Archive of SID

امنیت غذایی، تولید محصولات کشاورزی و سلامت جامعه

حمیدرضا رحمانی
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده:

استفاده بهینه و درست از منابع پایه در عرصه کشاورزی و رعایت ملاحظات زیست محیطی، نه تنها به تولید محصول سالم کمک می‌کند بلکه کشاورزی پایدار را نیز در بردارد. برنامه‌ریزی جهت کاربری مطلوب منابع آب و خاک و از طرف دیگر مصرف متعادل و به‌اندازه نهاده‌ها (پسماندها، فاضلابها، کود، سم و ...) در عرصه کشاورزی یک اصل مهم و اساسی است. هر گونه تخطی از این اصل مهم اولاً سبب از دست رفتن منابع طبیعی و ثانیاً تولید محصول با کیفیت نامطلوب یا در مواردی ناسالم و حاوی ترکیبات مضر می‌شود. جهت فراهم‌سازی بستر برای این مهم، توجه به امر تحقیق و یافتن راه‌کارهای اجرایی، فرهنگ‌سازی عمومی و برنامه‌ریزی درازمدت در سطح کلان برای مصرف و تولید محصول سالم و حمایت از تولیدکنندگان محصولات سالم از عوامل ضروری است.

به موازات افزایش تولیدات کشاورزی و حل مشکل کمبود غذا در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، مشکلات جدیدی در عرصه اکوسیستم های کشاورزی به وجود آمد که آلودگی منابع آب، خاک، غذا و به هم خوردن تعادل بیولوژیکی اکوسیستم ها، بروز آفات و بیماریهای جدید و کاهش کیفیت مواد غذایی در اثر استفاده بیش از اندازه از نهاده های کود و سم و یا ورود نهاده‌های جامد و مایع (پسماندها) حاصل از فعالیتهای شهری و صنعتی از مهمترین آنها است. لذا امروزه بحث حفظ محیط زیست، ایمنی و بهداشت غذایی یکی از چالش های مهم بشر می باشد و تولید محصولات کشاورزی زیستی یکی از راهبردهای جدید آن می باشد.در این مقاله سعی خواهد شد به پارامترهای مختلف موثر در تولید محصول سالم اشاره شده و راهکارهای لازم ارائه گردد.

مقدمه:

بی شک اهمیت غذا و امنیت غذایی به عنوان یکی از چالش های عصر حاضر و آینده از کسی پوشیده نیست. افزایش روزافزون جمعیت از یک سو و کمبود زمین های قابل کشت از سوی دیگر، بشر را به سمت افزایش عملکرد در واحد سطح سوق داده است. از طرف دیگر کمبود آب و حساسیت دانشمندان در قبال حفظ محیط زیست و حفظ منابع انرژی ، متخصصین علوم

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی را بر آن داشت تا با ایجاد شیوه های نوین در مدیریت مزرعه، علاوه بر بهینه سازی مصرف نهاده ها، عملکرد را نیز افزایش داده و در نهایت بازده ی اقتصادی را بالا ببرند.

عوامل موثر در عرصه کشاورزی برای تولید محصول سالم

۱-تغییر کاربری اراضی مستعد کشاورزی

یکی از راههای ایجاد تعادل میان جمعیت و تولید مواد غذایی برای رفع نیازهای فزاینده جوامع بشری، اولویت دادن و گسترش فعالیت های کشاورزی از طریق افزایش تولیدات این بخش است. رکن اساسی کشت و کار در اراضی کشاورزی وجود خاک و آب مناسب می باشد. افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به غذا در قرن اخیر، کشاورزان کشورهای مختلف جهان را به سوی بهره گیری از زمین های نامرغوب و زمین های حاشیه ای، همچون مراتع و جنگل ها سوق داده است. این در حالی است که زمین‌های حاشیه ای دارای استعداد فرسایشی زیاد و پتانسیل تولید کمی هستند. گرچه سازمان خوار و بار و کشاورزی(FAO, 1992)، برآورد کرده است که حدود بیش از دو برابر وسعت زمین های زراعی کنونی می تواند زیر کشت برود، ولی چنین برآوردی بدون توجه به آثار زیست محیطی تحت کشت بردن زمین های حاشیه ای صورت گرفته است (Engelman and Leroy, 1995). یک محقق در سال ۱۹۸۷ برآورد کرده است که اگرچه سالیانه حدود ۱۰۰ میلیون هکتار از زمینهای کشاورزی برای نخستین بار به زیر کشت می روند، ولی این زمینهای کشاورزی جدید، حاشیه ای و دارای حاصلخیزی کم بوده و غالباً آب کافی برای کشاورزی ندارند(Smil, 1987). بنابراین، به فرسایش و تخریب خیلی حساس می باشند. اسمیل معتقد است که اگرچه افزایش زمین های کشاورزی بحران جهانی نمی باشد، ولی پایداری محیط زیست را به شدت تهدید می‌کند(احمدی و همکاران، ۱۳۸۱).

پراکنش اراضی کشاورزی در ایران وابسته به چند فاکتور است. این فاکتورها شامل طول دوره رشد، خاک خوب، زمین هموار و بالاتر از همه آب می باشند که در شرایط خشک و نیمه خشک ایران، مناطقی که در آنها این چهار عامل یک جا موجود باشد تا شرایط بهینه را برای تولید کشاورزی فراهم آورد محدود هستند. بنابراین، فعالیتهای کشاورزی در سطح کلی کشور پراکنش لکه ای دارند. تنها در یک منطقه در کشور یعنی دشت ساحلی دریای مازندران فعالیتهای کشاورزی یک موزائیک پیوسته را در وسعتهای نسبتاً زیاد تشکیل می دهد. این بدان معنی است که منابع خاک و آب کشور محدود بوده و تولید کشاورزی به صورت ویژه مکانی است. محدود بودن اراضی کشاورزی از یک سو و از چرخه تولید خارج شدن این اراضی در اثر سوء مدیریت از

www.SID.ir

Archive of SID

سوئی دیگر در کشوری مانند ایران که بیش از ۹۰درصد از آن را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می دهند جای تامل دارد (مومنی،۱۳۸۴).

توسعه شهری و صنعتی بدون برنامه در حواشی کلان شهرهای ایران نه تنها اراضی کشاورزی را می بلعد بلکه منظره های طبیعی، اکوسیستم های رودخانه ای، محیط زیست و حیاط وحش را نیز تخریب و یا به کلی از بین می برد. پدیده تغییر بی رویه کاربری اراضی در اطراف دیگر شهرها و روستاهای کشور هم تبدیل به چالشی بزرگ در راه تولید کشاورزی شده است. بررسیها مبین آهنگ سریع تغییر کاربری اراضی در حواشی کلان شهرهای کشور است. به طور متوسط هر سال بیش از ۷۰۰ هکتار از اراضی موجود در حواشی شش کلان شهرکشور به مناطق شهری و صنعتی تبدیل می شوند. در ۴۶ سال گذشته مساحت اراضی تغییر کاربری یافته در اطراف کلان شهرهای تهران، کرج، تبریز، اهواز، شیراز و مشهد به طور متوسط در هر سال به ترتیب برابر با ۱۵۴۰، ۵۵۰، ۱۸۰، ۵۲۵، ۷۱۰ و۷۶۰ هکتار بوده است(مومنی، ۱۳۸۴).

مناطق خشک نه تنها دارای محدودیت آب بلکه دارای محدودیت خاک نیز می باشند. سطح اراضی تحت کلاس ۱ که بهترین قابلیت کشاورزی را دارد در کل کشور حدود ۶/۵ درصد (۱/۳ میلیون هکتار) و سطح اراضی کم تا زیاد شور حدود ۲۷ درصد (۴۴/۵ میلیون هکتار) است(بنایی و همکاران، ۱۳۸۳). در استان اصفهان ۷/۵ درصد از سطح کل اراضی (۱۰/۷ میلیون هکتار)، قابلیت خوب برای کشاورزی را دارد که با تغییر کاربری این اراضی، این سطح محدود نیز از عرصه تولید کشاورزی خارج می شود(آمارنامه کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۸۳). بنابراین محدودیت خاک را نیز باید به محدودیت آب در عرصه کشاورزی اضافه نمود. انتقال عرصه کشاورزی از اراضی مستعد کشاورزی به اراضی نامناسب برای کشاورزی، قطعا سبب افت تولید محصولات و همچنین کاهش کیفیت آنها و در مواردی با توجه به فقر شدید خاک و استفاده نامتعادل از نهاده‌ها، سبب تولید محصولات ناسالم و تهدیدی برای رسیدن به کشاورزی پایدار است.

۲- ورود پسماندهای آلی حاصل از فعالیتهای شهری و صنعتی در عرصه کشاورزی

فقر مواد آلی خاک در مناطق خشک سبب شده است ترکیبات آلی تحت عناوین مختلف از جمله لجن فاضلاب شهری، کمپوست زباله شهری و سایر پسماندهای آلی حاصل از صنعت وارد عرصه کشاورزی شود. این ترکیبات دارای مواد یا عناصر مفیدی چون کربن آلی، فسفر، ازت، پتاس و ... می باشند که جهت رشد و نمو گیاه لازمند اما با داشتن ترکیبات مضر از جمله عناصر سنگین (کادمیم، سرب و ...) می توانند محیط زیست را از این ترکیبات آلوده ساخته و سبب ورود این ترکیبات به زنجیره غذایی شوند.لجن فاضلاب یکی از معضلات و چالشهای مهم محیط زیست و یکی از منابع آلاینده خاک از نظر آلودگی عناصر سنگین می‌باشد. تولید سالانه

www.SID.ir

Archive of SID

لجن در دنیا رو به افزایش می‌باشد و از جمله گزینه‌های پیش رو برای دفع لجن فاضلاب از تصفیه‌خانه‌ها می‌توان، کاربرد در زمین، دفن در زمین، سوزاندن و ریختن در اقیانوس را نام برد (Wong and Selvam, 2005) (Scheltinga, 1987) (Lue-Hing et al,1998). از بین گزینه‌های یاد شده، مورد اول به دلیل منافع اقتصادی و کاهش هزینه‌های خرید کود برای کشاورزان، ارجحیت دارد. ولی مسئله‌ای که باعث می‌شود کاربرد لجن در زمین با مشکل مواجه شود، اغلب ناشی از وجود مقادیر بالای عناصر سنگین در لجن فاضلاب می‌باشد. که باعث سمیت و آلودگی در خاک می‌شود ((Scheltinga, 1987) (Lue-Hing et al,1998)). عناصر سنگین در مقادیر بالا، اثر سمیت برای موجودات خاکزی، گیاهان و حیوانات دارند و پس از ورود به چرخه غذایی انسان باعث بروز سمیت در انسان می‌شوند. لذا اهتمام کلی جلوگیری از ورود این عناصر به خاک است.

افزایش بازدهی محصولات کشاورزی در واحد سطح یکی از اولویت‌های مهم جهت تهیه غذای مورد نیاز جمعیت در حال رشد کشور می‌باشد. یکی از راهکارهای این مسأله افزودن کودهای مختلف به خاک می‌باشد. در کشوری مانند ایران جایگزینی کودهای معدنی با کودهای آلی ضروری به نظر می‌رسد چرا که مصرف فزاینده کودهای شیمیایی در پنجاه سال اخیر اثرات منفی زیادی بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک وارد کرده و از طرف دیگر مقدار ماده آلی، به عنوان یکی از ارکان مهم باروری خاک، در سطح وسیعی از زمین‌های کشاورزی ایران پایین می‌باشد. عمده‌ترین منابع تأمین کننده مواد آلی خاک‌ها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب و کمپوست. از این میان استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود آلی در خاکهای کشاورزی که از آن به عنوان بهترین تدبیر زیست محیطی عملی یاد شده (Bhogal et al., 2003) و در سالهای اخیر به دلیل ارزان بودن، رواج زیادی یافته، علاوه بر حاصلخیزی خاک مشکل دفع این مواد را نیز تا حدودی رفع می‌کند (Wong, 2000). این ماده سرشار از مواد مغذی مورد نیاز گیاهان (nutrients) مثل نیتروژن (N) و فسفر(P) است که می‌تواند اثر مثبتی بر عملکرد گیاهان داشته باشد (McBride, 1998). لجن فاضلاب با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی ودرصد ماده آلی خاک بر بهبود کیفیت و افزایش باروری آن اثرات مثبتی داشته و نیز موجب افزایش مقاومت خاک در برابر فرسایش می‌شود، اما از سوی دیگر در تصفیه فاضلاب فلزات سنگینی مثل جیوه، سرب و کادمیوم از بین نرفته، در هنگام استفاده از لجن در زمین‌های زراعی این عناصر به خاک و به دنبال آن به زنجیره غذایی انسان و حیوان منتقل می‌شوند. در واقع اصلی‌ترین عامل ایجاد نگرانی در تیمار زمین با لجن فاضلاب حضور فلزات سنگین مثل جیوه (Hg) می‌باشد که این امر موجب کاهش ارزش این ماده برای کشاورزی می‌شود (Gomes et al., 2002; Percival). جیوه یک سم عصبی قوی محسوب می‌شود که می‌توانند از جفت و نیز سد

www.SID.ir

Archive of SID

خونی مغزی عبور کند. غلظت جیوه موجود در لجن فاضلاب می‌بایست بین ۲۵-۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد تا بتوان آن را به عنوان کود در زمین‌های کشاورزی پذیرفت (Baralkiewicz et al., 2005).

در شهر اصفهان به دلیل وجود تصفیه خانه‌های فاضلاب، استفاده از لجن فاضلاب در کشاورزی از دیرباز مرسوم بوده است اما به جنبه‌های زیست محیطی این مسأله توجه کافی نشده است. در این شهر سالانه به طور متوسط ۱۰ تا ۲۰ مگاگرم بر هکتار (Mg ha-1) لجن فاضلاب به کار می‌رود (کرمی، ۱۳۸۳).

در تعیین غلظت عناصر سنگین در کودهای کمپوست و لجن فاضلاب در بررسی‌های مزرعه‌ای در اصفهان مشخص گردید میزان عناصر سنگین در خاک در همان مراحل اولیه اجرای طرح در بیشتر تیمارها نسبت به شاهد، دارای اختلاف معنی‌دار بود و گذشت زمان بر میزان غلظت عناصر سنگین در تیمارها افزود و جذب عناصر سنگین در کود لجن فاضلاب بیشتر از کود کمپوست شهری بود. در مجموع، غلظت سرب در هر دو منبع نگران‌کننده ذکر شده است (مرجوی، ۱۳۸۲).

در یک بررسی در اصفهان، فلزات سنگین در خاک تحت تیمار لجن فاضلاب آبشوئی شده و انتقال یافتند. بطوری‌که در تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار، میانگین غلظت کادمیم بیش از ۱۲ برابر شاهد، میانگین غلظت روی ۳۴/۵ برابر شاهد، میانگین غلظت سرب ۳/۷ برابر شاهد و میانگین غلظت مس قابل جذب ۴۲/۳ برابر شاهد بود (یگانه و همکاران، ۱۳۸۵).

بررسیهای دیگر انجام شده در استان نیز بیانگر وجود محدودیتهایی از جمله عناصر سنگین در پسماندهای آلی وارده به عرصه کشاورزی است که در درازمدت می تواند آلودگی اراضی کشاورزی و محصولات تولیدی به این ترکیبات را در بر داشته باشد.

در مجموع استفاده از پسماندهای آلی از جمله کودهای آلی لجن فاضلاب و کمپوست در مناطق خشک و نمیه‌خشک که خاک‌ها از نظر موادآلی فقیرند دارای اهمیت است.این مواد به بهسازی خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک کمک کرده و دارای ازت و فسفر کافی برای رشد گیاه می‌باشند. درکنار مزیت‌های مثبت استفاده از این نوع کودها، مزیت‌های منفی مانند وجود ترکیبات سمی و ورود آنها به منابع خاک و آب و در نهایت زنجیره غذایی وجود دارد. بنابراین بررسی و تحقیق کافی جهت اطلاع از ترکیب این کودها و اثرات حاصله جهت استفاده در هر کشور لازم و ضروری است.

۳- ورود فاضلابها حاصل از فعالیتهای شهری و صنعتی در عرصه کشاورزی

مناطق خشک، دارای محدودیت آب بوده و استفاده از آبهای نامتعارف جهت جبران کمبود آب یک ضرورت است. بازیابی آبهای آلوده روش و شرایط خاصی دارد که متأسفانه در کشورمان به

www.SID.ir

Archive of SID

آن توجه نمی‌شود. لذا استفاده از این گونه آبها بدون توجه به کیفیت آنها (آلوده بودن آنها در بسیاری موارد)، تهدیدکننده سلامت محصولات تولیدی توسط آنهاست. آخرین گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۷ حکایت از افزایش ۴۰ درصدی آلودگی آب در ایران دارد. همچنین در تقسیم بندی رودخانه‌های کشور از نظر آلودگی، رودخانه زاینده رود در زمره رودخانه‌های آلوده قرار دارد که طبق این دسته‌بندی ۷۰ تا ۱۰۰ درصد آلودگی دارد(روزنامه اقتصاد و هدف، ۱۳۸۵). عدم برنامه دراز مدت و همچنین عدم فراهم آوردن تجهیزات لازم برای تصفیه کامل آنها و عدم توجه به امر تحقیقات در این زمینه، سبب شده است این پسابها دارای غلظت عناصر سنگین یا کاتیونها و آنیونهای فراتر از حد مجاز (Allaway,1990;Pendias, 1992 and APHA, 1995) سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۳) بوده و آلاینده محیط زیست از جمله خاک و آب در عرصه کشاورزی گردند (رحمانی، ۱۳۸۲). این‌گونه آبها علاوه بر فوایدشان از جمله بهبود برخی فاکتورهای فیزیکی خاک مانند نفوذپذیری، جبران بخشی از کمبود آب، بالا بردن مواد آلی و برخی عناصر غذایی خاک مانند فسفر، ازت و پتاسیم، می‌توانند در درازمدت، محیط خاک را انباره‌ای از ترکیبات سمی چون عناصر سنگین کنند که با ورود به بافت گیاه (محصول ناسالم) وارد زنجیره غذایی دام و انسان گردند و سلامتی آنها را تهدید نمایند (رحمانی، ۱۳۸۳(EPA, 1998 and TDEC, 2006)).

امروزه آلودگی در بسیاری از نقاط دنیا، منابع آبی را از وضعیت قابل استفاده خارج ساخته است. در حال حاضر آلودگی آب، سلامتی و حیات انسان و سایر موجودات زنده در کره زمین را تهدید میکند و اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های طبیعی را با خطر نابودی مواجه ساخته است. بنابراین بازنگری در وضعیت استفاده از آب و حفاظت از منابع آب در برابر آلودگی ها بخصوص در آستانه مواجه جهانی با بحران آب، لازم و ضروری است.طبق آمار سال ۱۳۷۵ میزان پساب تولیدی در کشور برابر ۳/۶ میلیارد مترمکعب بوده است که این رقم در سال ۱۳۸۰ به ۴/۵ میلیارد مترمکعب رسید و پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۳۹۰ به ۷ میلیارد مترمکعب برسد که سهم پسابهای صنعتی از کل پساب تولیدی حدود ۰/۲۵ است (آمارنامه کشاورزی کشور، ۱۳۸۵).به‌ازای هر نفر در کشور به طور میانگین ۱۵۰ لیتر فاضلاب تولید می‌شود. حدود ۳۰ در صد از این فاضلاب تولیدی به راه‌آبه‌های سطحی راه می‌یابد. بنابراین فاضلاب‌های شهری در آلودگی آبهای سطحی نقش دارند.

آب مصرفی توسط صنعت در بسیاری از کشورها رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. برای مثال در چین، مقدار آب مصرفی توسط صنعت در سال ۱۹۹۵ برابر ۵۲ بیلیون تن بوده است که این رقم در سال ۲۰۳۰ به ۲۶۹ بیلیون تن خواهد رسید. از طرف دیگر بیش از ۴۰۰ شهر کوچک و متوسط صنعتی در چین هر ساله مقادیری بیش از ۱۰ بیلیون تن پساب تولید می‌کنند (Brown and Brain, 1998). در پاکستان پساب مستقیماً برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این

www.SID.ir

Archive of SID

کشور ۳۲۵۰۰ هکتار از اراضی با پساب آبیاری می‌شوند (Ensink et al, 2004).
در هند ۲۵ درصد و در آفریقای جنوبی ۲۴ درصد از پساب تولیدی در اراضی کشاورزی برای آبیاری استفاده می‌شود (Gijzen, 2000).

تأثیر مصرف پساب فاضلاب بر روی خاک و گیاه در منطقه شمال اصفهان نشان داد مقدار روی، منگنز، مس و آهن در خاک آبیاری شده با پساب فاضلاب بیش از آبیاری با آب چاه بود اما اختلاف آنها معنی‌دار نبود. در کاه و دانه گندم، غلظت منگنز و روی بالاتر بود اما در گیاه یونجه تجمع عناصر معنی‌دار نبود. اما غلظت منگنز و روی و مس در اندام هوایی گوجه، غلظت آهن، روی و مس در میوه گوجه‌فرنگی در اثر مصرف پساب در مقایسه با آب چاه، بیشتر و در حد معنی‌دار بود (فیضی، ۱۳۷۷).

در بررسی پساب فاضلاب شمال شهر اصفهان مشخص گردید که جهت استفاده از این پساب برای آبیاری، پارامترهای COD، BOD و TSS محدود کننده‌اند. همچنین غلظت قابل جذب عناصر سنگین در خاک مزارع تحت آبیاری پساب و آب چاه نشان داد، غلظت کادمیم قابل جذب خاک در کلیه مزارع (تحت آبیاری پساب و آب چاه) ناچیز بوده و از حد تشخیص دستگاه کمتر بود. اما غلظت قابل جذب منگنز، مس ، روی ، آهن و سرب در کلیه نمونه‌های خاک تحت آبیاری پساب بالاتر از نمونه‌های خاک تحت آبیاری آب چاه بود. غلظت کل عناصر سنگین در محدوده غلظت معمول این عناصر در خاک قرار داشت. استثناء در این مورد غلظت فراتر از غلظت معمول عناصر مس و منگنز در نمونه‌های خاک مزرعه تحت آبیاری پساب بود. همچنین غلظت عناصر سنگین خاک نیز در اراضی تحت تیمار پساب بالاتر از اراضی باآبیاری با آب چاه بود. نتایج، بیانگر بالاتر بودن درصد ماده آلی، پتاسیم قابل جذب و فسفر قابل جذب خاک در اراضی تحت آبیاری پساب در مقایسه با اراضی تحت آبیاری آب چاه بود. در مقایسه غلظت عناصر سنگین با غلظت معمول و بحرانی در گیاه مشخص شد که غلظت منگنز در ریشه گیاه گندم از غلظت معمول منگنز در گیاه بالاتر است. همچنین در مقایسه غلظت عناصر با حد مجاز این عناصر در گیاه گندم در صورتی که سلامتی انسان را به خطر نیاندازند مشخص گردید: غلظت سرب در دانه گندم و غلظت کادمیم در دانه، اندام هوایی و ریشه دارای غلظت فراتر از حد مجاز مربوطه بوده و می‌توانند تهدیدکننده سلامتی انسان باشند. در مقایسه غلظت عناصر سنگین خاک با حد کفایت این عناصر در خاک برای تولید گندم مشخص گردید در کلیه نمونه‌های خاک مزارع مورد بررسی غلظت عناصر منگنز و آهن بسیار فراتر از حد کفایت این عناصر در خاک است. همچنین غلظت عناصر مس و روی در کلیه نمونه‌های خاک تحت آبیاری پساب فراتر از حد کفایت این عناصر در خاک برای تولید گندم می‌باشد (رحمانی، ۱۳۸۸).

در مجموع می‌توان گفت پسابهای صنعتی، دارای محدودیت‌های زیادی جهت استفاده در

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی، تخلیه به آب سطحی یا چاه جاذب هستند. در هر صورت پسابهای مربوطه برای هرگونه استفاده، اعم از تخلیه به محیط زیست یا استفاده در کشاورزی نیازمند تصفیه و رساندن غلظت پارامترها به حد مجاز می‌باشند. پساب‌های صنعتی در آلودگی اراضی کشاورزی آبیاری شده با پساب، آبهای زیرزمینی و گیاهان رشد کرده بر اراضی آلوده، نقشی مهم داشته و در درازمدت منبع آب زیرزمینی را به شدت آلوده خواهند ساخت. تخلیه پسابهای صنعتی به پوکه قنوات انتقال آلودگی پسابها را به آبهای زیرزمینی تسریع می‌کند. فاضلاب‌های شهری نیز علاوه بر فوایدشان از جمله بهبود برخی فاکتورهای فیزیکی خاک، جبران بخشی از کمبود آب، بالا بردن مواد آلی و برخی عناصر غذایی خاک، می‌توانند در درازمدت محیط خاک را انباره‌ای از ترکیبات سمی کنند که با ورود به بافت گیاه (محصول ناسالم) وارد زنجیره غذایی دام و انسان گردند و سلامتی آنها را تهدید نمایند.

ضرورت دارد جهت کاهش مخاطرات زیست محیطی حاصل از این گونه آبها موارد زیر رعایت گردد.

- تصفیه فاضلاب در همه ابعاد صنعتی، شهری و روستایی
- استفاده از سیستم تصفیه بی‌هوازی کوچک در تصفیه پساب منازل شهری و روستایی امکانبازچرخانی پساب تصفیه شده
- انجام کارمطالعاتی و جایگزینی محصولات جاذب آلاینده با سایر محصولات
- تحقیق و بررسی مداوم و انتقال یافته های تحقیقاتی در عرصه اجرا
- هماهنگی بین دستگاه‌های ذیربط جهت تولید پساب با حدود استاندارد مجاز
- برنامه‌ریزی کوتاه مدت، میان مدت و درازمدت جهت استفاده از آبهای نامتعارف با رعایت ملاحظات زیست محیطی یا حفظ کشاورزی پایدار
- تهیه استانداردهای ملی مورد نیاز
- کنترل و نظارت کافی و پایدار
- توجه به موارد بحرانی و خطرساز
- اجبار دولت در تسریع احداث تصفیه خانه‌های شهرها و انجام تحقیقات کاربردی در بازچرخانی پساب تصفیه شده
- تصمیم گیری بر اساس نتایج تحقیق و کار کارشناسی
- توجه به مسائل بهداشتی پساب فاضلاب شهری در منطقه مورد استفاده
- توجه ویژه مدیریت خاک در اراضی تحت آبیاری پساب
- در حال حاضر اراضی کشاورزی تحت آلودگی منابع مختلف آلاینده‌اند. ضرورت بررسی و یافتن راهکارهای اجرایی و مناسب وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

- استفاده از تکنیک‌ها و روشهای نو جهت کنترل آلاینده‌ها
- توجه به حجم و کیفیت پسابهای صنعتی و یافتن راهکارهایی اجرایی جهت حفظ استانداردهای لازم در آنها
- کنترل و نظارت مستمر بر کمیت و کیفیت پساب کلیه واحدهای تولیدی و ارائه راهکارهای لازم جهت حفظ محیط زیست بویژه در عرصه کشاورزی

۴- اثرات آلودگی هوا(ذرات معلق) حاصل از صنعت بر اراضی کشاورزی

بسیاری از واحدهای صنعتی، تولید مواد زائد معلق نموده که با عدم نصب فیلتر مناسب، این مواد به محیط زیست از جمله هوای اطراف وارد می شوند. این مواد گاهی اوقات با کمک باد تا ده ها کیلومتر از منبع تولیدی فاصله می گیرد و در نهایت درصد بالایی از این ذرات به سطح خاک باز می گردد. فرو نشست این ذرات به سطح خاک، علاوه بر تاثیرگذاری بر محیط کشت گیاه، سبب انتقال ترکیبات همراه (که در بسیاری موارد شامل عناصر سنگین و ترکیبات سمی است) به خاک و تجمع آن و در دراز مدت انتقال این ترکیبات به گیاه و در نهایت زنجیره غذایی می‌شود (رحمانی، ۱۳۷۴).

آلودگی حاصل از فعالیت مراکز صنعتی ومعدنی می تواند بسیار گسترده و خطرناک باشد. ذوب کننده‌ها از جمله این صنایع هستند که در آلودگی محیط زیست توسط مواد زائد جامد مؤثرند. پخش آلودگی توسط این صنایع به فاکتورهای توپوگرافی و اقلیم بستگی دارد و معمولاً در یک تا دو کیلومتری از منبع شدید و با فاصله حدود ۲۰ کیلومتری از آن به غلظت زمینه (غلظتی از عنصر که مربوط به مواد مادری بوده و آلاینده ها در آن نقشی ندارند) می‌رسد(رحمانی، ۱۳۷۴).

میزان فلزات سنگین خاک بدلیل ورود انواع پس مانده‌های صنعتی و ضایعات کارخانجات روبه افزایش است(Ndiokwere and Fzihe, 1990; Chaney et al., 1987). سالیانه حدود ۳۸۰۰۰ تن کادمیم و تقریباً یک میلیون تن سرب به خاکهای جهان اضافه می شودکه مقادیر زیادی از آنها مربوط به غبارهای جوی، پراکنش خاکسترها و ضایعات شهری است و غلظتهای کم آن مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب است(Nriagu and Pacyna, 1988). آلاینده‌های اصلی حاصل از خروجی صنایع، SO_2 برابر ۱۳۷۷ تن در سال ، فلزات (مجموع ذرات) ۴۱۹۰۰ کیلوگرم در سال بوده که سهم عنصر سرب برابر ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در سال بوده است (Wolfgang,1995).

در روسیه طی بیش از ۵۵ سال گذشته مقادیر عظیمی از سولفور دی اکسید و عناصر سنگین حاصل از ذوب کننده‌ها سبب اثرات مخربی هم بر خاک وهم بر گیاهان شده است. این خسارت بزرگ در طولی بیش از ۱۰ کیلومتر از ذوب کننده اتفاق افتاده و کل سطح مؤثر بوسیله آلودگی حاصل از فرونشست ذرات و گازها در حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع برآورده شده است(Kryuchkov, 1993). اثرات قابل مشاهده این آلودگی بر گیاهان تا فاصله ۸۰ کیلومترثبت

www.SID.ir

Archive of SID

شده و ردیابی آن تا فاصله ۲۰۰ کیلومتری از ذوب کننده انجام شده است (دروم، ۱۹۸۳). در این منطقه غلظتهای عناصر سنگین در برگ گیاهان صنوبر، انواع کاج، درختچه‌ها و درخت غان گزارش شده است(Kozlov et al., 1994).

آلودگی گیاهان طبیعی، سبزیجات و خاکهای اطراف معادن، ذوب کننده‌های معدنی و دیگر صنایع به عناصر سنگین بویژه در کشورهای توسعه یافته توسط محققین بسیاری گزارش شده است. اگرچه گزارشات شبیه از مناطق حاره‌ای و برخی کشورها از جمله نیجریه کم است (Kozlov et al., 1994). در تحقیقی که در اطراف صنایع در کشور نیجریه انجام شد مشخص گردید غلظت عناصر سنگین با فاصله از منبع آلاینده کاهش یافته و مقادیر قابل توجه از این عناصر در محصولات و گیاهان در اثر فرونشست ذرات معلق تجمع پیدا کرده است. آلودگی خاک و گیاهان بوسیله عناصر سنگین در اطراف صنعت فولاد بیش از پالایشگاه بود و غلظت عناصر کادمیم و سرب در همه نمونه‌ها از هر دو صنعت در خاک و گیاه بالا بود (Kozlov et al., 1994). بیشترین متوسط غلظت کادمیم ۱۸/۸، کروم۶۷/۷، مس ۳۰، نیکل ۱۴۰، سرب ۶۳/۸ و روی ۹۰ میکروگرم در گرم خاک در فاصله ۲۵۰ متری از صنایع مورد مطالعه و کمترین متوسط غلظت در فواصل دورتر کادمیم ۲/۴، کروم ۹، مس ۶/6، نیکل ۴/۵، سرب ۸/۶ و روی ۲۳/۲ میکروگرم در گرم خاک اندازه‌گیری گردید که غلظت‌های حداقل ممکن است مقادیر غلظت زمینه در فاصله ۳ کیلومتری از آلاینده باشند (کوزلاو و همکاران، ۱۹۹۴). این وضعیت یا این الگوی تغییر غلظت عناصر سنگین در این بررسی قویاً آلودگی از طریق هوا و فرونشست ذرات از نظر محقق مربوطه بوده است که با نتایج سایر بررسیهای انجام شده نیز مطابقت داشته است (Kozlov et al., 1994).

در بررسی پراکنش عناصر نیکل، منگنز و کادمیم در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه اطراف مجتمع فولاد مبارکه مشخص گردید حداکثر غلظت نیکل و منگنز قابل استخراج با DTPA در شمال شرق منطقه و در لایه ۵-۰ سانتیمتری خاک بوده است (به ترتیب ۴/۲ و ۳۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک). همچنین غلظت این دو عنصر در لایه‌های ۱۰-۵، ۲۰-۱۰ و ۴۰-۲۰ سانتیمتری خاک به ترتیب ۲/۷، ۲/۷ و ۲/۱ (برای نیکل) و ۲۰۰، ۲۱۲ و ۱۴۶ (برای منگنز) میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کاهش یافته است. غلظت نیکل و کادمیم در اندام‌های هوائی محصولات کشاورزی منطقه در حد تشخیص دستگاه جذب اتمی نبوده ولی غلظت منگنز در اندام هوائی برنج ۷۱۶/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی بوده است که از استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا فراتر بوده است (هودجی و جلالیان، ۱۳۸۳).

با توجه به ضرورت بررسی وضعیت غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه اطراف صنایع آلاینده، تحقیقی طی ۲ سال توسط نویسنده در فاصله‌ای به طول ۲۰ کیلومتر در اطراف صنایع بزرگ

www.SID.ir

Archive of SID

اصفهان شامل مجتمع فولاد مبارکه(منطقه ۲) و شرکت ذوب‌آهن اصفهان(منطقه ۱)، با اهداف بررسی وضعیت غلظت عناصر سنگین حاصل از فرو نشست ذرات آلاینده در خاک اطراف صنایع، بررسی وضعیت جذب و تجمع غلظت عناصر سنگین توسط گیاهان اطراف صنایع مورد بررسی و مقایسه غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه با حدود مجاز به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که در نمونه‌های خاک مناطق مورد بررسی غلظت عناصر مس و منگنز دارای غلظت بالاتر از حد معمول (Normal range) و غلظت عناصر سرب، کادمیم و روی دارای غلظت بحرانی بودند. غلظت قابل جذب و کل عناصر سنگین خاک با فاصله از منبع آلاینده کاهش نشان داد. در خاکهای مناطق مورد بررسی میانگین غلظت قابل جذب و غلظت کل عناصر سنگین در مناطق مورد بررسی از سطح خاک به طرف عمق دوم خاک کاهش نشان داد. مقایسه کلی غلظت عناصر سنگین در اندامهای گیاهان مورد بررسی با غلظتهای معمول و بحرانی عناصر در گیاه نشان داد در گیاه برنج غلظت عناصر منگنز، سرب، مس، روی و کادمیم در کلیه نمونه ها فراتر از غلظت معمول و در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت. در گیاه یونجه، غلظت عناصرکادمیم و سرب فراتر از غلظت معمول قرار داشت. در گیاه گندم فقط عنصر سرب فراتر از حد معمول و در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت. در گیاه مو در کلیه نمونه ها غلظت عناصر منگنز، کادمیم و سرب فراتر از غلظت معمول و در دامنه غلظت بحرانی قرار داشت.

کلیه نمونه‌های شسته نشده گیاهان مورد بررسی در هر دو منطقه دارای غلظت عناصر سنگین بالاتری نسبت به نمونه‌های شسته شده بودند. این نتیجه نیز بیانگر جذب و فرونشست ذرات موادجامد حاوی عناصر سنگین از طریق اندام هوایی گیاه است(رحمانی،۱۳۸۶).

استفاده اصولی و متعادل از کود و سم جهت تولید محصول سالم وجلوگیری از آلودگی محیط زیست یکی از مسائلی که تهدید کننده سلامت محصولات کشاورزی است را استفاده زیاد از نهاده‌های کود و سم است. توجه به کشاورزی ارگانیک در جهان سالهاست که مطرح و مورد توجه است اما در کشورمان به آن اهمیت داده نشده است. از طرف دیگر استفاده از کود و سم به شکل نادرست، نامتعادل و بیش از اندازه نه تنها به سلامتی محصول صدمه زده و سبب تجمع بعضی ترکیبات سمی مانند نیترات، باقیمانده سموم شیمیایی، عناصر سنگین و غیره در محصول شده است بلکه کیفیت محصول (داشتن غلظت مطلوب از کلیه ترکیبات معمول در یک محصول مشخص) را نیز کاهش داده است. برای مثال در یک تحقیق استفاده بیش از حد از کود ازته در مزارع سبزی کاری سبب شد که میزان ویتامین C محصولات ۲۶ درصد کاهش یابد اما با استفاده بهینه از کود ازته در این تحقیق، میزان ویتامین C محصولات به جای کاهش حدود ۲۰ درصد، افزایش نشان داد.

الف) کودهای شیمیایی

www.SID.ir

Archive of SID

متأسفانه طی سالیان دراز با مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به خصوص مواد ازته و فسفاته و یا عدم رعایت اصول ابتدایی علم کشاورزی که حفظ تعادل عناصر غذایی گیاه را در خاک الزامی می‌سازد خسارت جبران ناپذیری به خاک و در نتیجه به کشاورزی کشور وارد شده است. در حال حاضر علی‌رغم آن که مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از مصرف متوسط جهانی (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و معادل میانگین مصرف در کشورهای توسعه یافته است(۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) اما تولید در واحد سطح عمدتاً به دلیل عدم آگاهی زارعین، عدم شناخت دقیق نیاز کودی گیاهان زراعی، عدم عرضه کود به تناسب نیاز و عدم رعایت تعادل بین عنـــاصر غذایی پر مصرف و کم مصرف خیلی پایین‌تر از عملکرد در کشورهای توسعه یافته است(ملکوتی، ۱۳۷۸).

۱) استفاده بیش از اندازه از کودهای ازته و مشکلات نیترات در محیط‌زیست و محصول

به دلیل اثرات زیانبار نیترات اضافی در گیاهان خوراکی، در سالهای اخیر مطالعات زیادی در زمینه تجمع نیترات در محصولات زراعی بویژه سبزیها انجام شده است. از جمله پژوهش‌های انجام شده در اراضی کشاورزی اصفهان، تحقیق صورت گرفته در اراضی کشاورزی سبزیکاری در براآن شمالی است. نتایج این تحقیق نشان داد در سال اول حدود ۷۵٪ از سطح اراضی مورد بررسی و در سال دوم حدود ۷۹٪ از سطح اراضی مورد بررسی دارای غلظت نیترات فراتر از حد بحرانی بود. غلظت ازت نیتراتی در آب بیشتر چاه‌های مورد بررسی (۶۲ درصد مزارع مورد بررسی) فراتر از حد مجاز ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که برای شرب انسان و دام و استفاده در آبیاری و همچنین بعنوان آب زیرزمینی دارای محدودیت بود. در سبزی‌های مورد بررسی سبزی برگی شوید با میانگین کل نیترات ۲۱۲۰/۹ و سبزی غده‌ای پیاز با میانگین نیترات ۲۳۷/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بالاترین غلظت نیترات را دارا بودند. مقایسه غلظت نیترات نمونه‌های گیاهی با حدود معمول نشان داد که کلیه سبزی‌های برگی(باستثنای اسفناج) و کلیه سبزی‌های غده‌ای (باستثنای خیار بوته‌ای) دارای غلظت فراتر از حد معمول نیترات در گیاه بودند. همچنین غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در سبزیها در دو زمان صبح و بعدازظهر اختلاف قابل توجهی را نشان داد. در مجموع نتایج تحقیق بیانگر آلودگی خاک، آب و گیاه به نیترات در اثر استفاده بیش از اندازه و نامناسب کودهای ازته در اراضی سبزیکاری مورد بررسی بود (رحمانی، ۱۳۸۵).

در یک بررسی بیشترین مقدار ازت نیتراتی در غده سیب‌زمینی در تیمار بالاترین سطح کود ازته به‌دست آمد. همچنین در تحقیق دیگری با افزایش غلظت ازت در محیط ریشه، مقدار ازت کل در بافت‌های گیاهی افزایش یافته و سطوح ازت نیتراتی در ارتباط با غلظت ازت در گیاه بود (نقل ازملکوتی، ۱۳۷۵). در منابع گزارش شده است که مصرف بیش از ۵۶ کیلوگرم ازت در هکتار موجب افزایش مقدار نیترات در چغندر می‌شود، در مورد گندمیان تجمع نیترات بندرت با

www.SID.ir

Archive of SID

مقداری کمتر از ۴۰۰ کیلوگرم ازت یا کود اوره در هکتار رخ می‌دهد و در کشت گندم، جودوسر و جو اگر ۹۰ کیلوگرم یا کمتر ازت در هکتار مصرف شود به ندرت غلظت نیترات در آنها از حد سمی (بیشتر از ۰/۲ درصد) تجاوز می‌کند (نقل ازملکوتی، ۱۳۷۵).

در یک تحقیق در حومه تهران غلظت ازت نیتراتی خاکها حتی درعمق ۲/۵ متری بیش از ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد (ملکوتی، ۱۳۷۸).در تحقیقات انجام شده بر چاه‌های آب در شهر یزد (رحمانی، ۱۳۸۱)، چاه‌های آب واقع شده در اراضی کشاورزی اطراف ذوب‌آهن و چاه‌های آب واقع در اراضی کشاورزی اطراف مجتمع فولاد مبارکه (رحمانی، ۱۳۸۲) نشان داد که غلظت ازت نیتراتی آب چاهها از حد مجاز جهت آب آشامیدنی و آب آبیاری بالاتر است.

۲) استفاده بیش از اندازه از کودهای فسفاته و مشکلات حاصله از آلودگی کادمیم در محیط زیست و محصول

مسأله نگران‌کننده‌ی ناشی از مصرف کودهای فسفره وجود کادمیم و برخی فلزات سنگین دیگر نظیر نیکل، سرب و جیوه می‌باشد. در سالیان اخیر به دنبال تغییرات بنیادی در میزان مجاز کادمیم در محیط زیست، تقاضا برای کودهای فسفره عاری از کادمیم ویا با میزان کم این عنصر افزایش یافته است. بنابر گزارش‌های موجود، تولید کودهای فسفره در سال ۱۹۹۵ در سطح ۴۰ کشور تا حدود ۱۳۱ میلیون تن بوده است که با فرض مقدار متوسط کادمیم ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بالغ بر ۲۶۰۰ تن کادمیم تنها به اراضی کشاورزی تخلیه شده است(بغوری، ۱۳۷۰).

کادمیم، عنصری است که برای انسان وگیاه ضروری نمی‌باشد و در زنجیره غذایی تجمع می‌یابد (Stewart, 1989). این عنصر معمولاً توسط ریشه گیاه جذب گردیده و با کندی خاصی وارد ساقه و برگها می‌شود و انتقال آن از برگها به میوه بسیار ناچیز می‌باشد. حداکثر مجاز کادمیم در محصولات کشاورزی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده و در هیچ‌یک از محصولات کشاورزی نباید این مقدار بیشتر از حد مجاز باشد (نقل ازملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). در استرالیا حد مجاز غلظت کادمیم برای محصولات مختلف غذایی مشخص شده است و از جمله حد مجاز کادمیم در سیب‌زمینی ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن تازه گزارش شده است. محدودیت میزان کادمیم در کشورهای اروپایی نیز اعمال میشود (نقل ازملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹) .

از گذشته تا چند سال اخیر در تجزیه کودهای فسفاته فقط به مقدار فسفر موجود در آن توجه شده ولی نظارتی بر ناخالصی‌های آن از جمله عناصر سنگین سرب و کادمیم نشده است. با مصرف بیش از حد کودهای فسفاته، سالانه مقادیر قابل توجهی از عنصر کادمیم و غلظت‌هایی از عناصر سرب، نیکل و کروم وارد خاک‌های زراعی و باغی گردیده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). در چهار سال گذشته کنترل کیفی کودهای فسفاته با همت مؤسسه تحقیقات خاک و آب مطرح و اجباری گردیده است. بطوری‌که در حال حاضر در کلیه کودهای فسفاته وارداتی و

www.SID.ir

Archive of SID

سولفات روی داخل، غلظت این آلاینده‌ها کنترل و حد مجاز کادمیم حداکثر ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شده است. با توجه به مصرف چندین دهه کودهای فسفاتی با غلظت‌های غیرمجاز کادمیم و آلودگی خاکها در این مدت، توجه و بررسی خاک‌های زراعی ضرورت حیاتی دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹) .

توجه به استفاده متعادل و متناسب از کودهای شیمیایی یک ضرورت انکارناپذیر است. با توجه به عدم استفاده صحیح و کاربرد بیش از نیاز گیاه و همچنین وجود برخی عناصر مضر از جمله سرب و کادمیم به عنوان ناخالصی، سبب شده است که به کارگیری از این کودها برای حاصلخیزی خاک آلودگی محیط‌زیست، از جمله خاک و آب را در بر داشته باشد. در بررسی آلودگی کادمیم در اثر استفاده دراز مدت از کودهای فسفره در اراضی کشاورزی در منطقه اصفهان مشخص گردید غلظت فسفر قابل جذب، کادمیم قابل جذب و کادمیم کل خاک‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهد، بالاتر بوده و اختلاف زیادی را دارا بود. بطوریکه غلظت کادمیم کل در همه خاکها، دارای غلظت فراتر از غلظت معمول و در محدوده غلظت بحرانی بود. غلظت کادمیم در برخی نمونه‌های گیاهی از جمله غده سیب‌زمینی و ریشه یونجه فراتر از غلظت معمول و در محدوده غلظت بحرانی قرار داشت.همچنین غلظت کادمیم در برخی نمونه‌های گیاهی از جمله دانه گندم و ریشه برنج نیز فراتر از غلظت معمول و در دانه گندم در محدوده غلظت بحرانی قرار داشت. همچنین جهت ورود مستقیم گیاه به زنجیره غذایی، کلیه نمونه‌های گیاهی دارای غلظت فراتر از حد مجاز کادمیم بوده و مصرف آنها برای انسان از نظر غلظت کادمیم محدود کننده و خطرناک است (رحمانی، ۱۳۸۸).

ب) سموم شیمیایی

سم باقیمانده درمیوه و سبزیجات کشور، بالاتر از حد استاندارد است که این امر سلامت شهروندان را تهدید می‌کند. بخش عمده میوه و سبزیجات تولید شده در کشور به‌ویژه در محصولات گلخانه‌ای ازنظر میزان سم و کود باقیمانده مشکل دارند و مصرف آنها بسیار خطرساز است. یکی از دلایل سرطان کبد، عدم کنترل میزان کود و سم شیمیایی در محصولات کشاورزی است. مشکل یاد شده، بیماری‌های زیادی به همراه دارد که از میان آنها می‌توان به سرطان کبد، پروستات و رحم اشاره کرد. برای داشتن میوه و سبزیجات سالم چاره‌ای جز کاهش سم شیمیایی و کود باقیمانده در آنها و تغییر الگوی استفاده از کود و سم وجود ندارد و باید در این زمینه طبق الگوهای جهانی عملکرد (انجمن گیاهپزشکی استان تهران، ۱۳۸۹).

طبق اعلام انستیتوی ملی سرطان، ۳۰ درصد حشره‌کش‌ها، ۶۰ درصد علف‌کش‌ها و ۹۰درصد قارچ‌کش‌ها سرطان‌زا هستند و این تنها یکی از اثرات جانبی منفی آنهاست. این موادشیمیایی می‌توانند به سیستم عصبی و هورمونی صدمه وارد کنند. کودکان بیش از بزرگسالان در برابر

www.SID.ir

Archive of SID

سموم کشاورزی آسیب‌پذیرند. در واقع آنها نسبت به جثه کوچکشان درمعرض درصد بالاتری از این مواد قرار دارند. به گزارش بلاآنلاین، کودکانی که محصولاتغذایی سوپرمارکت‌ها را استفاده می‌کنند نسبت به آنها که از غذاهای ارگانیک تغذیه می‌کنند شش تا نه برابر سموم دفع آفات دریافت می‌کنند. میوه‌ها و سبزیجات ارگانیک بدون استفاده از کودهای شیمیایی و سموم و ارگانیسم‌های اصلاح شده ژنتیکی پرورش می‌یابند، این محصولات نه تنها بی‌خطرترند، بلکه به دلیل دارا بودن میزان بالاتر ویتامین و مواد معدنی مغذی‌تر و خوشمزه‌ترند.
برخی محصولاتی که به صورت تجاری تهیه می‌شوند حاوی سطوح بالایی از بقایای مواد شیمیایی هستند بنابراین باید تا جایی که ممکن است سعی کنید سیب، زردآلو، توت، انگور، هلو، توت‌فرنگی، فلفل، کرفس، خیار، لوبیا سبز و اسفناج، عاری از سموم دفع آفات را خریداری کنید. بهترین غذاهای حیوانی از حیوانات اهلی تغذیه شده با مواد ارگانیک و بدون هورمون تولید می‌شوند. هم‌چنین می‌توان میوه‌ها و سبزیجات فاقد سموم دفع آفات و حتی محصولات گوشتی، ماکیان یا لبنی ارگانیک را از کشاورزان محلی (در صورت امکان) تهیه کرد. چه کسی می‌داند شاید نسل‌های بعد با نگاهی به گذشته ببینند افرادی هم بودند که غذای عاری از سم تهیه می‌کردند (وب‌سایت آفتاب من، ۲۱ اردیبهشت ۱۳۸۹، www.aftab.ir).

۶-پسماندها و ضایعات در عرصه کشاورزی

سالانه میلیون‌ها دلار ارز جهت واردات مواد زیر از کشور خارج می‌شود:

۱- خوراک دام و طیور، انواع پروتئین های مصرفی انسان، دام و طیور و مواد مکمل آن.
۲-انواع اسید های آمینه و آلی مثل لیزین، آلانین، سیتریک، لاکتیک، گلوتامیک و .....
۳- انواع مواد شیمیایی مثل الکل ها، فورفورال، پکتین، استن و ....
۴- انواع اسانس‌ها برای مصارف صنایع غذایی و بهداشتی.
۵- انواع کاغذ و خمیر آن

ضایعات و پسماندهای مزارع در دیگر کشورها منبع اصلی تأمین مواد مذکور برای صادرات به ایران وکشورهای مشابه می‌باشند. در تمامی فرآیندهای کشاورزی و صنایع مربوطه علاوه بر تولید محصولات اصلی، محصولات جانبی نیز تولید می‌شود که حجم وسیعی را شامل می‌گردد. به علت این که محدودهٔ وسیعی برای به کارگیری این محصولات وجود دارد، بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، ارزش بالاتری را برای آنها در نظر می‌گیرند، بگونه‌ای که در بعضی موارد از محصول اصلی نیز بسیار با ارزش‌تر می‌باشد.
در ایران، تقریباً نیمی از محصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد، در مراحل مختلف از بین می‌روند و صنایع تبدیلی موجود در ایران به آن حد از رشد نرسیده که بتواند از تمامی اجزاء یک محصول کشاورزی بهره مناسب و کامل را ببرد.

www.SID.ir

Archive of SID

گزارشات منتشر شده جهانی نشان می‌دهد که فعالیت برای دستیابی به فرآیندهایی مقرون به صرفه و قابل انجام جهت بازیافت و فرآوری محصولات جانبی و ضایعات در سالهای اخیر رشد فراوانی داشته است.

در ایران، در صورت داشتن برنامه‌ای مدون و ساز و کار مناسب در جهت برنامه‌ریزی، کسب تکنولوژیهای نداشته و ساماندهی داشته‌ها، می‌توان از این مواد که در اکثر مواقع نیز مسایل زیست محیطی حادی را هم بدنبال دارد، در جهت استفاده بهینه و تبدیل آنها به مواد با ارزش، گامی در جهت شکوفایی اقتصاد کشاورز و کشاورزی برداشت.

مقادیری از سموم مصرف نشده در حال حاضر به بدترین نحوه ممکن در انبارهای استانهای مختلف کشور نگهداری می‌شوند. در تمامی انبارهایی که این سموم نگهداری می‌شوند، سموم مایع نظیر آلدرین و دی‌آلدرین با نشت زیاد سطح وسیعی از خاک انبار را آغشته و آلوده نموده و امکان سرایت این آلودگی به آبهای سطحی وجود دارد. در سه استان شمالی کشور نظیر گیلان، مازندران و گلستان که سطح آبهای زیرزمینی بالا است، امکان خطر آلودگی چند برابر بوده است. جرم خاکهای صد در صد آلوده به آلاینده‌های آلی پایدار به میزان ۵۰۰۰۰۰ کیلوگرم برآورد شده است.

تمامی کودی که به خاک اضافه می شود جذب گیاه نمی گردد، بلکه قسمت قابل توجهی از آن به طرق مختلف از دسترس گیاه خارج می شود. بخشی از کود داده شده از خاک شسته شده وارد آب زهکش و سرانجام آبهای زیرزمینی می گردد و آن را آلوده می سازد. بخشی دیگر از کود، توسط خاک، مواد آلی و میکروبها تثبیت می شود. قسمتی نیز تجزیه گشته و بصورت گاز وارد جو میگردد و باقیمانده کود بتدریج جذب گیاه میشود.

انتخاب و مصرف کود میبایستی با توجه به موجودی و سرنوشت عناصر در خاک، اثر متقابل عناصر با یکدیگر و نیاز گیاه به عناصر انجام گیرد.میانگین مصرف کود برحسب عنصر غذایی در آسیا ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار است ولی این رقم در ایران به حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار می رسد. مصرف کود در کشور تا سال ۱۳۸۲، سه میلیون تن بود که اکنون این مقدار به چهار میلیون تن رسیده است، اما این رقم در مقایسه با کشورهای همسایه مانند پاکستان بسیار کم است.

پسماند کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی عمدتاً از هدررفت و پاشش کود در هنگام مصرف، انبارداری و جابجایی اتفاق می‌افتد. میزان پیش‌بینی شده مقادیر پسماند کود تولید شده در این بخش، بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، شامل پنج‌درصد وزنی کل کود مصرفی در کشور برآورد می‌گردد که به تناسب توزیع استانی کود، پسماند مربوطه برآورد می‌شود. این

www.SID.ir

Archive of SID

پسماندها عمدتاً از نوع پسماندهای عادی کشاورزی می‌باشند مگر اینکه توسط پسماندهای ویژه سایر بخشها آلوده گردند.

۷-کشاورزی زیستی

در دهه گذشته مصرف کودهای شیمیایی، اثرات و پیامدهای زیست محیطی نامطلوبی نظیر آلودگی آب و خاک و همچنین بروز مشکلاتی در خصوص وضعیت سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را به همراه داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد برای دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی و تحقق اهداف و سیاست‌های پیش‌بینی شده در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار استفاده از راهکاری مناسب برای تأمین نیازهای غذایی گیاه به کمک موجودات زنده ساکن خاک ضروری خواهد بود که استفاده از کودهای بیولوژیک می‌تواند راهکار مؤثری برای این کار باشد.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد مصرف کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمتی بسیار طولانی دارد. در گذشته تولیدکنندگان محصولات کشاورزی برای تقویت زمین‌های کشاورزی، گیاهی از تیره لگومینوز را کشت می‌کردند و بر این باور بودندکه با کشت این گیاه میزان حاصلخیزی خاک افزایش پیدا می‌کند. بدون تردید استفاده از کودزیستی می‌تواند اثرات مطلوبی برای گیاه و خاک به همراه داشته باشد. در بسیاری از نوشته‌های تاریخی نیزکاشت گیاهانی نظیر شبدر و باقلای مصری به عنوان تقویت‌کننده خاک مورد تأیید قرار گرفته است. در حقیقت کود بیولوژیک، ماده نگهدارنده میکروارگانیسم‌های مفید خاک است که به‌صورت متراکم و به تعداد بسیار زیاد در یک محیط کشت تولید شده است. این نوع کود معمولاً به صورت بسته‌بندی شده در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه هدف اصلی از مصرف کودهای بیولوژیک، تقویت حاصلخیزی خاک و تأمین نیازهای غذایی گیاه است، امابدون تردید استفاده از این نوع کود می‌تواند اثرات مطلوبی برای گیاه و خاک به همراه داشته باشد.

طبق اطلاعات کمیته محصولات ارگانیک،کل سطح کشت محصولاتی که در کشور بدون استفاده از سموم و کودهای شیمیایی تولید شده‌اند، حدود ۲۳۹ هزار و ۴۶۲ هکتار که شامل ۱۲۵ هزار و ۸۰۲ هکتار محصولات باغی و ۱۱۳ هزار و ۶۵۹ هکتار محصولات زراعی است و به‌طور کلی میزان سطح کشت محصولات زراعی و باغی که تولید آنها بدون استفاده از کود و سم انجام می‌گیرد، به ترتیب یک و ۷/۲ درصد از کل سطوح زیر کشت محصولات زراعی و باغی کشور را تشکیل می‌دهد.

امروزه کشاورزی زیستی به سرعت در حال رشد است و براساس آمار موجود در سال ۲۰۰۴ در سطح جهان حدود ۲۴میلیون هکتار از اراضی تحت مدیریت کشاورزی زیستی قرارگرفته که نسبت به سال ۱۹۹۹ افزایش چشمگیری داشته است. استرالیا با ده میلیون هکتار (۴۱درصد) بیشترین و زیمباده با ۴۰ هکتار (۰/۱۶درصد) کمترین و ایران با وجود داشتن برخی اراضی عاری

www.SID.ir

Archive of SID

از کود و سم سهم صفر درصدی را بخود اختصاص داده است. درحال حاضر بسیاری از کشورها به ویژه کشورهای اروپایی توسعه کشاورزی زیستی را (تا حدود ۲۰ درصد محصولات کشاورزی) در برنامه اجرایی خود قرار داده اند و در آینده نه چندان دور، مهمترین و اصلی ترین مشخصه حضور در بازارهای جهانی به ویژه برای محصولات باغی، عرضه محصولات عاری از ترکیبات شیمیایی خواهد بود. شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک کشور ما، برای کشاورزی زیستی مساعد است به دلیل اینکه تاثیر نهاده های مورد مصرف در کشاورزی مدرن (به ویژه کود و سم) در این اراضی کمتر است و همچنین مصرف کودهای آلی در این زمینه باعث افزایش سریع حاصلخیزی خاک و نفوذپذیری آن نسبت به آب می شود. با توجه به اینکه ۱/۲درصد اراضی کشاورزی جهان در ایران قرار داشته و فقط حدود ۰/۳ درصد سموم مصرفی جهان در ایران مصرف می شود کشور در وضعیت بهتری نسبت به میانگین جهان قرار دارد. بر اساس آمار سال ۱۳۸۰ ایران، در بیش از ۲۳۹ هزار هکتار از مزارع و باغات از سم و کود استفاده نشده و در بیش از ۸۰۸ هزار هکتار نیز از سموم استفاده نشده است که این میزان در خراسان ۷۷۵۳۷ هکتار بدون استفاده از کود و سم و ۴۵۷۶۶ هکتار بدون استفاده از سم بوده است. برای پایه گذاری سیستم کشاورزی زیستی در کشور همزمان با توسعه تولید این نوع محصولات، در مورد ایجاد زمینه های عرضه مطمئن در شبکه توزیع نیز باید برنامه ریزی لازم صورت گیرد زیرا اقتصادی کردن کشاورزی زیستی برای توسعه وگسترش آن ضروری است.

فهرست منابع:

۱- آمارنامه کشاورزی کشور، ۱۳۸۵، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
۲-آمارنامه کشاورزی استان اصفهان (سال زراعی ۱۳۸۲-۱۳۸۱)، ۱۳۸۳، سازمان کشاورزی استان اصفهان، وزارت جهاد کشاورزی.
۳- احمدی ایلخچی.ع، م.ع.حاج عباسی و الف. جلالیان، ۱۳۸۱، اثر تغییر کاربری زمین های مرتعی به دیم کاری بر تولید رواناب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان، چهامحال و بختیاری، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره چهارم، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۴.
۴- انجمن گیاهپزشکی استان تهران، خبرگزاری مهر، ۸ فروردین ۱۳۸۹.
۵- بغوری. الف،۱۳۷۰، مروری بر نتایج حاصل از کاربرد کودهای فسفره بر کادمیم خاک و گیاه وبررسی میزان کادمیم درکودهای وارداتی، موسسه تحقیقات خاک‌وآب، نشریه فنی شماره ۸۲۲.
۶-بنایی.م.ح، ع.مؤمنی، م.بای بوردی و م.ج.ملکوتی، ۱۳۸۳، خاکهای ایران، انتشارات سنا.
۷- رحمانی. ح.ر، ۱۳۷۴.آلودگی خاک توسط سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

۸-رحمانی. ح.ر، ۱۳۸۱، بررسی و شناخت منابع آلوده کننده مهم خاک و آب و گیاه در استان یزد، گزارش نهایی طرح مصوب شورای پژوهشهای علمی کشور، دانشگاه یزد، معاونت پژوهشی.

۹-رحمانی. ح. ر، ۱۳۸۲، استفاده بهینه از پسابهای صنعتی در کشاورزی ، گزارش نهائی طرح تحقیقاتی استانی ویژه توسعه کشور، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اصفهان.

۱۰-رحمانی .ح.ر، ۱۳۸۲، خصوصیات شیمیایی و غلظت عناصر سنگین سرب ، کادمیم و نیکل در پساب واحدهای صنعتی شهر یزد ، مجله محیط شناسی، سال ۲۹، شماره۳۱، صفحات ۳۱ تا ۳۶.

۱۱-رحمانی. ح. ر، ۱۳۸۵، بررسی وضعیت نیترات در خاک و گیاه اراضی کشاورزی منطقه برآآن اصفهان، گزارش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت اسناد و مدارک علمی: ۸۴/۷۳۰ مورخ ۸۴/۸/۴.

۱۲- رحمانی. ح. ر ،۱۳۸۶، بررسی اثرات مواد زائد جامد واحدهای صنعتی بزرگ بر خاک وگیاه اراضی کشاورزی مجاور، گزارش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت اسناد و مدارک علمی: .

۱۳- رحمانی.ح.ر، ۱۳۸۸، بررسی تاثیر کاربرد درازمدت کودهای فسفره بر میزان کادمیم خاک و گیاه و مخاطرات زیست محیطی ناشی از آن، گزارش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۴- رحمانی.ح.ر، ۱۳۸۸، استفاده از فاضلابها برای تولید گندم، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ثبت ۸۸/۱۱۳۶/۳۸.

۱۵- روزنامه هدف و اقتصاد، بانک جهانی در گزارش ۲۰۰۷، شماره ۹۲۰، مورخ ۱۴ بهمن ۱۳۸۵.

۱۶-سازمان حفاظت محیط زیست (معاونت تحقیقاتی)، ۱۳۷۳، استاندارد خروجی فاضلابها، دفتر محیط انسانی سازمان حفاظت محیط زیست.

۱۷- فیضی.م، ۱۳۸۰، تاثیر مصرف پساب فاضلاب بر روی خاک و گیاه در منطقه شمال اصفهان، هفتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهرکرد.

۱۸- کرمی، م، ۱۳۸۳. اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب بر غلظت عناصر آرسنیک، سرب و کادمیم در خاک و گیاه گندم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۹-مرجوی.ع، ۱۳۸۲، بررسی اثرات کمپوست و لجن فاضلاب در اراضی کشاورزی، گزارش پژوهشی سالانه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰- ملکوتی. م. ج، ۱۳۷۵، کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

۲۱-مؤمنی. ع، ۱۳۸۴ ، بررسی ابعاد مکانی و اقتصادی تغییر کاربری اراضی در حواشی کلان شهرهای ایران، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۱۲۲۸.

۲۲- ملکوتی. م. ج، ۱۳۷۸، بررسی وضعیت تعادل عناصر غذایی در خاک‌های ایران، مجله آب، خاک، ماشین، جلد ۱۰، صفحات ۱۲تا ۱۷.

۲۳- ملکوتی. م. ج، م. ترابی و ج. طباطبائی، ۱۳۷۹، اثرات سوء کادمیم و روشهای کاهش غلظت آن در محصولات کشاورزی، نشر آزمون کشاورزی

۲۴- ملکوتی، م. ج وع. شاهرخ‌نیا، ۱۳۷۹، ضرورت تغییر نگرش در مصرف کودهای فسفاته در راستای کاهش کادمیم در مواد غذایی، نشریه فنی ۱۶۴، نشر آموزش کشاورزی.

۲۵- هودجی.م و الف. جلالیان، ۱۳۸۳. پراکنش نیکل،منگنز و کادمیم در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار فولاد مبارکه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی(دانشگاه صنعتی اصفهان)، سال ۸،شماره ۳، صفحات ۵۵ تا ۶۸.

۲۶- وبسایت آفتاب من، ۲۱ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹، www.aftab.ir.

۲۷- یگانه.م، م. افیونی و ی. رضائی نژاد، ۱۳۸۵، اثرات باقیمانده و تجمعی لجن فاضلاب بر حرکت کادمیم، روی، سرب، و مس در خاک، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، دانشگاه تهران.

28- Allaway .B.J,1990, Heavy metals in soils: Lead ,Blackie and sonltd , Glassgow , London , pp .177-196.

29- APHA, 1995, Standard methods for the examination of water and wastewater, prepared and published by APHA , AUWA and WEF , 19th ed .

30- Brown.L, and H.Brain.1998.China's water shortage world watch press.release, http://www.igc.apc.org/worldwatch/alerts/pr980422.html.

31-Baralkiewicz, d., Gramowska, H., Kanecka, A., 2005. Determination of mercury in sewage sludge by direct slurry sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry. Spectrochimica Acta Part B60 (2005) 409-413.

32-Bhogal, A., Nicholson, F. A., Chambers, B. J., and Shepherd, A., 2003. Effects of past sewage sludge addition on heavy metal availability in light textured soil: implications for crop yields and metal uptake, Environ. Pollution, 121:413-423.

33- Chaney. R.L.,JF.Bruins, D.E.Baker, J.E.Smith and D.Col.,1987, Transfer of Sludge-applied Trace Elements to the food Chain.PP.67-93.In: AL.Page,T. Logan and J.Ryan. Land Application of Sludge.9 th ed.,Lewis publishers ,Chelsea ,MI.

34- EPA/ROC ,1998 ,Environmental information of Taiwan ,ROC ,Environmental Protection Agency (EPA) ,Taipei,Taiwan, ROC.

www.SID.ir

Archive of SID

35- Ensink, J.H, J. Mahmood, T. van der Hoek, W. Raschid-Sally, .and F.P. Amerasinghe, 2004, A nation-wide assessment of wastewater use in Pakistan: Water Policy 6, 1–10.
36- Gijzen, H, 2000, Low Cost Wastewater Treatment and Potentials for Re-use, A Cleaner Production Approach to Wastewater Management. IHE, Delft.
37-Gomes, P.C., Fontes, M. P. F., Dasilva, A.G., des Mendonca, E., Netto, R. A., 2001. Selectivity sequence and competitive adsorption of heavy metals by Brazilian soils, Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1115-1121.
38-Engelman, R. and P. Leroy, 1995, population and sustainable food production. II. Limits. PP. *In*:coserving land.
39-Food and agriculture organization, 1992, land, food and people. Rom, FAO.
40-Lue-Hing, C., Zenz, D.R., Tata, P., kuchenrither, R., Malina, J., Sawyer, B., 1998. Municipal sewage sludge management: A refrence text on processing, second ed. Utilization and disposal, vol. 4 Technomic publishing Co., USA.
41-Kozlov, M.V, E.Haukioja, A.V.Bakhtiarov and D.N. Stroganov.,1995, Heavy metals in birch leaves around a Nichel – Copper Smelter at Monchegorsk, Northwestern. Russia, Environmental Pollution, Vol. 90, No.3, PP.291-299.
42- Kryuchkov, V.V.,1993,. Degradation of ecosystems around the Severonikel smelter complex. In Aerial Pollution in Kola Peninsula, ed. M.V. Kozlov ,E.Haukioja & V.T. Yarmishko, Proc Int, Wkshop. 14-16 April 1992, St petersburg, PP.35-46,Apatity.
43- Ndiokwere. C.L and C.A. Fzihe. ,1990, The occurance of heavy metals in the vicinity of industrial complexes in Nigeria, Environment International , Vol. 16, PP.291-295.
44- Nriagu, J.O.and J.M. Pacyna. ,1988, Quantitative assessment of world –wide contamination of air, water and soils by trace metals Nature. 333:134-139.
45-McBride, M, B., 1998. Growing food crops on sludge-amended soils problems with the U.S. Environmental Protection Agency method of estimating toxic metal transfer, Environmental Toxicology and Chemistry: No. 17, pp. 2274-2281.
46-Peacival, H. J., 2003. Soil and soil solution chemistry of a Newzealand pasture soil amended with heavy metal- containing sewage sludge, Aust. J.L Soil Research, 41: 1-17.
47- Pendias. A.K, and H. Pendias, 1992,Trace elements in soils and plants ,V.lead ,Lnd ed.,Boca Raton Arbor. London, pp .187-198.
48-Scheltinga, H.M.J., 1987. sludge in agriculture: the European approach. Water Sci. Technol. 19(8), 9-18.
49-Smil, V, 1987, Environment:Realities, Myths, Options. Oxford, Clarendon.
50-Stewart.B.A.,1989, Advancec in soil science Edited by, Vol . 9,by springer – verley New York Inc
51- TDEC, 2006, Report The Status of Water Quality in Tennessee. Tennessee Department of Environment and Conservation, No. 305(b), 157 p
52-Wong, J.W.C., Selvam, A., 2005. Speciation of heavy metals during co-composting of sewage sludge with lime. Chemosphere article in press.
53-Wong, J. W. C., Lai, K.M., Fang, M., Ma, K.K., 2000. Effect of sewage sludge amendment on soil microbial activity and nutrient mineralization. Environ. Int. 24(8): 935-943.
54- Wolfgang . B.R.,1995, Metal accumulation in arthropods near a Lead/Zinc smelter in arnoldstein, Austria, Environmental Pollution , Vol . 90, No.2, PP. 221-237.

www.SID.ir