



تاثیر کودهای آلی بر سلامت جامعه و محیط زیست

مجتبی فتحی*، مصلح‌الدین رضایی و غلامرضا سعادت‌مند

اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

اصفهان، شهرک امیر حمزه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب

E-mail : mjtbfathi@gmail.com

r.saadatmand2006@yahoo.de

تلفن: ۰۳۱۱-۷۷۵۳۸۰۴ فاکس: ۰۳۱۱-۷۷۵۷۰۷۲

تلفن: ۰۳۱۱-۷۷۵۳۸۰۴ فاکس: ۰۳۱۱-۷۷۵۷۰۷۲

چکیده

کودهای آلی از منابع مختلفی مانند زباله شهری، فضولات دامی و لجن فاضلاب تهیه می‌شود. این منابع در مناطق مختلف از نظر ترکیبات آلاینده تنوع قابل توجهی دارد. بر خلاف کودهای شیمیایی به دلیل عدم یکنواختی ترکیبات کودهای آلی، نمی‌توان به آسانی برای جلوگیری از آلاینده‌گی آن برنامه‌ریزی کرد. در کودهای آلی بویژه کمپوست حاصل از پسماندهای شهری، فلزات سنگین و عناصر سمی به مقدار متفاوت وجود دارد. ممکن است کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری، در یک فصل و منطقه خاص مقادیر بیشتری از یک یا چند عنصر فلزات سنگین داشته باشد. برآوردها نشان می‌دهد در کل کودهای آلی سهم بیشتری در آلودگی خاکهای دنیا به فلزات سنگین دارد. کودهای دامی علاوه بر موارد ذکر شده باعث برخی آلودگیهای میکروبی و ویروسی هم می‌شود. در مواردی آلودگی ویروسی این کودها خطرناکتر از انواع باکتریایی است. باکتری *E. coli 0157:H7* در آمریکا سالانه ۷۰۰۰۰ نفر را آلوده می‌کند و باعث مرگ ۶۰ نفر می‌شود. سهم قابل توجهی از آلودگی به این باکتری ناشی از کودهای دامی مصرف شده در اراضی کشاورزی است. ویروسهای بیماریزای متعددی مانند آنفولانزای فوق حاد پرندگان، از طریق کودهای دامی منتشر می‌شود. در صنایع دامی، مقادیر متفاوتی از افزودنی‌های شیمیایی مانند هورمونهای رشد، آنتی‌بیوتیکها و مواد ضدعفونی کننده رایج شده که به همراه کمپوست حاصل از ضایعات و پسماند وارد محیط زیست می‌شود. نحوه حرکت و آبشویی و میزان آلاینده‌گی این ترکیبات در خاک ناشناخته است. علاوه بر آلودگی آب و خاک فضولات دامی انبار شده و ذخایر کمپوست و مواد اولیه کودهای دامی در اثر تجزیه در شرایط کمبود اکسیژن گازهای سمی و بدبو مانند آمونیاک و سولفید هیدروژن متصاعد می‌کند که باعث آلودگی هوا می‌شود. گاز آمونیاک آزاد شده برای دام و پرندگان خطرناک است. در این مقاله تحقیقات انجام شده بر روی آلاینده‌گی ناشی از کودهای آلی و دامی توضیح داده می‌شود.

کلمات کلیدی: کودهای آلی، کمپوست، زباله شهری

مقدمه

در سالهای اخیر به دلیل مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی مصرف شده برای تولید آنها و اثرات سوئی که بر چرخه‌های زیستی بوم نظام‌های زراعی و خواص فیزیکی خاک دارند تبلیغات گسترده‌ای برای استفاده از کودهای آلی و دامی صورت گرفته است. تصور بر این است که این کودها از لحاظ بهداشتی و محیط زیست سالم و بدون عوارض می‌باشد. لیکن، رعایت ضوابط و استانداردها در همه ابعاد مدیریتی کودهای آلی یک اصل اساسی در حفظ



محیط زیست و سلامتی انسان بوده، لازم است با توجه و دقت خاص مد نظر قرار گیرد. رعایت این مسئله در تولید و عرضه کودهای آلی به بازار یک ضرورت اجتناب ناپذیر بوده لازم است تا در بخش‌های مختلف کشور از مبداء تولید، کنترل محصول و تجزیه مواد از نظر جنبه‌های تغذیه گیاهی و موارد بهداشتی با توجه و دقت خاص مد نظر قرار گیرد. در کل تولید محصولات سالم همراه با حفظ محیط زیست نیاز به کنترل کیفی و کمی محصولات زراعی و باغی دارد که کنترل مصرف کود در مزارع یکی از ارکان مهم آن می‌باشد. در این راستا رعایت مدیریت صحیح در تغذیه گیاه، از منابع کودهای شیمیایی یا آلی مصرف شده اهمیت بیشتری دارد.

روش تحقیق:

در این مطالعه نتایج برخی از تحقیقات در مورد اثر تاثیر کودهای آلی بر سلامت جامعه و محیط زیست مرور می‌شود.

نتایج و بحث:

مطابق پیش‌بینی‌های به عمل آمده جمعیت کره زمین در سال ۲۰۳۰ میلادی به ۹ میلیارد نفر خواهد رسید. مهم‌تر آنکه بر اثر فشار ناشی از رشد فزاینده جمعیت حدود ۱۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان نابود شده و ۲۵ درصد دیگر اراضی در معرض نابودی قرار دارد. همچنین رشد تولید غلات در جهان روز به روز کندتر می‌شود، دسترسی به مواد غذایی وضعیت متزلزلی می‌یابد و هر ساله از تعداد کشورهای صادرکننده غلات یا میزان صادرات آنها به دلیل افزایش جمعیت، کاسته می‌شود. اگرچه مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به منظور افزایش تولیدات کشاورزی بویژه در بخش زراعی، موجب بروز صدمات زیست محیطی و اختلال در حاصلخیزی خاک، افزایش یون‌های نیترات و نیتريت در خاک و آب‌های جاری و زیر زمینی، متراکم و قلیائی شدن خاک و کاهش حاصلخیزی آن، طغیان علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی و کاهش مزه و بوی طبیعی میوه‌ها می‌شود، نباید از نقش موثر کودهای شیمیایی در تامین مواد غذایی و پوشاک برای جمعیت رو به رشد جهان در اثر تبلیغاتی که در مورد آلاینده‌گی آن صورت گرفته است غافل شد (۳ و ۴). در حال حاضر سالانه ۲۰۰ هزار هکتار زمین آبی و پنج میلیون و ۵۶۰ هزار هکتار به صورت دیم در سطح کشور به زیرکشت محصولات مختلف می‌رود و مصرف سالانه کود شیمیایی در این اراضی چهار میلیون و ۶۰۰ هزار تن برآورد می‌شود که از این مقدار ۲ میلیون و ۳۰۰ هزار تن کود اوره است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). صرف نظر از اینکه گیاه بوسیله چه نوع کودی تغذیه شود، برای کامل شدن چرخه رشد جذب تعدادی عناصر شیمیایی ضروری است و کود مصرف شده تا زمانی که به یون‌های قابل جذب این عناصر تجزیه نشود برای گیاهان قابل استفاده نبوده و جذب ریشه نمی‌گردد. کودهای شیمیایی و آلی پس طی روندی متفاوت، در نهایت یون‌های یکسان مواد غذایی در خاک آزاد می‌کند. بخشی از این یونها جذب ریشه شده و قسمتی باعث آلودگی خاک و محیط زیست می‌شود. برای مثال نیتروژن بصورت یون نیترات و آمونیوم، فسفر بصورت $H_2PO_4^-$ و $H_2PO_4^{2-}$ و پتاسیم به فرم K^+ جذب گیاه می‌شود. کودهای آلی و دامی در نهایت باید برای استفاده گیاه به صورت فرم‌های شیمیایی قابل جذب تعبیر یافته تا گیاه بتواند از آن تغذیه کند (Eghball, 1999).

کودهای آلی از منابع مختلفی مانند زباله شهری، فضولات دامی و لجن فاضلاب تهیه می‌شوند که این منابع در مناطق مختلف دنیا از نظر نوع و مقدار ترکیبات آلاینده و رفتار در خاک تنوع قابل توجهی دارد و به دلیل عدم شناخت کامل نمی‌توان برای جلوگیری از آلاینده‌گی آنها به سهولت برنامه‌ریزی کرد. اما کودهای شیمیایی در مراکز بزرگ صنعتی با



فرمولاسیون مشخص و بر طبق ضوابط خاص تولید می‌شود و ترکیباتی که در خاک آزاد می‌کنند شناخته شده است بنا بر این کنترل آلودگی آنها با اطمینان بیشتری امکان‌پذیر است بطوریکه رفتار آن در خاک در مقایسه با کودهای آلی قابل پیش‌بینی تر است (Alloway, 1991).

کودهای آلی، آلاینده‌گی و گازهای گلخانه‌ای

علاوه بر نقش مواد آلی در تغذیه گیاهان این مواد اثرات مفید دیگری هم دارد. مواد آلی باعث بهبود کیفیت خاک، اصلاح ساختار فیزیکی، تهویه و ذخیره بهتر آب، اصلاح pH، و سهولت نفوذ و گسترش ریشه در اعماق و سطح خاک می‌شود. از طرف دیگر افزودن کودهای آلی باعث زیاد شدن توان ذخیره عناصر غذایی (CEC)، کاهش رواناب و کنترل فرسایش خاک می‌گردد. بخش هوموسی مواد آلی مقداری فسفر دارد که به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد و بر خلاف فسفر معدنی خطر تثبیت و غیر قابل جذب شدن در خاکهای آهکی که بیشتر اراضی کشاورزی کشور را پوشانده در مورد آن وجود ندارد (ملکوئی، ۱۳۸۵). با این حال در صورت مصرف بی‌رویه کودهای آلی مقادیر اضافی فسفر و ازت وارد خاک می‌شود که جذب گیاه نشده و باعث تخریب محیط زیست می‌شود. فسفر محلول تحرک ناچیزی دارد و بخش عمده آن بلافاصله جذب ذرات خاک می‌شود. ورود فسفر به آبهای سطحی و اکوسیستم عمدتاً از طریق فرسایش خاک انجام می‌شود. در حالی که ازت اضافی کودهای آلی و شیمیایی به فرم یون نیترات حلالیت قابل توجهی دارد و با سرعت وارد آبهای سطحی و زیر زمینی شده و آلاینده‌گی این منابع را همراه دارد. مصرف کودهای دامی و کمپوست اثرات منفی دیگری نیز دارد و باعث تجمع مقدار قابل توجه نمک در خاک می‌شود که این امر بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک اهمیت زیادی دارد. کودهای دامی همچنین یکی از راه‌های انتشار بذر علف‌های هرز و آلوده شدن مزارع و باغات می‌باشد (Eghball, 1999a, 1999b).

از نکات مهم دیگر در مورد کودهای آلی عدم هماهنگی و ناموزون بودن عناصر غذایی موجود در آن با نیاز غذایی گیاهان است. برای مثال مصرف کودهای گاوی بر اساس نیاز ازت گیاه باعث انباشت فسفر در خاک می‌گردد و بالعکس مصرف این نوع کود بر اساس نیاز فسفر گیاه میزان کافی ازت در اختیار گیاه قرار نمی‌دهد. این امر کوشش جهت تولید ارقام ذرت با مقادیر کمتر جذب فسفر و در نتیجه دفع کمتر را همراه داشته باشد (Eghball, 1999).

اگر چه مقادیر بسیار کم برخی عناصر فلزی برای رشد گیاه و انسان ضروری است اما جذب بیش از حد آنها مسمومیت ایجاد می‌کند. در مدیریت تغذیه گیاهی جلوگیری از تجمع بی‌رویه این عناصر در خاک ضروری است. در معادن فسفات مقادیری از عنصر کادمیوم همراه کانی اصلی وجود دارد که تجمع آن در اراضی کشاورزی با توجه به سمیت و حلالیت بالای آن می‌تواند مشکل‌ساز باشد. ولی مقدار این عنصر در سنگ معدن به حدی ناچیز است که با توجه به مقدار رایج مصرف کود فسفر، صدها و بلکه هزاران سال طول می‌کشد تا غلظت این عنصر در خاک به حد خطرناک برسد. در کودهای آلی که بطور عمده از فضولات دامی، لجن فاضلاب و پسماندهای شهری تهیه می‌شود. غلظت فلزات سنگین و عناصر سمی در مناطق مختلف و فصول متفاوت سال یکسان نیست و ممکن است کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری، در یک فصل خاص محتوی مقادیر بیشتری از یک یا چند عنصر فلزات سنگین باشد ولی تحقیقات نشان می‌دهد کودهای آلی سهم بیشتری در آلودگی خاکهای دنیا به فلزات سنگین دارد. نگرانی جدی در مورد آلوده شدن خاک به فلزات سنگین در اثر مصرف کمپوست زباله شهری در بسیاری از نقاط دنیا گزارش شده است (Alloway, 1991). مصرف طولانی مدت این نوع کمپوست موجب تجمع عناصر روی، مس، سرب، نیکل و کادمیم در خاک و گیاه و بروز سمیت در گیاهان می‌گردد (Mulchi, 1991).



برخی از کودهای دامی حاوی مقادیر قابل توجهی عناصر ارسنیک، کبالت، مس، آهن، منگنز، سلنیوم، روی می‌باشد که در صنایع دامپروری به عنوان مکمل غذایی مصرف می‌شود که در نهایت از طریق کودهای دامی به محیط وارد شده و می‌تواند اثرات منفی داشته باشد این عناصر بیشتر در بخش جامد کودهای دامی موجود است (Giusquiani, 1999). تجمع این عناصر در خاک می‌تواند باعث سمیت گیاهان شود. مواد محتوی ارسنیک، کبالت، آهن، منگنز، سلنیوم و روی در مرغداری‌ها به عنوان مکمل غذایی مصرف می‌شود. با کم کردن میزان برخی از این مکمل‌های غذایی بدون آسیب به سلامت دام می‌توان میزان عنصر مورد نظر را در کود دامی کاهش داد. در یک آزمایش کم کردن میزان روی در رژیم غذایی از ۱۹۰ به ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدون خسارت به دام غلظت این عنصر در کود حاصل از مرغداری را به میزان ۷۵ درصد کاهش داد (Mohanna, 1999; Tufft, 1991). افزودن مواد آلی به خاک همچنین باعث تغییر pH و افزایش جذب عناصر سنگین و ایجاد سمیت در گیاه می‌شود. طی پنج سال افزودن لجن فاضلاب و کود دامی به میزان ۵ تن در هکتار باعث نیم واحد کاهش pH خاک و افزایش جذب عناصر روی و کادمیم در گیاه نخود گردید (Krebs, 1998). همچنین افزودن کود دامی از طریق تشکیل کمپلکس با مواد آلی و افزایش حلالیت کادمیم و روی باعث افزایش آلاینده‌گی این عناصر گردید (Almas, 2000).

آلاینده‌های کشاورزی پس از ورود به رودخانه‌ها و منابع آب در دره‌های فراوانی ایجاد می‌کند. افزایش غلظت ازت و فسفر در اکوسیستم‌های آبی باعث رشد سریع جلبکها و گیاهان آبی می‌گردد. تجزیه این توده گیاهی پس از مرگ به شدت غلظت اکسیژن محلول در آب را کاهش داده و باعث آسیب جدی به جانداران و گیاهان درون آب و نابودی کامل برخی از آنها می‌شود. تحقیقات وسیعی در آمریکا نشان داده است که ازت کشاورزی عامل اصلی مرگ ناگهانی و دسته‌جمعی آبزیان در نواحی ساحلی و رودخانه‌ها است. مقادیر اضافه نیترات در خاک بویژه جذب محصولات غده‌ای شده و وارد چرخه غذایی انسان می‌شود. گیاهان غده‌ای مانند سیب زمینی بیشتر نیترات جذب می‌کند. تیره و سیاه شدن سیب زمینی پس از برش خوردن و در معرض هوا قرار گرفتن نشان‌دهنده وجود بیش از حد این ماده است. نیترات ماده‌ای سرطان‌زا است و غلظت بیش از حد آن در گیاهان و آب آشامیدنی در شمال کشور سرطان‌های دستگاه گوارش در این مناطق را افزایش داده است (ملکوئی، ۱۳۸۰).

علاوه بر ضرورت جلوگیری از ورود مستقیم آب زهکش‌های کشاورزی و پیوستن آن به آبهای سطحی و زیرزمینی، اتخاذ پاره‌ای تدابیر مدیریتی در سطح ملی، منطقه‌ای و مزرعه، مانند تنظیم عمق، زمان، مقدار، نوع و میزان کارایی مصرف کود نیتروژنی می‌تواند آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی را کاهش دهد. در مورد کود فسفوری مدیریت تاثیر قابل توجهی دارد. به غیر از مدیریت مستقیم کود، برخی عملیات زراعی غیر از کوددهی مانند نوع و میزان شخم و شیار در میزان آلاینده‌گی بویژه در مورد فسفر اثر گذار است. تحقیقات انجام شده در آمریکا نشان داده است. ایجاد کمربند سبز در اطراف رودخانه‌ها و در مسیر نفوذ آلاینده‌ها به منابع آب ۴۰ تا ۹۰ درصد از آلاینده‌گی نیتروژن و فسفر کودی را کاهش می‌دهد. بر خلاف تصورات گذشته مبنی بر تثبیت فسفر در لایه‌های سطحی خاک و عدم آلاینده‌گی آن برای آبهای زیرزمینی، تحقیقات نشان داده است که بخش قابل توجهی از این عنصر از طریق جریان ترجیحی آب از منافذ درشت خاک عبور کرده و وارد آبهای زیرزمینی می‌شود. همچنین مصرف کودهای آلی باعث حلالیت بیشتر فسفر معدنی موجود در خاک می‌شود (Hooda, 2000). افزودن ۴/۵ تن در هکتار کود مرغی باعث حلالیت بیشتر فسفر معدنی موجود در خاک به میزان ۲/۲ میلی‌گرم در لیتر شش ماه پس از افزودن کود به خاک گردید (Sauer, 2000). روش مصرف فسفر در خاک تاثیر بیشتری از منشاء فسفر در آلودگی آبهای سطحی به فسفر



دارد. افزودن فسفر به سطح خاک از طریق کود های دامی و فسفر شیمیایی هر دو باعث ورود فسفر بیشتر به روانابها نسبت به جایگذاری عمقی آنها می شود.

مقادیر بالای نیترات در آب زیر زمینی خطرات جدی را متوجه سلامتی انسان می کند. در مناطق پرباران و اراضی فاریاب، بویژه در خاکهای شنی که بر روی یک سفره آب کم عمق واقع شده، آلودگی نیتراتی آبهای زیرزمینی سریع تر انجام می شود. در خاکهای رسی و لومی رسی به دلیل تهویه و نفوذپذیری کم تر مقدار قابل توجهی از نیتراتی آبشویی شده در فرایند بیولوژیکی دنیتریفیکاسیون بصورت گاز از خاک دفع می شود و آبهای زیرزمینی را آلوده نمی کند (Eghball, 1999).

کودهای آلی پس از تجزیه ازت و فسفر را بصورت یونهای شیمیایی در خاک آزاد می کنند بنابراین بعد از تجزیه کامل و آزاد شدن عناصر غذایی، مکانیسم آلاینده‌گی آنها با کودهای شیمیایی تفاوت نمی کند. نیتروژن موجود در کودهای آلی پس از آزاد شدن به نیترات تبدیل می شود. و مقدار اضافه بر نیاز گیاهی آن مانند کودهای شیمیایی آلودگی زیست محیطی بدنبال دارد. در دشتهایی با خاک شنی و سبک که توسط سیستم های سطحی زهکش می شود، در صورت مصرف بالای کود دامی نیترات به سرعت آبشویی می شود و وارد رودخانه ها می گردد (Eghball, 1999).

در صنایع دامی، مقادیر قابل توجهی از افزودنی های شیمیایی متفاوتی مانند هورمونهای رشد، آنتی بیوتیکها و مواد ضد عفونی کننده رایج شده که به همراه ضایعات و پسماندها وارد محیط زیست می شود. نحوه آبشویی و میزان آلاینده‌گی این ترکیبات برای موجودات زنده هنوز ناشناخته است. علاوه بر آلودگی آب و خاک فضولات دامی انبار شده و ذخایر کمپوست و مواد اولیه کودهای دامی در اثر تجزیه در شرایط کمبود اکسیژن گازهای سمی و بدبو مانند آمونیاک و سولفید هیدروژن متصاعد می کند که باعث آلودگی هوا می شود. گاز آمونیاک آزاد شده برای دام و پرندگان خطرناک است. میزان تصاعد این گاز با مدیریت صحیح قابل کنترل است (Hashimoto, 1981).

کودهای دامی و سایر کودهای غیر شیمیایی باعث تولید حجم قابل توجهی از گازهای آلاینده هوا می شود. دی اکسید کربن، اکسید نیتروژن و متان جزو گازهای گلخانه‌ای هستند. مقادیر قابل توجهی از این سه گاز در اثر فعالیتهای کشاورزی وارد جو می شود و باعث پدیده گرم شدن جهانی می گردد. دی اکسید کربن از احتراق سوختهای فسیلی در ماشین آلات کشاورزی و همچنین تجزیه بقایای گیاهی بوجود می آید. گاز متان از تجزیه بی هوازی فضولات دامی، شالیزارها و اراضی باتلاقی متصاعد می گردد و نیتروس اکساید از فرایند دنیتریفیکاسیون نیترات حاصل از کودهای دامی و شیمیایی حاصل می شود. میزان تولید این گاز تحت تاثیر سطح مدیریت ازت در مزرعه است. بخش عمده گازهای گلخانه‌ای توسط میکروارگانیسم های دخیل در فرایندهای اکسید و احیا نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، متانوژن و تجزیه مواد آلی تولید می شود (Sylvia, 2004). گاز متان (CH_4) در اثر تجزیه بی هوازی کودهای دامی تولید می شود. مصرف کود دامی تازه همچنین باعث تولید گاز گلخانه‌ای نیتروس اکساید می شود. رژیم غذایی دام تاثیر قابل توجهی بر میزان تولید گازهای گلخانه‌ای از کودهای دامی دارد. اضافه کردن پروتئین های خام به رژیم غذایی باعث کاهش تولید گاز متان از کود دامی می شود (Hashimoto, 1981).



کودهای آلی و عوامل بیماریزا

علاوه بر این عوامل بیماریزای موجود در کودهای دامی و کمپوست می‌تواند از طریق میوه‌ها و سبزیجات به انسان منتقل شده و باعث بیماری و در برخی موارد مرگ مصرف کنندگان شود. در مطالعات متعددی وجود عوامل بیماریزای مشترک بین انسان و دام در کود و میوه‌ها و سبزیجات آلوده گزارش شده است (Pell, 1997 و Jones, 1999; Fisher, 1999; Dingman 2000; Almas, 2000; Brackett, 1999 Burnett, 2000). بیماریهای مشترک انسان و دام از طریق ترشحات بینی، گلو، خون، ترشحات جنسی، شیر، پوست و جفت دام وارد کود شده و منتقل می‌شود (Pell, 1997). تاکنون در حدود ۱۵۰ بیماری عفونی مشترک بین انسان و دام شناخته شده است (Pell, 1997). باکتری‌ها، پروتوزوآها، و ویروسهای بیماریزای متعددی در کودهای دامی شناسایی شده است ولی چون علاوه بر کود دامی، حیوانات خانگی و پرندگان هم باعث همه گیر شدن این نوع بیماری‌ها می‌شود تفکیک نقش کود دامی در این امر مشکل است. جمع آوری و مدیریت صحیح کودهای حیوانی یکی از مؤثرترین راه های پیشگیری از ابتلا به بسیاری از بیماری های قابل انتقال بین حیوان و انسان است.

شواهد معتبر در مورد انتقال عوامل بیماریزای موجود در کود دامی از طریق میوه و سبزی به انسان وجود دارد. در مورد همه سبزیجات و میوه‌ها امکان انتقال عوامل بیماری از کود دامی به انسان وجود دارد. اما برخی سبزیجات و میوه‌ها به عنوان عامل اختصاصی انتقال دهنده برای عامل یک بیماری خاص شناخته شده است (جدول ۱). انتقال بیماریها علاوه بر مصرف مستقیم محصولات خوراکی آلوده با کود دامی و خاک از راه آب آلوده به کود نیز میسر است؛ ولی در مورد انتقال عوامل بیماریزا از کود دامی به انسان در محصولات فراوری شده تاکنون شواهدی به دست نیامده است. وجود یا عدم وجود عامل بیماریزا در کود (تحت تاثیر سن دام، اندازه گله، تغذیه و نگهداری دام)، انتقال عامل بیماریزا از کود به منابع آب، زنده ماندن عامل بیماریزا طی فراوری کود در همه گیر شدن بیماری موثر است. با توجه به حفظ سلامتی دام، فراوری صحیح کود، جلوگیری از آلودگی آب به کود دامی، و مصرف صحیح کودهای دامی و رعایت اصول بهداشتی در برداشت محصول می‌توان از شیوع بیماریهای قابل انتقال از طریق کودهای دامی جلوگیری کرد.

در میان باکتریهای خطرناک که از طریق مصرف مواد غذایی آلوده به کود دامی باعث همه‌گیر شدن بیماری در انسان می‌شود *Escherichia coli O157:H7*, *Salmonella* spp و *Listeria monocytogenes* اهمیت زیادی دارند (Pell, 1997) در آمریکا سالانه سویه باکتری *E.coli 0157:H7* ۷۰۰۰۰ نفر را آلوده می‌کند و باعث مرگ ۶۰ نفر می‌شود. سهم قابل توجهی از آلودگی به این باکتری ناشی از کودهای دامی مصرف شده در اراضی کشاورزی است. مصرف مقدار ناچیز در حد ۱۰۰ میکروگرم کود گاوی آلوده به باکتری *E coil O157:H7* به همراه سبزیجات می‌تواند باعث بروز بیماری و حتی مرگ انسان شود (Jones, 1999).

ویروسهای بیماریزای متعددی مانند آنفولانزای فوق حاد پرندگان، از طریق کودهای دامی بویژه فضولات پرندگان منتشر می‌شود و در مواردی آلودگی ویروسی خطرناکتر از انواع باکتریایی است. این عوامل بیماریزا از طریق مصرف محصولات کشاورزی آلوده به کود دامی و محصولات آبیاری آلوده به کود آبیاری شده است منتقل می‌شود.



جدول ۱- باکتری‌های بیماریزا قابل انتقال توسط برخی سبزیجات

نام گیاه	باکتری بیماریزا
کرفس	<i>Aeromonas, E. coli</i> O157:H7
کلم	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes, V. cholerae, Salmonella</i>
گل کلم	<i>Aeromonas, Salmonella</i>
فلفل	<i>Aeromonas, Salmonella</i>
اسفناج	<i>Aeromonas, Salmonella</i>
لوبیا سبز	<i>L. monocytogenes, Salmonella</i>
گوجه	<i>L. monocytogenes, Salmonella</i>
کاهو	<i>Salmonella, Staphylococcus, Aeromonas, Shigella, E. coli</i> O157:H7
جعفری	<i>Shigella, Staphylococcus, Salmonella</i>
تریچه	<i>Staphylococcus, L. monocytogenes</i>
سبزی سالاد	<i>Salmonella, S. aureus</i>

Brackett (1999).

جمع‌بندی و پیشنهادات

هر چند پس از رواج کودهای شیمیایی در قرن گذشته عملکرد بیولوژیک همه گیاهان شدید افزایش داشته است. چون بخش قابل توجهی از اندام گیاهی بصورت محصول از مزرعه خارج نمی‌شود و موجب ذخیره کربن بیشتر، در خاک می‌گردد از این طریق سالیانه بخش قابل توجهی از دی اکسید کربن جو در خاک محبوس می‌شود و اثر آن در پدیده گلخانه‌ای و گرم شدن زمین حذف می‌گردد. در یک مزرعه تحقیقاتی، ۳۵ سال مصرف کودهای شیمیایی در مقایسه با کشت بدون کود باعث افزایش معنی دار میزان تثبیت کربن در خاک گردید (Eghball, 1999). کوددهی و تناوب زراعی علاوه بر اثر مثبت بر عملکرد، میزان کربن تثبیت شده در خاک را افزایش می‌دهد. بنا براین حبس شدن کربن بصورت ماده‌آلی در خاک و اندام گیاهی باعث کنترل دی‌اکسید کربن جو و جلوگیری از پدیده گرم‌شدن جهانی می‌شود.

تغذیه کافی گیاهان با کودهای شیمیایی باعث کارایی بیشتر فتوسنتز، جذب بیشتر دی‌اکسید کربن و آزاد شدن اکسیژن توسط گیاه می‌شود که از این طریق باعث بهبود محیط زیست می‌گردد. رابطه مثبت میزان مصرف کودهای شیمیایی بر میزان کربن محبوس شده در خاکهای جهان بصورت کامل محرز گردیده است. در قرن گذشته استفاده از روشهای علمی در کشاورزی، کم کردن شخم و شیار، تناوب صحیح، تغذیه مناسب گیاه و کشت محصولات که بقایای بیشتری دارد هم در افزایش میزان کربن انبار شده در خاکها را موثر بوده است (Sylvia, 2004).

بطور کلی نمی‌توان کودهای شیمیایی را در مقایسه با انواع کودهای آلی برای محیط زیست نامطلوب‌تر ارزیابی کرد. کودهای شیمیایی از لحاظ میزان عناصر آزاد شده و رفتار آن در خاک آسانتر قابل پیش‌بینی است و در تامین مواد غذایی و الیاف برای جمعیت رو به رشد کشور نباید از اهمیت آنها تحت تاثیر تبلیغاتی که در گذشته در مورد آلاینده‌گی آن صورت گرفته است غافل شد. هنگام مصرف کودهای آلی از اثرات منفی احتمالی آن برای جامعه و محیط زیست نباید غافل بود. مصرف بی رویه، کوددهی در فصول نامناسب، پخش غیر یکنواخت در سطح خاک و ورود زهاب کود در فرآیند ذخیره حمل و



نقل و مصرف به محیط زیست، باعث تشدید عوارض نامطلوب کودهای آلی می‌گردد و سلامت محیط زیست و جامعه را از طریق ورود نیترات، فسفات و عناصر سنگین به محیط زیست و آلودگی آبهای سطحی و زیر زمینی و انتشار عوامل بیماریزا در انسان و دام با خطر مواجه می‌کند. کاهش میزان رواناب سطحی، آبتجوی عناصر از خاک و تصاعد گازهای خطرناک در اثر فعالیتهای کشاورزی امکان ارتقاء کیفیت آب، خاک، هوا و محیط زیست کره زمین برای نسلهای آینده را فراهم می‌کند. به رغم اینکه حتی برخی کارشناسان به حذف کامل کودهای شیمیایی اعتقاد دارند، سیاست صحیح در این زمینه مصرف بهینه کودشیمیایی است. از نظر اقتصادی اگر کودهای شیمیایی به طور کامل از چرخه زراعی حذف گردند باعث کاهش محصولات کشاورزی و گرانی بیش از حد آن خواهد شد که بویژه باعث فقر تغذیه‌ای در کشورهای در حال توسعه می‌گردد. دستیابی به عملکرد بیشتر و افزایش کارایی در تغذیه معدنی گیاهان به نحوی که علاوه بر تامین نیاز گیاه از طریق کودهای مناسب شیمیایی و آلی مقادیر اضافی عناصر در خاک تثبیت شود و به محیط زیست وارد نگردد، یکی از چالش‌های مهم پیش روی کشاورزی در قرن آینده می‌باشد. برای دستیابی به این مهم برخی راهکارها پیشنهاد شده است. از جمله برای افزایش کارایی کود و مدیریت عناصر غذایی خاک، باید در هر نقطه مزرعه بر اساس آزمون خاک همان نقطه و با در نظر گرفتن توجیه اقتصادی کوددهی انجام شود و استفاده از یک نسخه برای کل مزرعه توصیه نمی‌شود (کشاورزی دقیق). در برخی موارد کود سبز جایگزین مناسبی برای کودهای دامی و کمپوست به شمار می‌رود. کودهای سبز در محل مصرف تولید می‌شود و برای حمل و نقل و فراوری به سوختهای فسیلی نیاز ندارد (Sylvia, 2004).

چالش‌های موجود در ایران و راهکارهای پیشنهادی

سالانه مقادیر فراوانی کود دامی در بخش کشاورزی ایران تولید می‌شود. اما متأسفانه بخش قابل توجهی از آن به شکل غیر اصولی و به دور از ملاحظات زیست محیطی فراوری، حمل و نقل و در محیط رها می‌شود (۱ و ۲). در این رابطه به استناد ماده ۱۱ قانون مدیریت پسماند کشور، وزارت جهاد کشاورزی موظف است با کمک سازمان حفاظت محیط زیست، نسبت به تدوین ضوابط اجرایی مدیریت کودهای آلی اقدام کند که متأسفانه به دلیل طولانی شدن روند تهیه «ضوابط اجرایی»، عملی نشده و هر روز میزان خسارت های وارده را بیشتر می‌کند (شاخصی، ۱۳۸۷). در حال حاضر ناکافی بودن تحقیقات در مورد انواع کودهای آلی مصرفی در کشور، بی‌توجهی و عدم نظارت دستگاه‌های ذیربط، عدم شناخت زارعین از مواد آلی مختلف و چگونگی کاربرد آنها، کافی نبودن کلاسهای آموزشی، عدم توجه به کیفیت خاک و محیط زیست، جدی نبودن سیاست‌گذاریها از سوی دستگاه‌های مربوطه و فعالیت ضعیف بخش خصوصی و ارتباط ناکافی آن با مراکز تحقیقاتی از جمله چالشهای موجود در زمینه استفاده بهینه از منابع کود آلی در کشور است.

همچنین تولید حجم بالایی از کمپوست و ورود آن به منابع خاک نیز، منجر به آلودگی اکوسیستم می‌شود. وجود متجاوز از ۱۰ کارخانه کمپوست از زباله مخلوط مشتمل بر زباله های خطرناکی خانگی که در هیچکدام از شهر های کشور جداسازی نمی‌شود به صورت یک چالش اساسی در بهداشت و مدیریت پسماندهای کشور مطرح است (شاخصی، ۱۳۸۷). فقدان استانداردهای لازم و عدم کنترل فرآیند اینگونه صنایع از سوی مسئولین مرتبط و غیر متعادل بودن جنبه های اقتصادی کمپوست در مقایسه با سایر روشهای دفع زباله و نیز کم توجهی به توسعه برنامه های بیو کمپوست در کشور از جمله مواردی است که به این بحران می‌افزاید. تنها بررسی فلزات سنگین، مواد تغذیه گیاهی و عدم وجود انگل یا پارازیت در کمپوست مخلوط (آنچه در ایران مد نظر است) دلیلی بر استاندارد بودن اینگونه مواد نخواهد بود. وجود سموم، پسماندهای پزشکی، زباله های صنعتی و عدم توجه به سنگریزه ها، شیشه، پلاستیک و فقدان کنترل حرارت، کنترل بو، موارد ایمنی و حفظ سلامت



کارکنان و نیز برنامه و روشهای نمونه برداری از یک سو و بی توجهی به جنبه های اقتصادی در مقایسه با سایر روشهای دفع منجمله دفن بهداشتی زباله در مناطق مختلف کشور چالشهای ویژه ایست که می بایست در توسعه، ایجاد و یا کارائی صنایع کمپوست کشور مورد توجه قرار گیرد. بنظر می رسد تولید کمپوست مخلوط بطوریکه هم اکنون در بسیاری از شهرهای کشور معمول است با توجه به عدم وجود ضوابط و یا فقدان توانایی در انجام آزمایش های ضروری مستقیماً سلامت افراد جامعه، خاک و محیط زیست کشور را مورد تهدید قرار می دهد که به هیچ عنوان به صلاح مملکت ما نیست.

بررسی دستاوردهای عملیاتی و ضوابط و استانداردهای ویژه کشورهای پیشرفته برای تهیه دستورالعملها و اقدامات اجرایی و مدیریت ملی و منطقه‌ای تولید و مصرف کودهای آلی در بخش کشاورزی، مدیریت علمی در زیربخشهای مدیریت تولید و مصرف کودهای آلی، توجه به پایش تولید و مصرف کودهای آلی در بخش کشاورزی تدوین استانداردها، قوانین، ضوابط و دستورالعملهای بومی مدیریت کودهای آلی و آموزش و اطلاع رسانی از جمله راهکارهای قابل ارایه برای ساماندهی چالشهای موجود در این بخش می باشد.

منابع:

- ۱- شاخصی، سعید. ۱۳۸۷. تدوین برنامه راهبردی بکارگیری باقیمانده‌های گیاهی و زائدات فرآورده‌های کشاورزی دامی و تبدیل آنها به مواد با ارزش افزوده بالاتر. پژوهشکده مهندسی.
- ۲- کلباسی، محمود. ۱۳۷۶. وضعیت بحرانی مواد آلی در خاکهای ایران و نقش کود کمپوست و بازیافت در آن. سمینار سراسری بازیافت و تبدیل مواد زاید جامد اصفهان.
- ۳- ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۸۵. کشاورزی پایدار و مصرف بهینه کود در ایران، شورای عالی سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران
- ۴- ملکوتی، محمد جعفر و محمد نبی غیبی. ۱۳۸۰. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه کودی در کشور. شورای عالی سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران
- ۵- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۸. چکیده آمارنامه محصولات کشاورزی و دامی. معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی.

دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات

6. Alloway, B.J., Jackson, A.P. 1991. The behaviour of heavy metals in sewage sludge-amended soil. *Sci. Total Environ.*, 100, 151-176.
7. Almas, A. R. M. B. McBride, and B. R. Singh. 2000. Solubility and lability of cadmium and zinc in two soils treated with organic matter. *Soil Sci.* 165:250-259.
8. Beuchat, L.R. 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J. Food Prot.* 59:204-216
9. Brackett, R.E. 1999. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. *Postharvest. Biol. Technol.* 15:305-311.
- 10. Burnett, S.L., J. Chen, and L.R. Beuchat. 2000. Attachment of *Escherichia coli* O157:H7 to the surface and internal structures of apples as detected by confocal scanning laser microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:4679-4687.
- 11. Dingman, W.D. 2000. Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in bruised apple (*Malus domestica*) tissue as influenced by cultivar, date of harvest, and source. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:1077-1083.



- 12. Eghball, B. and J.F. Power. 1999. Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:895-901.
- 13. Eghball, B., and J.E. Gilley. 1999. Phosphorus and nitrogen in runoff following beef cattle manure or compost application. *J. Environ. Qual.* 28:1201-1210.
- 14. Fisher, T.L. and D.A. Golden. 1998. Fate of Escherichia coli O157:H7 in ground apples used in cider production. *J. Food Prot.* 61:1372-1374.
- 15. Giusquiani, P.L., L. Cocezzi, M. Businelli, and A. Macchioni. 1998. Fate of pig sludge liquid fraction in calcareous soil: Agricultural and environmental implications. *J. Environ. Qual.* 27:364-371.
- 16. Hashimoto A G, Varel V H, and Chen Y R. 1981. Ultimate methane yield from beef-cattle manure: Effect of temperature, ration constituents, antibiotics and manure age. *Agricultural Wastes* 3, 241-256.
- 17. Hooda, P.S. M. Moynagli, I.F. Svoboda, A.C. Edwards, H.A. Anderson, and G. Sym. 1999. Phosphorus loss in drainflow from intensively managed grassland soils. *J. Environ. Qual.* 28:1235-1242.
- 18. Hooda, P.S., A.R. Rendell, A.C. Edwards, P.J.A. Withers, M.N. Aitken, and V.W. Truesdale. 2000. Relating soil phosphorus indices to potential phosphorus release to water. *J. Environ. Qual.* 29:1166-1171.
- 19. Jones, D.L. 1999. Potential health risks associated with the persistence of Escherichia coli O157:H7 in agricultural environments. *Soil Use and Mang.* 15:76-83.
- 20. Krebs, R., S. K. Gupta, G. Furrer, and R. Schulin. 1998. Solubility and plant uptake of metals with and without liming of sludge-amended soils. *J. Environ. Qual.* 27:18-23.
- 21. Kulling D R, Menzi H, Krober T F, Neftel A, Sutter F, Lischer P, and Kreuzer M. 2001. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. *Journal of Agricultural Science* 137, 235-250.
- 22. Mohanna, C. and Y. Nys. 1999. Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens. *British Poultry Sci.* 40:109-114.
- 23. Mulchi, C.L., Adamu, C.A., Bell, P.F., Chaney, R.L., 1991. Residual heavy metal concentrations in sludge-amended coastal plain soils. I. Comparison of extractants. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 22(9/10):919-941.
- 24. Pell, A.N. 1997. Manure and microbes: public and animal health problem. *J. Dairy Sci.* 80:2673-2681.
- 25. Sauer, T. J., T.C. Daniel, D.J. Nichols, C.P. West P.A. Moore, K.P. Coffey and G.L. Wheeler. 2000. Runoff water quality from poultry litter-treated pasture and forest sites. *J. Environ. Qual.* 29:515-521.
- 26. Schlesinger W H. 2000. Carbon sequestration in soils: Some cautions amidst optimism. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82, 121-127.
- 27. Sylvia D M, Fuhrmann J J, Hartel P G, and Zuberber Z A. 2004. Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- 28. Tufft, L.S. and C.F. Nockels. 1991. The effects of stress, Escherichia coli, dietary EDTA, and their interaction on tissue trace elements in chicks. *Poultry Sci.* 70:2439-2449.