



مصرف بهینه کود گامی موثر در مدیریت پایدار خاک در کشاورزی و افزایش سلامت جامعه

ترکان کوه مشکی

دکترای صنایع غذایی

چکیده

بر اساس بررسی‌های به عمل آمده و با توجه به رتبه‌ی بسیار پایین بهداشت سلامت در جامعه‌ی ایران در بین کشورها، وجود سوء تغذیه در ایران محرز است. به‌رغم آن که بیش از ۸۵ درصد مردم کشور سیر می‌باشند، لیکن، حدود ۹۰ درصد به نحوی دچار گرسنگی سلولی هستند. زیرا تولیدکنندگان محصولات کشاورزی توجهی به مفهوم امنیت غذایی ندارند. براساس آخرین اطلاعات جمع‌آوری شده از چند استان، حدود ۸۶/۵ درصد کودهای مصرفی در کشور به اوره و سوپرفسفات تریپل اختصاص یافته است. این موضوع عملاً زنگ خطری برای تولید محصولات کشاورزی سالم و تهدیدی برای امنیت غذایی کشور می‌باشد. هم‌اکنون بیش از ۷۰۰۰ میلیارد ریال یارانه عمدتاً به کودهای نیتروژنی و فسفاتی پرداخت می‌شود. در حالی که باید توجه داشت که اولاً کارایی این دو کود به دلایل مختلف از جمله سوء مدیریت در یارانه‌ی کودها، پایین است و ثانیاً مصرف این کودها به دلیل این که باعث تجمع نترات (NO_3) و کادمیم (Cd) در محصولات کشاورزی می‌شوند، نقش چندان مثبتی در تولید پایدار و سلامت جامعه ندارند. پرداخت چنین یارانه‌ی سنگینی تنها به این دو کود باعث شده که کشاورزان علاوه بر مصرف بی‌رویه و هدر دادن این دو کود در کشور، چندان رغبتی به استفاده از دیگر کودها، به ویژه کودهای زیستی، آلی و ریزمغذی نداشته باشند. حال آن که مصرف کودهای اخیر، افزون بر سازگار بودن با محیط زیست، نقش بسیار مثبتی بر سلامتی انسان دارند. بنابراین، در مقطع کنونی مدیریت علمی تولید و مصرف انواع کودها امری اجتناب‌ناپذیر است، تا به‌توان از طریق اصلاح ساختار تولید- مصرف بهینه‌ی کود و تولید محصولات کشاورزی سالم، سطح سلامت جامعه را ارتقاء داد. از طرف دیگر وجود رابطه‌ی مثبت بین مصرف بهینه‌ی کود و تولید محصولات کشاورزی سالم وجود دارد. لذا، مسئولین امر باید این اصل مهم را در تامین مقدار، زمان استفاده و نوع مناسب کودها در تولید محصولات کشاورزی در عمل رعایت و نسبت به جلوگیری از سوزاندن بقایای گیاهی، رعایت اصول مصرف بهینه‌ی کودی، غنی‌سازی محصولات کشاورزی در مزرعه، مدیریت علمی تولید و مصرف انواع کودها، تصویب آیین‌نامه‌ی ضوابط ب ماده‌ی ۶۱ قانون برنامه‌ی چهارم توسعه، جلوگیری از ورود کودهای فسفاتی دارای بیش از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم، حذف یارانه از کودهای نیتروژنی و فسفاتی و اختصاص آن به کودهای زیستی، آلی، ریزمغذی و گوگردی به منظور افزایش عملکرد، بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و تولید محصولات سالم، اقدام نمایند.

واژگان کلیدی: سلامت خاک، مصرف بهینه‌ی کود، تولید محصولات کشاورزی عاری از نترات (NO_3) و

کادمیم (Cd) و ارتقای سطح سلامت جامعه.

مقدمه

راه تولید محصولات سالم و عاری از آلاینده‌های مهمی نظیر نیترات (NO_3) و کادمیم (Cd) از مصرف بهینه کود می‌گذرد. یعنی باید مصرف کود را در کشور بهینه و مطابق با برداشت گیاه نمود تا امکان تولید محصولات کشاورزی سالم با سهولت بیشتری فراهم گردد. بی‌گمان یکی از اصول اولیه تولید پایدار، ارتقای کیفی خاک از بعد حاصلخیزی و برگرداندن مجدد عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک می‌باشد که متأسفانه در برنامه کودی کشور نادیده گرفته شده است (بایوردی، ۱۳۸۵). در حالی که نسبت جذب عناصر غذایی از خاک عمدتاً به صورت $(\text{Cu}) + 0.05 (\text{B}) + 0.10 (\text{Mg}) + 0.50 (\text{Fe}) + 0.30 (\text{Mn}) + 20 (\text{Zn}) - 30 (\text{Ca}) - 30 (\text{S}) - 80 (\text{K}) - 15 (\text{P}) - 100 (\text{N})$

می‌باشد. لیکن، در حال حاضر بیش از ۸۶ درصد از کودهای مصرفی کشور را کودهای نیتروژنی و فسفاتی تشکیل می‌دهد.

از اواسط دهه ۸۰، مصرف بهینه کود به دلایل متعددی رعایت نگردید. به طوری که در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ تقریباً به غیر از اوره و سوپر فسفات تریپل، کود دیگری در اختیار تولید کنندگان بخش کشاورزی گذاشته نشده و نسبت کودی که می‌بایست در راستای نیل به تولید پایدار به صورت (ریزمغذی) ۴ درصد + (گوگرد) ۴۰+۴۰-۵۰-۱۰۰ بهبود می‌یافت، به صورت (ریزمغذی) ۰ درصد + (گوگرد) ۵+۸-۵۵-۱۰۰ افت پیدا نمود. با توجه به نتایج تحقیقات محققین، مصرف کود در کشور به جای مقادیر جدول ۱، باید مطابق جدول ۲ باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

جدول ۱- تشدید سال به سال مصرف نامتعادل کود و مقایسه‌ی نسبت‌های کودی در یک دهه‌ی گذشته در کشور *

2009	2008	2007	2006	2005	2000	سال (year)
(1000ton)	(1000ton)	(1000ton)	(1000ton)	(1000ton)	(1000ton)	کود (Fertile)
2050	2400	2572	2605	2060	1800	کودهای نیتروژنی
930	1100	1006	1094	780	600	کودهای فسفاتی*
115	250	410	376	255	400	کودهای پتاسیمی
3100	3750	4300	4575	3520	2800	جمع**
100-45-6	100-40-10	100-37-16	100-38-15	100-40-14	100-40-20	نسبت‌های کودی

* به دلیل اثبات‌نگی فسفر در خاک‌های زراعی کشور، مصرف کودهای فسفاتی بایستی سالانه حداقل ۵۰ درصد کاهش و در مقابل به مصرف کودهای گوگردی تا حد کودهای فسفاتی افزوده شود. به عبارت دیگر تحویل کودهای فسفاتی حتماً بر اساس آزمون خاک انجام گیرد، در غیر این صورت پارانهای آن حذف گردد.

** در حالی که مصرف کودهای فسفاتی و نیتروژنی روز به روز افزوده می‌شود، ولی متأسفانه خبری از مصرف کودهای ریزمغذی و زیستی نمی‌باشد. چه نسبت متعادل پیشنهادی برای خاک‌های آهکی کشور (ریزمغذی‌ها) ۴٪ + (کودهای گوگردی) ۵۰+۴۰-۴۰-۱۰۰ می‌باشد.

جدول ۲- نیاز کودی بهینه (آرمانی) سالیانه برای کشور در مقطع کنونی

مقدار (هزار تن)	نام کود	مقدار (هزار تن)	نام کود
150	۱۶- ساری کود (گوگرد کشاورزی) گرانوله	580	۱- کود کامل زراعت (بسته بندی خاکستری)*
150	۱۷- گوگرد آلی گرانوله	100	۲- کود کامل باغبانی و اراضی شور (بسته بندی سبز)
10	۱۸- کلرور کلسیم خوراکی	20	۳- کود کامل کود آبیاری (بسته بندی آبی)
20	۱۹- سولفات مضاعف پتاسیم منیزیم معدنی	1300	۴- اوره
20	۲۰- سولفات منیزیم	200	۵- نیترات فسفات آمونیوم
10	۲۱- کائینیت معدنی (KCl Mg SO ₄ .3H ₂ O)	100	۶- سولفات آمونیوم
50	۲۲- سولفات روی گرانوله (۲۸ درصد روی)	300	۷- اوره با پوشش گوگردی محتوی روی (SCU+Zn)
20	۲۳- کود کامل میکروی معدنی گرانوله	250	۸- سوپرفسفات تریپل (TSP)
50	۲۴- سولفات آهن (فرو)	250	۹- فسفات آمونیوم (MAP و DAP)
30	۲۵- سولفات منگنز	200	۱۰- سوپرفسفات ساده (SSP)
20	۲۶- اسید بوریک	100	۱۱- کود میکروبی فسفاتی گرانوله
10	۲۷- سولفات مس	100	۱۲- بیوفسفات طلایی گرانوله
20 میلیون بسته	۲۸- کودهای بیولوژیک**	200	۱۳- کلرور پتاسیم (MOP)
500	۲۹- کود آلی (ضایعات شهرداری و کشاورزی)*	150	۱۴- سولفات پتاسیم (SOP)
4550	جمع کل	100	۱۵- بیوگوگرد آلی گرانوله

* برای اثربخشی هر چه بیشتر کودهای کامل و افزایش کارایی، پیشنهاد می شود برای محصولات راهبردی، کود کامل مخصوص تهیه شود.
** کودهای بیولوژیک و آلی جزو جمع کل به حساب نمی آیند.

به پایین تر از حد استاندارد قابل قبول یعنی ۲۵ کاهش داده شد (Gibson, 1998).

بر اساس گزارش های آزمایشگاه ها از وضعیت آزمون خاک، تجمع بیش از حد فسفر در خاک های سطحی اراضی کشاورزی ایران رخ داده است. این موضوع بیانگر مصرف بیش از حد کودهای فسفاتی می باشد. برخی از عواقب مصرف بی رویه کودهای فسفاتی را می توان کاهش عملکرد ناشی از نسبت بالای فسفر به روی و یا فسفر به آهن، تجمع بور، مولیبدن و کادمیم در بافت گیاهی، مسمومیت فسفوری گیاه، کاهش پروتئین دانه ای گندم و کاهش بازارپسندی بعضی از محصولات کشاورزی دانست. همچنین، ورود ذرات خاک حاوی فسفر زیاد به دریاچه های آب شیرین پشت سدها باعث خودپروری (یوتروفیکاسیون) و در نتیجه آلودگی دریاچه ها می گردد. بنابراین، از به کار بردن بی رویه کودهای فسفاتی جلوگیری شده و فقط در مزارعی که

نتایج تحقیقات نشان داد که با مصرف نامتعادل کودها به ویژه زیاده روی در مصرف کودهای نیتروژنی و فسفاتی در انواع سبزی و صیفی، علاوه بر افزایش تجمع NO₃ و Cd در آنها، از غلظت ویتامین C تا حد ۲۶ درصد کاسته می شود. لیکن، با رعایت اصول مصرف بهینه کود به ویژه مصرف سولفات پتاسیم و سولفات روی، علاوه بر بهبود کیفیت و خوش خوراکی، به غلظت ویتامین C تا حد ۲۰ درصد افزوده می گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳؛ Malakouti and Welch, 2003; Bybordi, 2006). همچنین، با مصرف بهینه کود، نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) که شاخص قابلیت جذب بودن عناصر غذایی در سیستم گوارشی بدن است (گزارش سازمان بهداشت جهانی (W.H.O))، در دانه ای گندم از مقدار بیش از ۵۰ در روش کوددهی سنتی (اوره و فسفات)،

تغذیه‌ی گیاه که عمدتاً با مصرف بهینه‌ی کودها به‌ویژه، کودهای ریزمغذی، زیستی و آلی در مزرعه تحقق می‌یابد، علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، کمبودها برطرف شده، وضعیت تغذیه‌ای مردم اصلاح و به دلیل افزایش ایمنی بدن، نیاز به انواع داروها در کشور به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. با انجام این امر مهم که از طریق تغییر در سیستم یارانه‌ای کودها با هزینه‌ای بسیار اندک قابل تحقق می‌باشد، علاوه بر صرفه‌جویی ارزی، اشتغال وسیعی در کشور از طریق راه‌اندازی مجدد کارخانه‌های تعطیل شده‌ی تولید کودهای زیستی، آلی، شیمیایی و ریزمغذی، ایجاد می‌گردد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). همین مطالب را Sanchez و Swamanathan در سال ۲۰۰۵ در مقاله‌ای با عنوان گرسنگی در آفریقا، رابطه‌ی مردم بیمار با خاک‌های بیمار بیان داشتند. آنها همچنین دریافتند که همبستگی تنگاتنگی بین نابرابری خاک‌های زراعی و کمبود غذا در آفریقا وجود دارد. ایشان، بحران بیماری خاک را فاجعه‌ای بی‌سر و صدا خواندند که سبب تشدید سوء تغذیه در این قاره شده است. برای حل این مشکل لازم است ابتدا خاک را که منبع اصلی برای حیات بشری است، خوب بشناسیم و برای خودکفایی و تأمین سلامت جامعه، کیفیت خاک و سلامت خاک را افزایش دهیم. چه، حفظ کیفیت خاک بدون رعایت اصول مصرف بهینه‌ی کود، بی‌معنا خواهد بود. بنابراین، بایستی با تلاش شبانه‌روزی از خاک‌های کشور صرفنظر از نوع مالکیت یا کاربری، مانند مرزهای کشور از آنها پاسداری نمود تا هم امکان ایجاد یک کشاورزی پایدار را فراهم ساخت و هم از فروپاشی آن که به بیابان‌زایی، زوال اقتصادی و مهاجرت اجباری روستاییان منجر می‌شود، جلوگیری نمود. در هر حال، مسئولیت نگهداری و پایش از منابع کشور صرفنظر از وجود یا فقدان قوانین لازم بر عهده‌ی افراد جامعه است.

نتایج آزمون خاک نیاز به کود فسفاتی را مشخص کرده باشد، باید مصرف شوند (کریمیان، ۱۳۷۷؛ ملکوتی، ۱۳۷۵؛ ملکوتی، ۱۳۷۹؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷ و ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۹).

در دهه‌ی ۱۳۷۰ با انجام یک دهه تحقیقات در گستره‌ی وسیع (از گلخانه تا مزرعه) در بیش از ۵۰۰۰ طرح تحقیقاتی و تحقیقی- ترویجی، نقش مثبت و معنی‌دار مصرف بهینه‌ی کود در افزایش کمی-کیفی محصولات کشاورزی، نیل به خودکفایی و پایداری در تولیدات کشاورزی به‌رغم چیرگی خشکسالی در این مدت نشان داده شد. همچنین، فرمول کودی کشور از $100 (N) - 111 (P_2O_5) - 03 (K_2O) + 03 (S) + 0\% (Micro)$ به $100 (N) - 50 (P_2O_5) - 24 (K_2O) + 10 (S) + 1.5\% (Micro)$ بهبود یافت. با اعمال مصرف بهینه‌ی کود در مزارع و باغ‌ها، افزون بر افزایش ۲۵ درصدی در عملکرد، کیفیت محصولات کشاورزی نیز ارتقاء یافت. علاوه بر این، اثبات گردید که ارتقای سطح سلامت جامعه بستگی شدیدی به کیفیت تولیدات کشاورزی داشته و بدین ترتیب شعار وزارت کشاورزی از «افزایش عملکرد» به «افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و ارتقای سطح سلامت جامعه» تغییر یافت (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

تحقیقات انجام شده ثابت نمود، که رابطه‌ی بسیار معنی‌دار بین خاک سالم، گیاه سالم و انسان سالم وجود دارد و منشأ اکثر کمبودها و بیماری‌های انسانی به سوء تغذیه (سونامی خاموش) ارتباط دارد. در حال حاضر، تغذیه‌ی نامتعادل گیاهی، منجر به سوء تغذیه در جامعه گردیده و از علایم آن می‌توان به ریزش مو، بداخلاقی، سرماخوردگی‌های مزمز، کم حوصلگی، خستگی مفرط، پوکی استخوان، پوسیدگی دندان، کوتاهی قد، افسردگی، کم خونی، ایمنی پایین بدن و سرطان دستگاه گوارش اشاره نمود. با بهبود

خاک‌های منطقه و بالا بودن سطح آب زیرزمینی در مناطق مختلف استان و جنگ‌های به‌وقوع پیوسته در منطقه و آلودگی‌های احتمالی ناشی از کاربرد جنگ‌افزارهای نظامی سبب افزایش این آلاینده در خاک و بذر شده است.

تحقیقات ۳۰ ساله‌ی نگارنده، همکاران و دانشجویان سخت کوشم در اقصی نقاط کشور که در بیش از ۱۵۰۰ کتاب، مقاله، نشریه و گزارش به چاپ رسیده، نشان داد که اگر فرآیند غنی‌سازی محصولات کشاورزی در مزارع و باغ‌ها انجام گیرد و مصرف نان سیوس‌دار غنی‌شده بین عموم رایج گردد، نه تنها رتبه‌ی بهداشتی کشور تا حد ۵۰ درصد اصلاح خواهد شد، بلکه به شادابی جامعه نیز از طریق سیرشدگی سلولی (رفع گرسنگی سلولی) افزوده شده و در نهایت موجب خشنودی تولیدکنندگان بخش کشاورزی، مصرف‌کنندگان و رضایت خداوند متعال خواهد گردید (ملکوتی، ۱۳۸۷ الف و ب). در مقاله‌ی حاضر پس از بیان مقدمه و نقش مصرف بهینه‌ی کود در تولید پایدار و امنیت غذایی، مدیریت کیفیت خاک، پی‌آمدهای ناگوار استمرار مصرف بی‌رویه‌ی کودهای نیتروژنی و فسفاتی وارداتی بر سلامت جامعه و روش‌های کاهش غلظت آلاینده‌های مهم در محصولات کشاورزی همراه با پیشنهادها قابل اجرا تشریح خواهد شد.

۱- مدیریت کیفیت خاک

به دلایل متعددی از جمله (۱) کمبود موادآلی، ماهیت خاک‌های زراعی که (عمدتاً آهکی می‌باشند)، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، استمرار در مصرف نامتعادل کودها و عدم رواج مصرف کودهای ریزمغذی، افراد جامعه‌ی ما عمدتاً به‌نحوی دچار کمبود عناصر غذایی به ویژه ریز مغذی‌ها می‌باشند. حل این مشکل نیاز به شناخت صحیح از خاک دارد. برای خود کفایی و تأمین سلامت جامعه، باید کیفیت خاک و یا سلامت خاک را افزایش دهیم. (۲): جلوگیری از انحطاط شرایط فیزیکی خاک مخصوصاً جلوگیری از تغییر منحنی رطوبتی خاک، افزایش درصد

زیرا، هر هکتار خاک کشاورزی، کارخانه‌ای بدون دودکش بوده که با اعمال مدیریت مدیرانه برای همیشه می‌تواند در چرخه‌ی تولید باقی مانده و نیاز مواد غذایی و خام جامعه را تأمین نماید (Sanchez and Swaminathan, 2005).

ملکوتی و همایی (۱۳۸۳)؛ ملکوتی و همکاران (۱۳۸۷) و جعفرنژادی (۱۳۸۹) در مطالعات خود به این سوال که چرا در محصولات کشاورزی تجمع آلاینده‌ی کادمیم (Cd) رو به افزایش است؟ چنین پاسخ دادند چند عامل زیر در افزایش غلظت کادمیم در محصولات کشاورزی به‌ویژه دانه‌های گندم در خوزستان موثر می‌باشند: شوری نسبی بالای خاک (غلظت بالای کلر) باعث افزایش تشکیل کمپلکس کلر-کادمیم در خاک می‌گردد، وجود کارخانجات فولاد، لاستیک سازی، باطری سازی، استخراج نفت و گاز و پالایشگاه‌ها سبب انتشار کادمیم در فضا شده و در نهایت وارد جو منطقه می‌شود؛ بالا بودن درصد کربنات کلسیم معادل در خاک‌های خوزستان (بیش از ۴۰ درصد) باعث کاهش شدید میزان فسفر قابل استفاده گردیده است. در نتیجه افزایش مصرف کودهای فسفاتی حاوی کادمیم به منظور تأمین فسفر خاک، سبب افزایش کادمیم موجود در خاک شده است، کمبود شدید روی (Zn) در خاک‌های زراعی استان، با توجه به مشابهت شیمیایی عنصر روی و کادمیم، کشت ارقام گندم دوروم نسبت به ارقام نان که توانایی جذب کادمیم بیشتری را دارند، اعمال مدیریت و تناوب زراعی مختلف از جمله تناوب برنج - گندم که سبب افزایش حلالیت کادمیم و جذب آن برای گندم شده است و برخی از ویژگی‌های خاک نظیر pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و مواد آلی قادر هستند بر افزایش حلالیت کادمیم خاک تأثیرگذار باشند. در پژوهش اخیر مشخص شده است که کادمیم قابل جذب در خاک با خصوصیات فوق رابطه‌ی معنی‌دار دارند. وجود ترکیبات و سنگ‌ها و مواد اولیه‌ی مادری حاوی کادمیم با توجه به رسوبی بودن

قرار گیرد. کیفیت خاک از طرق مختلف، مخصوصاً افزایش میزان مواد آلی، کمپوست و کودهای زیستی و غیر قانونی نمودن سوزاندن بقایای گیاهی در مزارع کشور بهبود خواهد یافت (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

۲- پیآمدهای ناگوار استمرار مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی و فسفاتی وارداتی بر سلامت جامعه

در حال حاضر در اکثر محصولات کشاورزی تجمع NO_3 و Cd به دلیل استمرار مصرف نامتعادل کودها به ویژه زیاده روی در مصرف کودهای نیتروژنی و فسفاتی یارانه‌ای، بسیار بیشتر از حد مجاز است. در سه سال گذشته مصرف کودهای شیمیایی نامتعادل تر شده است. مصرف دو کود اوره و سوپر فسفات تریپل به حدی شدیدتر شده که حتی تولید و مصرف کود کندرهای اوره با پوشش گوگردی (SCU) متوقف گردیده است. همچنین، در جایی که امکان تولید و مصرف کودهای فسفاتی تولید داخل نظیر بیوفسفات طلایی محتوی روی، میکربی فسفاتی و سوپر فسفات ساده با استفاده از خاک فسفات تولید داخل که عاری از Cd می‌باشد، وجود دارد. مصرف بی‌رویه سوپرفسفات تریپل وارداتی که محتوی حداقل ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم Cd می‌باشد، مقادیر قابل توجهی Cd را با دست خود کشاورزان، وارد چرخه تولید نموده است.

از طرفی دیگر زیاده‌ای مصرف اوره یارانه‌ای ارزان قیمت، سبب کاهش عملکرد هکتاری، هدر رفت سرمایه، تجمع نیترات، آلودگی‌های زیست محیطی (طبق مستندات موجود برخی از مولدین کشاورزی در هر هکتار بالغ بر یک تن اوره و چه بسا همین مقدار نیز سوپر فسفات تریپل در مزارع خود برای تولید محصول، مصرف می‌نمایند) گردیده است (ملکوتی، ۱۳۸۱؛ ملکوتی، ۱۳۸۷ الف و ب؛ Malakouti et al. 2009). حال این

مواد آلی خاک از طرق مختلف از جمله غیرقانونی نمودن سوزاندن کاه و کلش و زیر خاک کردن بقایای گیاهی، جلوگیری از افزایش عناصر سنگین به خاک به وسیله کنترل کیفی کودهای فسفاتی وارداتی و سولفات روی از نظر Cd، کنترل فرسایش و کاهش مقدار آن تا حد ۴-۶ تن در هکتار، تأمین محیط زیست مناسب برای زندگی مطلوب موجودات زنده خاک، حذف اصطلاح تن در هکتار و جایگزینی آن با تن در مقدار بذر مصرفی، کیلوگرم محصول تولیدی به ازای هر کیلوگرم کود مصرفی و کیلوگرم محصول تولیدی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی (بای‌بوردی، ۱۳۸۵؛ بلالی، ۱۳۸۲ و ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).

سوزاندن بقایای گیاهی پس از برداشت محصولات کشاورزی، یکی از اقدامات نادرستی است که کیفیت خاک را به طور جدی تهدید می‌نماید. محققان تغییرات دو نوع ویژگی خاک (ماده‌ی آلی و وزن مخصوص ظاهری) را بعد از ۷ سال سوزاندن بقایا و کاه و کلش باقیمانده در مزرعه‌ی گندم بررسی و نشان دادند سوزاندن مزرعه، سبب کاهش ماده‌ی آلی خاک و جمعیت بیولوژیکی خاک شده است. محققین اثبات نمودند که جرم ویژه‌ی ظاهری خاک نیز به طوری معنی‌دار پس از سوزاندن مزرعه افزایش یافته که باعث ایجاد مشکلاتی در نفوذ آب و هوا در خاک و نفوذ ریشه می‌گردد. بنابراین، توجه به کیفیت و سلامت خاک بخصوص در سال‌های اخیر و برای داشتن کشاورزی پایدار اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۴). اثرات زیان‌بار سوزاندن مزارع پس از دروی محصول بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بسیار گسترده است. برای نیل به تولید پایدار که لازمه‌ی آن ارتقای کیفیت خاک می‌باشد، می‌بایستی سوزاندن بقایای گیاهی به هر دلیلی ممنوع و بقایای گیاهی به خاک برگردانده شوند. بنابراین، برای حل مشکل سلامت جامعه لازم است، سلامت خاک که منبع تولید غذا می‌باشد، مورد توجه جدی

۱-۱-۲- اثرات سوء نیترات در محصولات

کشاورزی

با مصرف بیش از نیاز کودهای نیتروژنی، علاوه بر صدمات متعددی که قبلاً بدان اشاره شد، شیوع بیماری‌ها و آفات در مزارع، برهم خوردن رابطه‌ی بین عناصر غذایی و افت کیفیت محصولات زراعی و باغی مطرح می‌باشد. در آزمایش‌هایی که بر روی گوجه‌فرنگی انجام شده، معلوم شده که بین مقدار نیترات در میوه‌ی گوجه‌فرنگی با میزان کودهای نیتروژنی مصرف شده رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر در تجمع نیترات در گیاه، مقدار نیترات موجود در اطراف ریشه و خود گیاه است. کاربرد بیش از حد کودهای نیتراتی، به‌ویژه در یک نوبت باعث افزایش میزان نیترات قابل جذب شده و در نهایت باعث تجمع نیترات در بافت‌های گیاه می‌شود. به‌طور کلی، میزان نیترات بافت‌های گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی دچار توقف رشد شده‌اند، نسبت به گیاهانی که در شرایط مساعد رشد کرده‌اند بیشتر است. تنش خشکی، دمای بالا، یخبندان، شدت نور کم و کلیه‌ی عواملی که محدودکننده‌ی فتوسنتز و رشد در گیاه هستند، در افزایش میزان نیترات موجود در گیاه مؤثر هستند. طبق گزارش مشترک سازمان‌های WHO و خواربار و کشاورزی FAO (۱۹۹۵)، حد قابل قبول مصرف روزانه‌ی NO_3 (ADI) تا $\frac{3}{7}$ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌باشد. با مصرف روزانه، ۳۷۰ میلی‌گرم نیترات در روز، در درازمدت، اثر سویی در سلامت مصرف‌کنندگان مشاهده نگردید. در سال ۱۹۹۷، کمیسیون اروپا حداکثر مقادیر مجاز آلاینده‌ها را

سوال مطرح است چرا تجمع آلاینده‌های NO_3 و Cd در محصولات کشاورزی در دهه‌ی اخیر رو به افزایش گذاشته است؟ با نگاهی به ارقام جدول‌های ۱ و ۴ و شکل‌های ۱ و ۲، نقش مصرف نامتعادل کودها در تجمع این آلاینده‌ها مشخص می‌گردد. به عبارت دیگر منشأ آلاینده‌های NO_3 و Cd را می‌توان مصرف بی‌رویه و بیش از نیاز کودهای نیتروژنی و فسفاتی دانست (ملکوتی، ۱۳۷۵؛ ملکوتی، ۱۳۷۹؛ ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹؛ Lin and Schorr, 1997; Malakouti et al. 2009).

۱-۲- آلودگی‌های نیترات ناشی از مصرف

بی‌رویه‌ی کودهای نیتروژنی

تجمع نیترات در سبزی‌ها غالباً در اندام‌های مصرفی (ریشه، غده، ساقه و برگ) صورت می‌گیرد، ولی برخلاف تصور اغلب محققین مشاهده گردید در سبزی‌های میوه‌ای نظیر گوجه‌فرنگی و خیار نیز نیترات یافت می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). به دلیل انجام فعل و انفعالات فتوسنتزی در برگ‌ها و عدم حرکت نیترات از برگ به میوه، نایبستی مسأله‌ی تجمع نیترات در میوه مطرح باشد، ولی گزارش‌ها حاکی از وجود نیترات در مقادیر قابل توجهی در سبزی‌های میوه‌ای است که عمدتاً ناشی از مصرف بی‌رویه‌ی کودهای نیتروژنی می‌باشد. تجمع نیترات با میزان فتوسنتز رابطه‌ی معکوس دارد. هر عاملی که میزان فتوسنتز در گیاه را کاهش دهد، سبب افزایش غلظت نیترات در گیاه خواهد شد. با توجه به این‌که فرایند آمین‌سازی (تبدیل نیترات به عامل آمینی برای سنتز پروتئین) در گیاه، انرژی‌خواه است (به ATP احتیاج دارد)، بنابراین هر عاملی نظیر تنش‌های محیطی که باعث تضعیف گیاه شود، به تجمع نیترات کمک می‌کند (ملکوتی، ۱۳۸۱؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Malakouti et al. 2009).

غلظت این گازها در یک سیلوی معمولی بدون تهویه، ممکن است تا حد مسمومیت هم برسد، در صورتی که غلظت مجاز آن، ۱۵ و غلظت کشندهی آن ۷۰۰ میکروگرم در گرم می باشد؛ گازهای مذکور یا سبب مرگ آنی شده و یا صدمات ریوی حاصله از آن به قدری شدید است که ریهی شخص به کلی از کار می افتد (ملکوتی، ۱۳۸۱؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳، ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Malakouti et al. 2009).

۲-۱-۳- میزان تجمع نیترات در

محصولات کشاورزی:

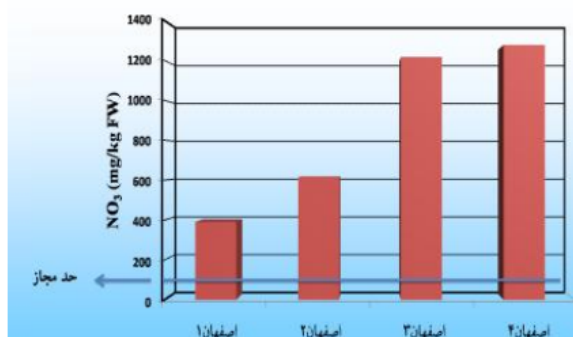
تجمع نیترات در گیاهان یک پدیدهی طبیعی بوده و هنگامی رخ می دهد که میزان تجمع نیترات در گیاه بیشتر از میزان لازم آن بر اثر جذب باشد. ظرفیت تجمع نیترات به وسیلهی توان توارثی گیاه تنظیم گردیده و توسط عوامل محیطی، مدیریت، کوددهی و عملیات زراعی تغییر می کند. اگر نیترات به مقدار زیاد به وسیلهی گیاه جذب شود، احیای آن به علت مصرف انرژی و مواد قندی زیاد، از رشد گیاه می کاهد. این یون از ریشه به طرف برگها فرستاده شده و در آنجا تجمع می یابد. اگر فردی ۲۵۰ گرم گوجه فرنگی در روز مصرف نماید، و غلظت نیترات در میوهی گوجه فرنگی ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم بر حسب وزن تازه باشد، تحت چنین شرایطی روزانه ۶۲ میلی گرم نیترات تنها از این طریق وارد بدن این فرد می گردد، ولی اگر همین فرد به جای ۲۵۰ گرم گوجه فرنگی، همین مقدار کاهو و یا اسفناج محتوی ۳ هزار میلی گرم در کیلوگرم نیترات بر حسب وزن تازه مصرف نماید، در چنین حالتی غلظت نیترات وارد شده به بدن این فرد، روزانه بیش از دو برابر حد مجاز خواهد بود، که مسأله ساز است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

در محصولات کشاورزی مشخص نمود. این کمیسیون در گزارش خود حد مجاز نیترات برای اسفناج و کاهو را ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن تازه اعلام نمود. بدیهی است این مقدار نیترات در جوامعی نظیر جامعهی ایرانی که مصرف روزانهی سبزی در آنها بسیار بالاتر است، خطرناک و مسأله ساز می باشد (ملکوتی، ۱۳۸۱؛ Malakouti et al. 2009).

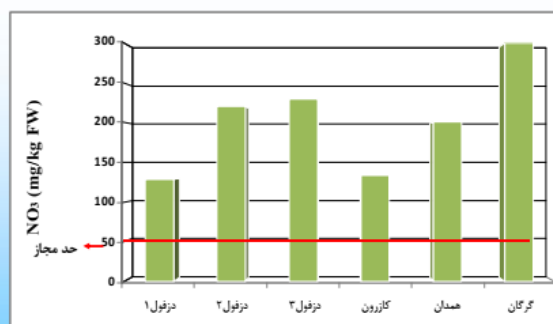
۲-۱-۲- اثرات سوء نیترات در سلامت

انسان و دام:

وجود NO_3 در مواد غذایی از نظر کارشناسان تغذیهی انسان و حیوان موضوعی حیاتی است. تبدیل نیترات به نیتريت در دستگاه گوارش، و سمیت نیتريت حاصل، مخصوصاً در حیوانات نشخوارکننده (گاو) و نوزادان، باعث ایجاد بیماری نظیر متهموگلوبینمی می گردد که در آن هموگلوبین به متهموگلوبین تبدیل می شود. در این پدیده، آهن دوظرفیتی به آهن سه ظرفیتی تبدیل و در نتیجه انتقال اکسیژن در بدن مختل شده و حالت خفگی مخصوصاً در نوزادان بروز می نماید و ممکن است منجر به مرگ انسان شود. همچنین، در اثر تداوم مصرف سبزیجات و یا آب آشامیدنی محتوی NO_3 زیاد، در داخل معده با ترکیبات آمینی تولید نیتروزآمین می نماید که یک مادهی سمی و سرطانزا است. حد مجاز NO_3 برای علوفهی خشک ۰/۰۸ درصد تعیین گردیده است. عامل خفگی انسان و دام در نتیجهی گازهای تخمیری NO_3 در علوفه است، زیرا وقتی علوفهی حاوی مقدار زیادی NO_3 را انبار کنند، NO_3 ، احیاء شده و تولید گازهای متعدد نیتروژنی می نماید.



شکل ۲- غلظت بیش از حد نیترات در پیازهای تولیدی در اصفهان (شهابی، ۱۳۸۷)



شکل ۱- غلظت بیش از حد نیترات در سیب زمینی تولیدی در کشور (بازرگان، ۱۳۸۷)

مخصوصاً زمانی که همراه با شدت نور کم باشد، منجر به تجمع نیترات می‌گردد. تنش رطوبتی نیز در تجمع نیترات مؤثر است، حالت‌های زیادی از تجمع نیترات در علوفه و سمیت آنها برای دام‌ها با خشکی متناسب است. چنین تجمعی از نیترات شاید در نتیجه‌ی تنش رطوبتی باشد که موجب کاهش فعالیت آنزیم کاهش دهنده‌ی نیترات و سوخت و ساز نوری می‌شود (ملکوتی، ۱۳۸۱).

۲-۱-۵- حد مجاز نیترات در محصولات

کشاورزی:

در جدول ۳، حد مجاز غلظت NO₃ در تعدادی از محصولات سبزی و صیفی (اسفناج، کاهو، کلم، کرفس، سیب‌زمینی، پیاز و برخی سبزی‌های میوه‌ای نظیر خیار، گوجه‌فرنگی و غیره) نشان داده شده است. بدیهی است این مقادیر بر حسب میزان مصرف در روز قابل تغییر می‌باشد. به عنوان مثال مصرف سرانه‌ی سیب‌زمینی در ایران روزانه ۱۰۰ گرم و در آلمان ۳۰۰ گرم می‌باشد؛ لذا حد مجاز نیترات در سیب‌زمینی‌های تولیدی در آلمان بایستی به مراتب کمتر از سیب‌زمینی تولیدی در ایران باشد (رجب‌زاده، ۱۳۸۳؛ ملکوتی، ۱۳۸۱؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Malakouti et al. 2009).

۲-۱-۴- عوامل مؤثر در تجمع نیترات:

به‌طور کلی، عوامل زیادی بر تجمع NO₃ اثر می‌گذارند که مهم‌ترین آنها عبارتند از مقدار کودهای نیتروژنی مصرفی (مقدار کود، نوع کود، سرعت آزاد شدن و روش استعمال کود)، گیاه (تجمع نیترات در گیاه بستگی به گونه، رقم، قسمت‌های مختلف گیاه و نیز سن آن دارد)، عوامل محیطی (عوامل محیطی زیادی بر غلظت نیترات گیاه از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم کاهش‌دهنده‌ی نیترات و همچنین جذب نیترات، اثر می‌گذارند). عموماً نور کم، دمای زیاد و تنش‌های رطوبتی منجر به کاهش فعالیت آنزیم کاهش دهنده‌ی نیترات و افزایش تجمع آن می‌گردند. هنگامی که گیاه در معرض شدت نور کم یا روزهای کوتاه قرار گیرد، غلظت نیترات افزایش می‌یابد. غلظت نیترات در سبزی‌ها بین ساعت ۴ تا ۸ صبح در بالاترین میزان و در ۴ بعد از ظهر در کمترین مقدار می‌باشد. بنابراین، زمان برداشت سبزیجات در میزان نیترات آنها اثر قابل توجهی دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. از عوامل محیطی دیگر می‌توان دما را نام برد که اثر آن بر روی تجمع نیترات کاملاً مشخص نمی‌باشد، اما ثابت شده است که افزایش حرارت،

۲-۱-۶- روش‌های کاهش تجمع نیترات:

یکی از روش‌های کاهش NO_3 ، استفاده از ارقامی است که NO_3 را کمتر در خود تجمع می‌دهند. به‌طور کلی، نباید اعمالی انجام داد که مانع از رسیدن نور به گیاه در روز شود. برای مثال، کشت عمودی گیاهان می‌تواند، به تجمع NO_3 کمک می‌کند. همچنین، می‌توان در طول شب قبل از برداشت با استفاده از نور مصنوعی، از تجمع NO_3 در گیاهان کاست و یا از کودهای کندرها و آمونیومی استفاده کرد و کود به مقداری در اختیار گیاه قرار گیرد که به آن نیاز داشته باشد و از اعمال تنش‌های رطوبتی هم باید خودداری شود. از کشت‌های پاییزه تا حد امکان، خودداری کرده، گیاهان را با فاصله مناسب کاشته و برداشت محصولات هنگام عصر انجام شود. تجمع NO_3 در یک دوره تاریکی با شدت نور پایین انجام می‌گیرد. اگر برداشت سبزی و صیفی بعد از ظهر انجام گیرد، غلظت NO_3 نسبت به صبح خیلی پایین‌تر است. یکی دیگر از روش‌های کاهش غلظت NO_3 در اندام‌های مصرفی سبزی و صیفی، رعایت مصرف متعادل کودها بر مبنای آزمون خاک می‌باشد (ملکوتی و همای، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

برای کاهش NO_3 باید به کشت‌های آلی، استفاده از مواد آلی کمپوست شده و کودهای زیستی (بیولوژیک)، افزایش کارایی کودها، تقسیط کودهای نیتروژنی در طی دوره‌ی رشد گیاه الویت داد. به این ترتیب، علاوه بر جلوگیری از آلودگی منابع خاک و آب، از دسترسی ناگهانی گیاه به مقدار بیش از حد کودهای نیتروژنی ممانعت به عمل می‌آید. از دیگر راه‌کارهای کاهش تجمع NO_3 ، استفاده از کودهای نیتروژنی کُندرها نظیر SCU و UF و مصرف کودهای نیتروژنی بر اساس اندازه‌گیری NO_3 پای بوته (PSNT) و استفاده از دستگاه کلروفیل سنج می‌باشد. مدیریت جامع تغذیه‌ی گیاه و استفاده از یک برنامه‌ی دقیق تغذیه‌ی مطابق

با نیاز گیاهان یکی دیگر از روش‌های مفید برای کاهش میزان NO_3 در محصولات کشاورزی است. نتایج تحقیقات متعدد در مزارع سبزی و صیفی کشور نشان داده با صرفه‌جویی در مصرف کودهای نیتروژنی (حداکثر ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت تقسیط) و همگانی کردن مصرف کودهای پتاسیمی و ریزمغذی‌ها به‌ویژه سولفات پتاسیم، سولفات روی و سولفات منگنز و اسید بوریک، ضمن نیل به افزایش عملکرد هکتاری، بهبود کیفیت، افزایش خاصیت انباری و خوش طعمی محصول، تجمع NO_3 نیز در اندام‌های مصرفی انواع سبزی و صیفی کاهش خواهد یافت (ملکوتی، ۱۳۷۵؛ ملکوتی، ۱۳۷۹؛ ملکوتی، ۱۳۸۱؛ ملکوتی و همای، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Malakouti et al. 2009).

۲-۲- آلودگی‌های کادمیم ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای فسفاتی

انباشت Cd در اراضی زراعی و محصولات کشاورزی کشور به یک مشکل زیست محیطی و امنیتی تبدیل شده است. افزایش غلظت Cd در خاک باعث افزایش جذب آن به‌وسیله‌ی گیاه می‌گردد. گیاهان مهم‌ترین مسیر انتقال Cd به زنجیره‌ی غذایی انسان بوده و تجمع آن در محصولات کشاورزی موجب سمیت شده و بیماری‌های حاد و مزمن را ایجاد می‌نماید. در حال حاضر غلظت این عنصر، به دلیل مصرف بیش از حد کودهای فسفاتی در سال‌های اخیر غلظت این آلاینده در خاک‌های زراعی و باغی کشور افزایش یافته است (قهرمانی، ۱۳۸۷؛ کریمیان، ۱۳۷۷؛ گلچین و شفیعی، ۱۳۸۵؛ ملکوتی، ۱۳۷۵؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹).

۲-۱-۲- اثرات سوء کادمیم در محصولات کشاورزی:

از علائم عمومی ناشی از جذب مقادیر اضافی Cd در گیاه می‌توان به کاهش و توقف رشد، پشته، حوب بنه‌ها،

میلی گرم در کیلوگرم (بیش از ۴ برابر حد استاندارد) بوده و بدیهی است مصرف این نوع گندم‌ها سلامت جامعه را با خطر جدی مواجه می‌نماید (جدول ۴). زیادی Cd در پیاز و سیب‌زمینی تا حد ۰/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم، برنج تا حد ۰/۳۵ میلی گرم در کیلوگرم و در سبزی‌ها از جمله اسفناج تا حد ۰/۸۷ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (جعفرنژادی، ۱۳۸۷؛ قهرمانی، ۱۳۸۷؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲-۴- عوامل موثر در تجمع کادمیم در محصولات کشاورزی:

در حال حاضر در اکثر محصولات کشاورزی تجمع Cd به دلیل استمرار مصرف نامتعادل کودها به‌ویژه زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی یارانه‌ای (در حال حاضر قیمت هر کیلوگرم سوپرفسفات تریپل حدود ۶۰۰ ریال ولی سولفات روی بالغ بر ۶۰۰۰ ریال می‌باشد) که از دید مصرف کنندگان به دور مانده، بسیار بیشتر از حد مجاز است.

۲-۲-۵- حد مجاز کادمیم در برخی فرآورده‌های کشاورزی:

به منظور جلوگیری از ورود Cd به مواد غذایی، موسسات بین‌المللی، قوانین و استانداردهایی برای حد مجاز انباشت Cd در مواد غذایی تعیین کرده‌اند. برای غلات دانه ریز، غلظت ۰/۱۰ و برای سیب‌زمینی و پیاز ۰/۲۰ میلی گرم Cd در کیلوگرم به عنوان حد مجاز پذیرفته شده است. حد مجاز کادمیم در سبزی‌های برگی، سویا، قارچ‌های خوراکی، سبزی‌های ریشه‌ای و ساقه‌ای ۰/۲۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک می‌باشد. سازمان بهداشت جهانی اعلام نموده کادمیم نبایستی در هفته بیش از ۰/۴۰ الی ۰/۵۰ میلی گرم مصرف گردد. این سازمان حد مجاز Cd در محصولات کشاورزی را ۰/۱۲ میلی گرم در کیلوگرم اعلام کرده است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

شدن، صدمه به ساختمان ریشه، کاهش هدایت هیدرولیکی آب در ریشه، تداخل با جذب و انتقال طبیعی عناصر غذایی، کاهش میزان کلروفیل، کلروز برگ و اختلال در فعالیت‌های آنزیمی به ویژه آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز اشاره نمود. زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی کادمیم‌دار باعث تجمع آن در گندم، سیب زمینی، پیاز و در نهایت سبب افت کیفیت انواع سبزی‌ها گردیده است.

۲-۲-۲- اثرات سوء Cd در سلامت انسان:

کادمیم آلاینده‌ی خطرناکی است که در بدن انسان تجمع یافته و از سیستم گوارشی بدن دفع نمی‌گردد. از نظر بیولوژیکی نیمه‌ی عمر آن در بدن انسان ۲۰ سال است. حد مجاز جذب Cd برای انسان ۰/۱۰ میلی گرم در کیلوگرم در روز است. این عنصر که از طریق مواد غذایی به بدن می‌رسد، جزء مواد سرطان‌زا گروه‌بندی شده و زیادی آن در انسان موجب بیماری‌های تهوع، استفراغ، انقباض شکم، سردرد، فشار خون، پوکی استخوان، آماس شش‌ها، نارسایی کلیه و کبد، بیماری‌های قلبی و زیادی فشار خون می‌شود (تراکم این عنصر در بدن انسان نخست باعث آسیب به کلیه‌ها و کبد می‌شود و البته به سایر اندام‌های بدن نیز صدمه می‌زند). این عنصر در جفت نگهداری شده و از انتقال روی و مس به جنین جلوگیری می‌کند. عنصر اخیر برای کارکرد مغز و رشد قوای عقلی لازم است. در مسمومیت حاد به‌واسطه‌ی اختلال در موازنه‌ی فسفر و کلسیم در مجاری ادراری، بیماری ایتای - ایتای که با درد در ناحیه‌ی شکم و پشت و مفاصل و استخوان‌ها، کوتاهی قد، سرطان‌زایی و ناباروری در انسان را نام برد (کریمیان، ۱۳۷۷؛ ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳؛ ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹؛ Lin and Schorr, 1997).

۲-۲-۳- میزان تجمع Cd در محصولات

کشاورزی:

برخی گزارش‌ها حاکی از انباشت Cd در بذر گندم به ویژه در گندم دوروم به مقدار بیش از حد مجاز می‌باشد. طبق گزارش Jafarnezahadi (2008)، غلظت Cd تجمع یافته در دانه‌های گندم دوروم در استان خوزستان بالغ بر ۰/۴۰

۲-۲-۶- روش های کاهش تجمع کادمیم در

محصولات کشاورزی

روش های متعددی برای کاهش تجمع کادمیم وجود دارد که اهم آنها عبارتند از اصلاح ژنتیکی گیاهان، مصرف بهینه کود و زیست پالایی (یکی از راه های اساسی برای کاهش غلظت آلاینده ها در محصولات کشاورزی رعایت اصول مصرف بهینه کودی می باشد). با اعمال روش های زیر می توان از تجمع Cd در دانه های گندم و سایر محصولات کشاورزی حتی الامکان ممانعت نمود: الف) از ورود کودهای فسفاتی و یا خاک فسفات محتوی بیش از ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم Cd و یا سرب اکیداً جلوگیری شود. ب) مصرف

بهینه کودی به ویژه استفاده از کودهای سوپر فسفات ساده، میکروبی فسفاتی، بیوفسفات طلایی محتوی روی و بیوگوگرد آلی که تماماً تولید داخل بوده و عاری از Cd نیز می باشند، رعایت شود. ج) در راستای هدفمند کردن یارانه ها، یارانه از کودهای نیتروژنی و فسفاتی حذف و به کودهای موثر بر افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی اختصاص یابد. د) رعایت اصول مصرف بهینه کودی. ه) عدم استفاده از پساب های شهری. ز) خرید گندم و سایر محصولات کشاورزی (در حد امکان) بر مبنای کمیت و کیفیت، انجام گیرد، و ی) استفاده از ارقامی که نسبت به جذب Cd کارآ نیستند، رایج گردد.

جدول ۳- حد مجاز غلظت نترات در برخی از محصولات سبزی و صیفی

نوع محصول	میزان نیتروژن نیتراتی (mg/kg FW)	نوع محصول	میزان نیتروژن نیتراتی (mg/kg FW)
تربچه	1500	گشنیز	500
کاهو	1000	جعفری	500
شاهی	1500	خیار	250
اسفناج	1000	پیازچه	250
ریحان	500	سیب زمینی و پیاز	50
تره	500	گوجه فرنگی	50

جدول ۴- دامنه ی تغییرات غلظت کادمیم (Cd) در دانه ی گندم در مزارع گندم استان خوزستان (جعفرنژادی، ۱۳۸۷).

مزارع گندم در استان خوزستان	غلظت کادمیم با روش کوره گرافیات میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک	غلظت کادمیم با روش ICP میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک	مزارع گندم در استان خوزستان	غلظت کادمیم با روش کوره گرافیات میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک	غلظت کادمیم با روش ICP میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک
شوش ۱	0.45	0.44	رامهرمز	0.42	0.38
شوش ۲	0.48	0.36	هفتگل ۱	0.24	0.34
گتوند	0.54	0.37	هفتگل ۲	0.16	0.37
دشت ۱	0.45	0.38	باغملک ۱	0.49	0.35
دشت ۲	0.40	0.49	باغملک ۲	0.40	0.36
میانگین	0.41	0.38	میانگین	0.41	0.38

* - توجه حد مجاز جهانی برای غلظت کادمیم در دانه ی گندم ۰/۱۰ میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک می باشد.

پیشنهادهای (چه باید کرد؟)

در جمع بندی می توان چنین بیان نمود که رابطه ی تنگاتنگ و مثبتی بین مصرف بهینه ی کود و تولید پایدار وجود دارد و لذا لازم است این اصل مهم در تامین مقدار، زمان استفاده و نوع مناسب کودها در تولید پایدار به جد در عمل رعایت شود:

- برای تحقق پایداری حاصلخیزی خاک و مصرف بهینه ی کود، از هم اکنون بایستی تدابیری اندیشیده شود که از آن جمله می توان تدوین سیاست ملی خاک، نهایی نمودن قانون جامع خاک، قانون جامع کود، جایگاه تولید و مصرف کودهای زیستی، اتخاذ استراتژی های کشاورزی متناسب با مناطق اگرواکولوژیکی و استقرار شبکه ی پایش کیفیت خاک، اولویت به مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه ی گیاه و تغییر نگرش های تک بعدی به جامع نگر، رهیافت مشارکتی و نیز ممانعت جدی از سوزاندن بقایای گیاهی در مزارع و باغ ها از طریق اعمال یارانه ی تشویقی.

- در حال حاضر، پس از تامین آب مورد نیاز گیاهان، مصرف بهینه ی کود مؤثرترین، سریع ترین، سهل الوصول ترین، و از نظر اقتصادی قابل توجیه ترین راه تحقق افزایش عملکرد هکتاری (کمی-کیفی) محصولات کشاورزی، و ارتقای سطح بهداشت تغذیه ی جامعه می باشد. افزایش تولیدات کشاورزی در جهان طی چهار دهه ی گذشته، پس از بارش، عمدتاً مرهون مصرف کودها بوده است. در کشورهایی که مصرف کود در آنها مشابه ایران غیر متعادل است، افزایش عملکرد هکتاری ۳۳ درصد، لکن در کشورهایی که مصرف کود در آنها بهینه است، این رقم ۶۰ درصد می باشد.

- به تغذیه بهینه ی گیاهی که راه کار حل مشکل گرسنگی سلولی است توجه اساسی شود. با تغییر سیاست و تحقق امر غنی سازی از مزرعه و

مصرف نان سبوس دار غنی شده با نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/Zn) کمتر از ۲۵ به سهولت می توان رتبه ی بهداشتی جامعه را از رقم ۱۲۳ به ۲ ارتقاء داد.

- افزایش کارایی مصرف کودها و همگانی کردن مصرف بهینه ی کود در کشور.
- در حال حاضر یارانه ها عمدتاً به دو نوع کود، یعنی کودهای نیتروژنی و فسفاتی پرداخت می شود. پرداخت چنین یارانه ی سنگینی به این دو کود (در حال حاضر قیمت هر کیلوگرم اوره و سوپر فسفات تریپل حدود ۶۰۰ ریال ولی سولفات روی بالغ بر ۶۰۰۰ ریال می باشد) باعث شده که تولید کنندگان بخش کشاورزی در کشور، چندان رغبتی به استفاده از دیگر کودها، به ویژه کودهای زیستی، آلی و ریزمغذی نداشته باشند. حال آنکه مصرف کودهای اخیر افزون بر سازگار بودن با محیط زیست، نقش بسیار مثبتی بر سلامتی انسان دارند. بنابراین، در مقطع کنونی مدیریت علمی تولید و مصرف انواع کودها امری اجتناب ناپذیر است.

- تاکید بر تصویب آیین نامه ی ضوابط ب ماده ی ۶۱ قانون برنامه ی چهارم توسعه، که امید است در راستای تولید محصولات سالم و غنی شده تحقق یابد. به موجب این قانون، مقرر بود که حداقل ۱۰ درصد از کودهای مصرفی کشور را کودهای زیستی تشکیل دهند، که متأسفانه به رغم گذشت ۸ سال، این آیین نامه هنوز به تصویب نرسیده است. بدیهی است با رعایت اصول مصرف بهینه ی کودی در مزارع و باغ ها، افزون بر افزایش ۲۵ درصدی عملکرد، کیفیت محصولات کشاورزی ارتقای خواهد یافت. از تولید کودهای شیمیایی و بیولوژیک در داخل کشور حمایت عملی شود.

- غنی سازی محصولات کشاورزی برای افزایش سطح سلامت جامعه در عمل اجرا شود. در برنامه ی پنجم توسعه، به جای توجه به تامین کالری روزانه، سیر



روی و بیوگوگرد آلی رعایت شود (در حال حاضر سالانه در حدود ۴ میلیون تن کود در کشور مصرف می گردد که مدیریت آنها علمی نمی باشد).

- با توجه به رابطه تنگاتنگ و مثبتی که بین مصرف بهینه کودی، تولید پایدار و ارتقای رتبه بهداشتی جامعه وجود دارد، شایسته است که این اصل مهم برای تعیین مقدار، زمان استفاده و نوع مناسب کودها، به منظور دستیابی به تولید پایدار به طور جدی رعایت شود.

کردن سلول های گرسنه ی جامعه را از طریق غنی سازی محصولات کشاورزی، هدفمند نمودن یارانه ی کودها و خرید محصولات کشاورزی به ویژه گندم بر مبنای کیفیت مدنظر قرار دهند.

- از ورود کودهای فسفاتی و یا خاک فسفات محتوی بیش از ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم Cd و یا سرب اکیداً جلوگیری شود و مصرف بهینه ی کودی به ویژه استفاده از کودهای نیتروژنی به صورت تقسیط، کودهای فسفاتی تولید داخل مانند سوپر فسفات ساده، میکروبی فسفاتی، بیوفسفات طلایی محتوی



References

منابع مورد استفاده

- ۱- ابراهیمی، س.، ح. ع. بهرامی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. نقش مواد آلی در اصلاح خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های آهکی کشور. نشریه‌های فنی شماره ۳۰۲، ۴۰۱، ۴۰۴، ۴۴۸ و ۴۴۹. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا. تهران، ایران.
- ۲- بای بوردی، م. ۱۳۸۵. مدیریت پایدار خاک در کشاورزی و محیط زیست. مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار. صفحات ۷ الی ۹. دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- ۳- بلالی، م. ۱۳۸۲. امنیت جهانی غذا و نقش حاصلخیزی پایدار خاک در آن. گزارش مأموریت از کنفرانس کود سازمان کشاورزی و خواربار جهانی. ۲۰. صفحه، رم. ایتالیا.
- ۴- بی‌نام. ۱۳۸۲. خلاصه مقالات نخستین همایش کشاورزی و توسعه ملی. حوزه معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ایران.
- ۵- ثواقبی، غ. ر.، م. معزاردلان و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۱. اثر مصرف توام کادمیم و روی در خاک آهکی بر پاسخ‌های گیاه گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳. صفحات ۳۳۳ الی ۳۴۱.
- ۶- جعفرنژادی، ع. ر. ۱۳۸۷. مدل‌سازی روند انباشت Cd در مزارع گندم. پروپوزال رساله دکتری گروه خاک-شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
- ۷- چراتی‌آرائی، ع. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر روی و کادمیم بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج. پایان نامه دکتری گروه خاک‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی. تهران، ایران.
- ۸- خانی، م. ر.، م. ج. ملکوتی و م. شریعت. ۱۳۷۸. بررسی تغییرات فسفر با کادمیم در خاک‌های شالیزاری شمال کشور. نشریه علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۹. صفحات ۱۲ الی ۱۸.
- ۹- خانی، م. ر.، م. ج. ملکوتی و م. شریعت. ۱۳۷۹. بررسی تغییرات کادمیم در خاک‌های شالیزاری و برنج در شمال کشور. نشریه علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. جلد ۱۲. صفحات ۱۲ الی ۲۶.
- ۱۰- خداوردی‌لو، ح. ۱۳۸۵. مدل‌سازی پالایش سبز خاک‌های آلوده به کادمیم و سرب. پایان نامه دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۱ صفحه. تهران، ایران.
- ۱۱- رجب‌زاده، ف. ۱۳۸۳. بررسی تجمع غلظت آلاینده نیتрат در برخی سبزی‌های خوراکی، سیب‌زمینی و پیاز در میدین تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات. تهران، ایران.
- ۱۲- شهریاری، ح. ع. ۱۳۸۷. ایران رتبه ۱۲۳ جهانی را در بین ۱۹۲ کشور دنیا در تامین سلامت مردم دارد. مصاحبه با خبرگزاری فارس در روز چهارشنبه مورخ ۲۲ آبان ۱۳۸۷. تهران، ایران.
- ۱۳- قاسمی، ح. ۱۳۸۲. امنیت غذا و تغذیه و چالش‌های آینده در کشور. نخستین همایش کشاورزی و توسعه ملی. وزارت جهاد کشاورزی. تهران، ایران.



- ۱۴- قهرمانی، ر. ۱۳۸۷. بررسی شدت آلودگی خاک‌های جنوب تهران به Cd و میزان جذب آن توسط اسفناج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ایران.
- ۱۵- کریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده‌روی در مصرف کودهای فسفاتی. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۲. صفحات ۱ الی ۱۴.
- ۱۶- گلچین، ا. و س. شفیع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کارخانجات سرب و روی زنجان بر آلودگی محصولات زراعی و باغی به فلزات سنگین. مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار. صفحات ۲۱ الی ۲۲. دانشکده مهندسی آب و خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- ۱۷- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی- وزارت کشاورزی، ۲۷۹ صفحه. کرج، ایران.
- ۱۸- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. کنترل غلظت نیتрат در سیب‌زمینی، پیاز و سبزی‌ها، ضرورتی انکارناپذیر در حفظ سلامتی جامعه (یادداشت فنی). نشریه علمی و پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب: ویژه نامه کشاورزی پایدار. جلد ۱۲. شماره ۹. صفحات ۱ الی ۵.
- ۱۹- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۱. بررسی اثر کودهای ازتی در تجمع نیترات در سبزی‌های مزارع کشور. گزارش نهایی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. تهران، ایران.
- ۲۰- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۲. غنی‌سازی محصولات کشاورزی ضرورتی انکارناپذیر در افزایش عملکرد و ارتقاء سطح سلامت جامعه. نشریه فنی شماره ۳۲۲. نشر آموزش کشاورزی معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی. کرج، ایران.
- ۲۱- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۵. خاک، کیفیت مواد غذایی و سلامت جامعه. مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار. صفحات ۱۰ الی ۱۸. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- ۲۲- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۶. مصرف بهینه کود موثرترین گام در تولید پایدار و حل مشکل گرسنگی سلولی جامعه. پنجمین هم‌اندیشی و میزگرد انجمن علمی کشاورزی بوم‌شناختی ایران. پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی. تهران، ایران.
- ۲۳- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۶. غنی‌سازی محصولات کشاورزی ضرورتی برای حل مشکل گرسنگی سلولی جامعه. دهمین کنگره علوم خاک ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج، ایران.
- ۲۴- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۷. ارتقاء کیفی نان‌های مصرف استان خراسان جنوبی از طریق غنی‌سازی گندم در مزرعه «از مزرعه تا سفره». طرح ملی برای اجرا در استان خراسان جنوبی. بیرجند، ایران.
- ۲۵- ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۷. افزایش ارتقاء سطح سلامت جامعه از طریق تولید محصولات کشاورزی سالم. اولین همایش ملی فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ایران.
- ۲۶- ملکوتی، م.ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک (مشکلات و راه‌حل‌ها). چاپ دوم با بازنگری کامل. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۴۸۲ صفحه. تهران، ایران.

۲۷- ملکوتی، م.ج.، م. نفیسی و ب. متشرع زاده. ۱۳۸۰. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور گامی ارزنده بسوی خودکفایی و دستیابی به کشاورزی پایدار. سازمان تات وزارت جهاد کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، ۵۵۰ صفحه. کرج، ایران.

۲۸- ملکوتی، م.ج.، ا. بایوردی و س.ج. طباطبایی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی موثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کاهش آلاینده ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه. نشر علوم کشاورزی کاربرد. دفتر سبزی و صیفی معاونت زراعت. وزارت جهاد کشاورزی، ۳۳۸ صفحه. تهران، ایران.

۲۹- ملکوتی، م.ج.، ع. کلاتری و ا. ملکوتی. ۱۳۸۴. لزوم تغییر نگرش از تامین کالری روزانه به حل مشکل گرسنگی سلولی در سبب غذایی جامعه. نشریه های فنی شماره ۴۰۸ و ۴۴۴. موسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. تهران، ایران.

۳۰- ملکوتی، م.ج.، پ. کشاورز و ن. کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار «چاپ هفتم با بازنگری کامل». انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. شماره ۱۰۲. ۷۵۵ صفحه. ایران.

۳۱- ملکوتی، م.ج.، ا. بغوری، ا. گلچین و م.ر. خانی. ۱۳۷۹. کنترل کیفی کودهای فسفاتی ضرورتی انکارناپذیر در راستای نیل به کشاورزی پایدار نشریه علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، جلد ۱۲. صفحات ۶ الی ۱۱.

۳۲- ملکوتی، م.ج.، ا. ملکوتی، ع. بایوردی و ع.ا. خامسی. ۱۳۸۴. روی (Zn) عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان «چاپ هشتم». نشریه فنی شماره ۴۷۵. انتشارات سنا. تهران، ایران.

۳۳- ملکوتی، ا.، س. عاکف، م.ج. ملکوتی و ا. بایوردی. ۱۳۸۵. اثر غنی سازی آرد با سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت روی و آهن سرم در افراد مؤسسات مقدم مرصاد. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز. جلد ۲۸. صفحات ۱۱۵ الی ۱۱۹.

34- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*. 302: 1-17.

35- Cherati, A. and M.J. Malakouti. 2006. Effect of zinc and cadmium concentrations on the rates of their absorption by rice. pp. 550-551. Proceedings of the 18th World Congress of Soil Science: Frontiers of Soil science Technology and the Information Age. Philadelphia, Pennsylvania, USA.

36- Erdal, I., B.Torun, S. Karanlik, H. EKIS, and I. Cakmak. 1998. Determination of zinc and phytic acid and bioavailability of zinc in wheats grown in Turkey. The First National Zinc Congress. Ankara, Turkey.

37- Gibson, R.S. 1998. Inadequate intakes of zinc in developing countries. Practical household strategies to reduce risk of deficiency. www.zinc.world.org.health.

38- Graham, R.D, R.M, Welch, and H.E. Bouis. 2000. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: Principles, perspectives and knowledge gaps. *Advances in Agron*. 70: 77-161.



- 39- Grusak, M.A. and D. DellaPenna. 1999. Improving the nutrient composition of plants to enhance human nutrition and health. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50: 133-61.
- 40- Heffer, P. 2008. Assessment of fertilizer use by crop at the global level. International Fertilizer Industry Association. rue Marbeuf, Paris, France. www. Fertilizer.org. 5p.
- 41- IFA. 2007. Fertilizers and Agriculture. International Fertilizer Industry Association. rue Marbeuf, Paris, France. www. Fertilizer.org.
- 42- Lin, J., and M. Schorr. 1997. Challenge for the phosphate industry: Cd removal. *Phosphorus and Potassium*. 208: 27-31.
- 43- Malakouti, M.J. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants: A review. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*. 1: 1-12.
- 44- Malakouti, M.J. 2008. Effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turk. J. Agric. For.* 32: 215-220.
- 45- Malakouti, M.J. 2008. Fertilizer productivity in Iran. A report prepared by the request of private sector (NGO). Pp. 25. Tehran, Iran.
- 46- Malakouti, M.J., and A. Bybordi. 2006. Interaction between potassium (K) and zinc (Zn) on the yield and quality of tuber vegetables. International Symposium on Balanced Fertilization for Sustainability of Crop Productivity. Ludhiana, India.
- 47- Malakouti, M.J., A. Majidi, A. Bybordi, and A. Salari. 2007. The role of zinc on the reduction of PA/Zn molar ratio in wheat grains and human health. Zinc Crops Conference. Turkey.
- 48- Malakouti, M.J., Sh. Ladan, and S.J. Tabatabaei. 2009. Nitrate in the edible parts of vegetables in Iran: Origin, safety and toxicity limits. In: Shahid Umar and et al. (Eds). Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures (in press).
- 49- Malakouti, M.J., A. Bybordi, M. Lotfollahi, A.A. Shahabi, K. Siavoshi, R. Vakil, J. Ghaderi, J. Shahabifar, A. Majidi, A.R. Jafarnajadi, F. Dehghani, M.H. Keshavarz, M. Ghasemzadeh, R. Ghanbarpouri, M. Dashadi, M. Babaakbari, and N. Zaynalifard. 2008. Comparison of complete and sulfur coated urea fertilizers with pre-plant urea in increasing grain yield and nitrogen use efficiency in wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 10: 173-183.
- 50- Mayer, J.E., H.P. Wolfgang, and P. Beyer. 2008. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. *Current Opinion in Plant Biology*. 11: 166-170.
- 51- Oliver, M.A. 1997. Soil and human health: A Review. *Eur. J. Soil Sci.* 48: 573-92.
- 52- Sadighi, J., R. Sheikholeslam, K. Mohammad, H. Pouraram, Z. Abdollahi, K. Samadpour, F. Kolahdooz and M. Naghavi. 2009. Flour fortification with iron: a mid-term evaluation. *Pubic Health*.
- 53- Sanchez, P.A. and M.S. Swaminathan. 2005. Hunger in Africa: The link between unhealthy people and unhealthy soils. *Lancet*. 365: 442-444.
- 54- Timothy, J. and P.B. Eyzaguirre. 2007. Biofortification, biodiversity and diet: A search for complementary applications against poverty and malnutrition. *Food Policy*. 32: 1-24.

- 55- Welch, R.M. 2003. Farming for nutritious foods: Agricultural technologies for improved human health. IFA-FAO Agricultural Conference on Global Food Security and the Role of Sustainable Fertilization. Rome, Italy.
- 56- Welch, R.M. 2009. Breeding strategies for biofortified staple plant foods to reduce micronutrient malnutrition globally. Symposium of Plant Breeding: A New Tool for Fighting Micronutrient Malnutrition. American Society for Nutritional Sciences. Washington, DC. USA.