

## عنصر کادمیوم، خطرات و کنترل آن در کشاورزی

کادمیوم<sup>۱</sup> از فلزات نادری است که در طبیعت بیشتر در ترکیبات معدنی روی و به نسبت کمتری در سرب و مس وجود دارد. برخی ترکیبات معدنی کادمیوم در آب محلول بوده در صورتی که اکسید و سولفید کادمیوم ترکیباتی غیر محلول هستند. بخار کادمیوم در هوا به سرعت اکسید می‌شود. دامنه سطح کادمیوم در اتمسفر تا ۵ نانوگرم در هر متر مکعب در مناطق روستایی، ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۵ میکروگرم در هر متر مکعب در مناطق شهری و ۰/۰۶ میکروگرم در نواحی صنعتی می‌رسد. هو<sup>۲</sup>، (۱۹۸۷). انسان و گیاه به این عنصر نیازی ندارند. ولی یکی از مهمترین آلاینده‌ها در طبیعت به شمار می‌آید و برای گیاهان و حیوانات بسیار سمی است. علت سمی بودن آن احتمال دارد به دلیل میل شدید آن به گروه‌های تیول (SH) در آنزیم‌ها و دیگر پروتئین‌ها باشد. بنابراین وجود کادمیوم فعالیت آنزیم‌ها را مختل می‌کند، در تغذیه حیوانات کادمیوم یک سم تجمعی محسوب می‌شود. مقدار زیاد آن سبب صدمه به لوله‌های موین کلیه و موجب بیماری (تورم غشاء مخاطی بینی<sup>۳</sup>)، (بیماری مزمن ریوی<sup>۴</sup>) که در آن کیسه‌های هوایی به شدت کشیده و بزرگ می‌شوند، نکروز کبدی، بیماری‌های قلبی و عروقی و درد شکم می‌شود. حالتی از مسمومیت مزمن کادمیوم که در شهر توپوما در ژاپن مشاهده شده نام بیماری ایتای<sup>۵</sup> معروف است (دردهای عصبی پراکنده در تمام بدن) بالا بودن مقدار کادمیوم در رژیم غذایی سبب توقف فعالیت کلیه و پس از آن سبب برهم خوردن متابولیسم کلسیم، فسفر و بروز بیماری‌های استخوان می‌شود و خیلی دردناک است همچنین سبب تخلیه مواد معدنی از اسکلت و شکنندگی آن می‌شود. علت این بیماری تغذیه از برنجی است که از شالیزارهای آلوده به کادمیوم به دست آمده باشد. سالاردینی، (۱۳۶۷).

از نظر بیولوژیکی نیمه عمر این عنصر برای انسان ۲۰ سال است و حد بحرانی جذب کادمیوم برای انسان ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (در روز) است. عمده‌ترین منابع پخش کادمیوم در محیط زیست، معادن سنگ فسفات،

1. cd

2. Who, 1987

3. Rhinitis

4. Emphysema

5. Itai-Itai

منابع فولاد، ذوب آهن، معادن روی، مس، سرب، زغال سنگ، صنایع آبکاری، تولید لامپ، سموم حشره کش و فاضلاب‌ها است. بنابراین نقش کودهای فسفاته در زمین‌های زراعی با توجه به این که از معادن سنگ فسفات تهیه می‌شوند، دارای اهمیت است.

میزان کادمیوم در سنگ‌های فسفاته با توجه به منابع آن‌ها تفاوت دارد برای نمونه سنگ‌های فسفاته موجود در معادن غرب آمریکا دارای کادمیوم بیشتری در مقایسه با این سنگ‌هایی که در جنوب شرقی این کشور وجود دارند، می‌باشد.

مولا و همکاران<sup>۱</sup>، (۱۹۸۰) گزارش کردند که کودهای سوپر فسفات تریپل ساخته شده از معادن سنگ فسفات غرب آمریکا دارای ۵۰ تا ۲۰۰ میکروگرم کادمیوم در هر گرم بوده در حالی که میزان کادمیوم موجود در همین کود در جنوب شرقی آمریکا دارای ۱۰ تا ۲۰ میکروگرم در هر گرم بوده است. کاربرد ۱۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار در مدت ۳۶ سال در درختان مرکبات در کالیفرنیا مقدار کل کادمیوم خاک را از ۰/۰۷ به ۱ میکروگرم در هر گرم افزایش داد. آن‌ها بیان کردند که میزان کادمیوم موجود در کود سوپر فسفات تریپل مصرفی در حدود ۱۷۴ میکروگرم در هر گرم بوده است. برخی محققان گزارش کرده‌اند که غلظت کادمیوم در کودهای فسفاته از ۱۰ تا ۱۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است.

ویلیامز و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۷۶) گزارش کردند که استفاده طولانی مدت از سوپرفسفات تریپل که دارای کمتر از ۵۰ میکروگرم کادمیوم در هر گرم بوده غلظت کل کادمیوم سطحی را از ۰/۴۶ به ۰/۲۱۲ افزایش داده است. متأسفانه در کشور ما در چند دهه گذشته هنگام خرید و واردات سنگ و کود میزان کادمیوم آن‌ها کنترل نشده است برای نمونه غلظت کادمیم در یک نمونه سنگ فسفات وارداتی از سنگال ۱۰۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم و یک نمونه کود سوپر فسفات وارداتی ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است. بنابراین سالانه مقادیر قابل توجهی

<sup>۱</sup>. Mulla et al .1980

<sup>۲</sup>. williams et al, 1976

کادمیوم از راه مصرف کودهای فسفاته وارد خاک‌های زراعی و باغی کشور شده است. برای نمونه اگر مقدار مصرف سالانه کودهای فسفاته در کشور ۸۰۰ هزار تن در سال در نظر گرفته شود و غلظت کادمیوم نیز در کودهای فسفاته وارداتی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فرض شود، بدین ترتیب سالانه متجاوز از ۸۰۰ تن کادمیوم وارد خاک‌های زراعی کشور شده که رقم بالا و خطرناکی است. در حال حاضر در کلیه کودهای فسفاته وارداتی غلظت این عنصر کنترل و حد مجاز کادمیوم و سرب به ترتیب ۲۵ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شده و شرکت خدمات حمایتی کشاورزی نیز موقع خرید این کودها با همکاری علمی موسسه تحقیقات خاک و آب موظف به کنترل کیفی کودها شده است.

اتحادیه اروپا حد مجاز کادمیوم در کودهای فسفاته را حداکثر ۱۵ میلی‌گرم در برابر هر کیلوگرم فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) اعلام کرده است. کریمیان، (۱۳۷۷).

آلوی<sup>۱</sup>، (۱۹۹۰) سهم نسبی کودهای فسفر در آلودگی خاک به کادمیوم را بین ۵۴-۵۸ درصد عنوان کرده و ما بقی آن را به ته نشست‌های اتمسفری و لجن فاضلاب نسبت داده است. بنابراین باید بیشترین تلاش را در مصرف مناسب و به اندازه کودهای فسفری انجام داد.

از موارد دیگری که می‌توان از تجمع و ورود آن در چرخه غذایی حیوانات جلوگیری کرد، تحقیقات در مورد اصلاح ژنتیکی گیاهان، برای کاهش ورود این عنصر به گیاه است.

گونه‌ها و ارقام گیاهی از نظر جذب، تجمع و مقاومت به فلزات سنگین تفاوت دارند. برای نمونه گندم قادر به تجمع کادمیم در دانه خود حتی در خاک‌های قلیایی بوده و کادمیوم موجود در دانه یکی از راه‌های انتقال آن به انسان گزارش شده است. کریمیان، (۱۳۷۷). حد مجاز کادمیوم در محصولات کشاورزی ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم عنوان شده در هیچ یک از محصولات کشاورزی این مقدار نباید بیشتر از حد مجاز باشد. محصولات کشاورزی مثل میوه‌ها، چای و سبزی‌ها که در کنار جاده‌ها و بزرگراه‌ها می‌رویند، بیشتر در برابر خطر آلودگی

---

<sup>۱</sup>. Alloway, 1990

به این عنصر قرار دارند. در غلات و دانه‌های روغنی حد مجاز کادمیوم ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است. گرونت<sup>۱</sup> (۱۹۹۸). در استرالیا حد مجاز غلظت‌های کادمیوم در مورد سیب‌زمینی را ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن تازه گزارش کرده اند. از گیاهان حساس به تجمع کادمیوم می‌توان گندم دوروم، کتان، آفتابگردان و سیب‌زمینی را نام برد. در تحقیقی که سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۷۸ در مناطق شالیکاری گیلان و مازندران به عمل آمده نتیجه گیری شد، خاک‌های شالیزار شمال کشور از نظر مقدار کادمیوم تجمع یافته از وضعیت خوبی برخوردار نیستند و کنترل بیشتر کوددهی مزارع و نیز دیگر منابع که تجمع این عنصر را در خاک‌های زراعی موجب می‌شوند، پیشنهاد شده است. (خانی، ۱۳۷۹).

مطالعات نشان داده که مصرف روی نیز سبب کاهش میزان کادمیوم در دانه شده است. در تحقیقی که در مورد اثر پتاسیم بر روی کادمیوم صورت گرفت، نتیجه گیری شد که مصرف سولفات پتاسیم برای کاهش اثرات زیان بار کادمیوم بر واکنش‌های فیزیولوژیکی گندم مفید است، به عبارت دیگر از اثرات مسمومیت کادمیوم با افزایش مصرف کودهای پتاسیم کاسته می‌شود. ثواقفی، (۱۳۷۹)

ساربیج<sup>۲</sup> (۱۹۹۲) بیان کرد که خواص و ویژگی‌های خاک در جابجایی و توانایی دسترسی بیولوژیکی فلزات سنگین مانند کادمیوم تاثیر دارند. کاهش PH، کمبود هوموس و میزان رس موجود در خاک، قدرت تحرک و توانایی دسترسی بیولوژیکی گیاه را برای جذب فلزات سنگین افزایش می‌دهند.

### **به طور کلی راه‌های کنترل و کاهش میزان کادمیوم به شرح زیر است:**

۱- کودهایی را باید مصرف کرد که دارای میزان کادمیوم پایین بوده (کمتر از ۲۵ میلی گرم در کیلوگرم) و

مصرف کودهای فسفاته بر اساس آزمون خاک پایه ریزی شود.

---

<sup>1</sup>. Gront, 1998

<sup>2</sup>. Sauerbech, 1992

۲- در خاک‌های اسیدی باید نسبت به کاربرد آهک اقدام کرد. بهترین و مناسب‌ترین PH بین ۶/۵-۶ است.

۳- در صورت کمبود عنصر روی در گیاه باید نسبت به افزایش میزان آن در خاک اقدام کرد، به علت این که در غلظت‌های بالای این عنصر در خاک، گیاهان کادمیوم کمتری جذب می‌کنند.

۴- نسبت به کاربرد کودهای آلی در خاک و در نتیجه افزایش مواد آلی خاک اقدام کرد.

۵- آب آبیاری با کیفیت مناسب و خوب مصرف شود.

۶- در مناطقی که میزان کادمیوم خاک بالاست، باید گیاهانی را کشت کرد که قدرت جذب کادمیوم کمتری از خاک دارند (سبزی‌های برگ‌مانند کاهو، کلم و اسفناج دارای قدرت جذب و تجمع بیشتر کادمیوم از خاک، نسبت به سیب زمینی و گوجه فرنگی هستند).

## منابع:

- ۱- ثواقبی، غلامرضا و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۷۹ بررسی اثر اصلی و برهم کنش کادمیم و پتاسیم بر سرعت رشد، سطح برگ و میزان نسبی آب برگ در گندم، نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب، ج ۲، شماره ۹.
- ۲- ثواقبی، غلامرضا و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۷۹. اثرات روی و کادمیم بر غلظت عناصر ترکیب شیمیایی دانه گندم. نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۳- خانی، محمد رضا و محمد جعفر ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی تغییرات کادمیم در خاک‌های شالیزار و برنج در شمال کشور، نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۴- سالاردینی، علی اکبر و مسعود مجتهدی. ۳۶۷ اصول تغذیه گیاه، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- کریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده‌روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفره. مجله علوم خاک و آب، ج ۱۲، شماره ۴. ص ۱۴ - ۱.
- ۶- ملکوتی، محمد جعفر، اسماعیل بغوری، احمد گلچین و محمد رضا خانی. ۱۳۷۹. کنترل کیفی کودهای فسفاته ضرورتی انکار ناپذیر در راستای نیل کشاورزی پایدار، نشریه علمی پژوهشی موسسه تحقیقات خاک و آب.
- 7- Allooway, B. J. 1990. Heavy metals in soils. Blackies and sons Ltd NewYork.
- 8- Chaudri, A., F.Zhoo, S.Mcgroth and A. Crosland. 1995.The cadmium content of British wheat grain.J . OfEnviron. Qual.,(24)5:850-85.
- 9- Gupta, U.K., and B,S.Potallia. 1990.Zinc-cadmium interaction in Wha=eat J.IndianSOc. Soil Sci., 38:452-457.
- 10-Gront, C.Z., W.T.Buckley,L.D,Bailey, and F,Selles. 1998.Cadmium accumulation in crops. Con.J>Plant.Sci,78:1-17

- 11-Mulla, D.J.,A.L.Page and T.J Ganje. 1980. Cadmium acceumulation and bioavailability in soil sporom long-tern phosphorus Fertilization, J.Environ.Qual.9:408-412.
- 12-Sauerbeck, D. 1992. Conditions controlling the biozvailability the element and heavy metal derive from phosphate fertilizer in soils. 4<sup>th</sup> international in phosconference, phosphorus life and environment.chent. Belgium .8-11 September.420-4:5.
- 13-Williams, c.H.,and G.J.David.1973.The soils and plants. Aust. J.soil. Re 11:43-56.
- 14-Williams, c.H.,and G.J.David.1976.The accumulation in soil of cadmium residues from phosphate fertilizer and their effect on the cadmium content of plants.Soil Sci. 121:86-93.
- 15-WHO.1987. Air quality guadelines. Copenhogen: Who regional office for Europe.

نسرین صفیان

کارشناس زراعت

مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان شهرضا