ولی با توجه به اثر تجمعی (Accumulative) عناصر فلزی به خصوص به‌علت نیم عمر بالای آن‌ها در طبیعت و سیستم‌های بیولوژیکی، ضرورت برنامه‌ریزی خاص در این ارتباط را طلب می‌نماید(۲، ۵، ۶، ۹، ۱۱).

همچنین از میان فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب در نمونه برنج مناطق تحت مطالعه، فلز کادمیوم در محله کلاء و سیّدمحله بالاتر از استاندارد و در منطقه موارم کلاء کم‌تر از استاندارد بوده و میزان سرب در نمونهٔ برنج منطقه محله کلاء بالاتر از استاندارد بوده و در سایر مناطق بررسی شده، کمتر از میزان استاندارد به‌دست آمده است و در خصوص فلز کروم، این فلز در تمامی مناطق تحت مطالعه، کمتر از استاندارد پیشنهادی می‌باشد. بالا بودن سطح فلز سرب در منطقه جویبار (محله کلاء) را می توان به بهره‌برداری از معادن، سوخت‌های فسیلی (ترا اتیل و ترامتیل سرب) و پساب و لجن صنایع مختلف مرتبط دانست(۱۲). در ارتباط با کروم می‌توان گفت که به‌طور طبیعی در آب وجود ندارد و تنها از طریق آلودگی‌های صنعتی حاصل از پساب کارگاه‌های فلز کاری، رنگ‌سازی به صورت کرومات و بی‌کرومات وارد جریان آب می شود(۱۱، ۱۲). احتمالاً نزولات جوی در فصل زمستان و ادامه آن در فصل بهار باعث می‌شود که این آلودگی‌ها از فاصله دورتری به این منطقه رسیده به‌طوری که تأثیر آن بیش تر در فصل بهار دیده می‌شود(۱۳).

موضوع آلودگی آب و محصولات کشاورزی به فلزات سنگین (سرب- کادمیوم و کروم) با عنایت به اثرات تجمعی فلزات سنگین و عوارض سوء ناشی از آن بر جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی قابل توجه خاص می باشد.

در تحقیق Le Huy Ba و همکاران در سال ۲۰۰۶ در کشور چین با هدف اندازه‌گیری آلودگی‌های فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم در خاک‌های نزدیک نواحی شهر Ho chi minh مشاهده شد که تأثیر کادمیوم بر روی رشد گیاه برنج بیش تر از تأثیر سرب است و همچنین عنوان گردید، موقعی که غلظت سرب بالاتر از ۰/۵ ppm می‌شود بیش تر از ۵۰ درصد و غلظت کادمیوم بالاتر از ۰/۲۵ ppm می‌شود، بیش تر از ۶۰ درصد بر میزان برنج تأثیر می‌گذارد(۱۵). از سوی دیگر وجود فلز کروم در دانهٔ برنج و عوارضی ناشی از آن، لزوم توجه خاص در این باره را طلب می‌نماید. با افزایش غلظت کروم در گیاهان فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلفی تحت تأثیر قرار می‌گیرد(۱۶).

Zhou Qixing و همکاران در سال ۲۰۰۳ در کشور چین با هدف بررسی تأثیر کادمیوم و فلزات سنگین دیگر از جمله سرب در متد گلدانی بر روی رشد و نمو گیاهان برنج آزمون‌های آماری انجام دادند. نتایج نشان داد، رشد و نمو گیاهان برنج قویاً متأثر از نوع آلودگی‌ها است. نتایج بررسی‌ها حاکی از کاهش میانگین طول گیاهان برنج از ۴ تا ۵ سانتی متر بوده است و نیز محصول (دانه) برنج به میزان ۳۰-۲۰ درصد کاهش پیدا کرد(۱۷) به‌علاوه افزایش میزان فلزات سنگین کادمیوم، کروم و سرب در نمونه‌های آب آبیاری مناطق بررسی شده که شامل سید محله، موارم کلاء و جویبار (محله کلاء) بوده تأثیر سوء بر فاکتورهای کمی داشته و به ویژه، موجب کاهش عملکرد در هکتار و کاهش ارتفاع گیاه برنج می‌شود که این موضوع با نتایج تحقیقات زازولی و همکاران مطابقت دارد. روند رو به تزاید در میزان آلودگی فلزات سنگین کادمیوم،کروم و سرب در منابع آب و مواد غذایی از جمله برنج و اثرات تجمعی آن‌ها، نگرانی‌های جدی را برای مناطق به لحاظ اکولوژیک، امنیت غذایی و سلامت جوامع انسانی به دنبال دارد. لذا ضرورت برنامه ریزی جامع و منسجم توسط متولیان امر اجتناب ناپذیر می باشد.

نکته مهم این‌که باید توجه داشت که ویژگی بارز این فلزات پایداری آن‌ها است و مانند اغلب مواد آلی طی فرایندهای زیستی و شیمیایی تجزیه نمی‌شوند و در نتیجه با تغلیظ و تجمع این فلزات در مواد غذایی و

www.SID.ir

Archive of SID

محیط زیست باعث صدمات مهم و جبران ناپذیری می گردند(۱۹).

لذا پیشنهاد می‌شود که اندازه‌گیری دوره‌ای میزان فلزات سنگین در منابع آبی و دانه‌های برنج مناطق مختلف، برنامه‌ریزی فراگیری در خصوص ایجاد یک سیستم عملیاتی مناسب برای کاهش میزان آلاینده‌های فلزی در منابع آبی و محصول برنج و در نتیجه تحقق امنیت غذایی در محصولات کشاورزی، ترغیب کشاورزی ارگانیک، انجام تحقیق‌های مشابه در سایر مناطق و اراضی کشاورزی به ویژه مزارع شالیزاری برای تحقق امنیت غذایی پایدار در مناطق، برنامه‌های آموزشی و فرهنگ سازی و ایجاد پایگاه و بانک اطلاعاتی مرتبط با موضوع در سطح منطقه و کشور، استفاده از تجارب بین المللی در بررسی اثرات و عوارض سوء زیست محیطی و اقتصادی فلزات سنگین در منابع آبی مختلف صورت پذیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق نتیجه بخشی از رساله تحقیقاتی دکتری آقای محمودعلی رکنی در دانشگاه کشاورزی شهر ایروان کشور جمهوری ارمنستان می‌باشد، لذا از پژوهشگران، مراتب تقدیر و تشکر خود را از تمامی همکارانی که انجام این تحقیق را ممکن و میسر نمودند اعلام می داریم.

References

1. World Health Organization. Reducing risks, promoting health life: The world health report.Geneva: World Health Organization; 2003. Translated to Persian by: Ahmadvand A, et al. 2003.p.162- 163. (Persian).
2. Wilson T, Temple N. Nutritional health: strategies for disease prevention. Human Press; 2001.p.16-93.
3. Torabian A, Mahjoori M. Effect of sewage irrigation on heavy metal uptake by leaf vegetables south of Tehran. Soil and Water Journal 2002; 16(2):188-196. [Persian].
4. FAO. FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization; 2004 [cited 2002 Jul 9].Available from: http://apps.fao.org/.
5. Saleh IA, Shinwari N. Report on the levels of cadmium, and mercury in imported Rice grain samples. Biological Trace Element Research. 2001; 83:91-95.
6. Lin HT, Wong SS, Li GC. Heavy metal content of rice and shellfish in Taiwan. Food and Drug Analysis. 2004; 12(2):167-74.
7. Shimbo S, Zhang ZW, Watanabe T, Nakatsuka H, Mutsuda N, Higashikawa K. Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998.2000. Science of the Total Environment. 2001; 281:165-75.
8. American Public Health Association (APHA). 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 th ed.Washington, DC.pp.3-115.
9. M.A. Zazooli, M. Shokrzadeh, H.Izanloo,S.Fathi,Cadmium contect in rice and its daily intake in ghaemshahr region of iran, African journal of biotechnology , 7 (20)3686-3689,(2008)
10. Gilian University, Rice Research institute, Industrial research and Standard, .2008. Acquaintance with standard and Evaluation of its quality, .pp.107.
11. Shokrzadeh M., Saeedi Saravi S.S.; The study of heavy metals (zinc, lead, cadmium, and chromium) in water sampled from Gorgan coast (Iran), Spring 2008; Spring

www.SID.ir

Archive of SID

2008, Toxicological and Environmental Chemistry;, 91(3): 405-407.(2009)

12. Batvari.,K.j.l,Kannan,N,Krishnam,R,Shanthi, K,Jayaprakash,M,.2008.Assessment of heavy metals (cd,cr and pb) in water ,sediment and seaweed(ulva lactuca)in the pulicat lake, south east India. Chemosphere, vol.71, 7: 1233- 1240.
13. Chino,m.1981.The assessment of various countermeasures against cd pollution in soils of Japan ,Yamane,I.and Kitagishi,K.(eds) Japan Scientific soc. Press,Tokyo,pp.281-286.
14. Hassan.M.j, Zhu, Z, Ahmad, B, and Mahmood, Q.2006.Influence of cadmium (cd) toxicity on rice genotype as affected by zinc, sulfur and nitrogen fertilizer. Caspian Journal of environmental science.Sci. Vol 4, No.pp.1-8.
15. Chen,F.m,Zho,Ning.C,Xu.H,Liyi,Zhang,W.f, Zhu.Z.w,Chen,M,.2006.Cadmium and lead contamination in Japonica rice grains and its variation among the different location south east China. Science of the total environ, vol.359, .pp.156-166.
16. Anderson, a. and G .Siman.1991.Levels of cd and some other trace elements in soils and crops as influenced by lime and fertilizer level.Acta.Agric.Scand.41:3-11.
17. Zhou,Q.,Wang,X,.liang,R.l,Wu,y,.2003.Effec t of cadmium and mixed heavy metal on rice growth in lianing,China.,Soil and sediment contamination Chemosphere, vol.12, .pp.1236-1243.
18. Zazooli MA, Bandpei AM, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of Cadmium and Lead Contents in Iranian rice cultivated in Babol Region. Asian Journal of Chemistry. 2010; 22(2):1369-76.
19. Fu J, Zhou Q, Liu J , Liu W , Wang T, Zhang Q,et al . High levels of heavy metals in rice from atypical e-Waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere.2008; 71: 1269-75.

www.SID.ir