8th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering and Technology
September 19, 2023
Tbilisi - Georgia
CINVU
Avicenna International Community College LLC
Archive of SID

ارزیابی شاخص سرطان‌زایی نیکل در اثر مصرف خوراکی سبزیجات کشت شده در تیمارهای مختلف لجن فاضلاب

مرضیه غنام

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی شاخص خطر سرطانزایی نیکل در سبزیجات رشد یافته در خاکهای تیمار شده با سطوح مختلف لجن فاضلاب در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل پنج سطح لجن فاضلاب (صفر، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد) و هشت نوع سبزیجات برگی (اسفناج، تربچه، پیازچه، شاهی، ریحان، خرفه، گشنیز و مرزه) بود. نتایج نشان داد با افزایش سطح لجن فاضلاب، شاخص متوسط جذب روزانه نیکل (ADD) و شاخص سرطانزایی (CR) در هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان افزایش یافت ($P\leq0.0001$). به‌طوری‌که در تیمار ۶ درصد لجن فاضلاب نسبت به تیمار شاهد، برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۶۷/۴ و ۶۵/۹ درصد افزایش در شاخص سرطان‌زایی محاسبه شد. برای هر دو گروه سنی، بیشترین و کمترین شاخص‌سرطان‌زایی نیکل به ترتیب در گیاه شاهی و خرفه مشاهده شد. به‌طورکلی، احتمال بروز بیماری‌های سرطانی برای هر دو گروه سنی وجود داشت و کودکان با میانگین شاخص سرطان‌زایی(CR) ۰/۰۸۸۶، بیش از سه برابر بزرگ‌سالان در معرض این خطر بودند.

کلمات کلیدی: شاخص‌های سلامتی، فلزات سنگین، سبزیجات برگی، لجن فاضلاب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه دفع لجن فاضلاب، به یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین مسائل زیست محیطی در سراسر جهان تبدیل شده است. لجن، ماده نیمه‌جامدِ باقیمانده از تصفیه فاضلاب خانگی یا صنعتی است. این ماده حاوی مقادیر بالایی مواد آلی و عناصر غذاییِ کم‌مصرف و پرمصرف است و کاربرد آن در اراضی کشاورزی خواص خاک را بهبود و باعث افزایش باروری گیاهان می‌شود (Cogliastro et al. 2001 به نقل از R.P. Singh and M. Agrawal. 2010). برخی کشورها قوانینی برای اضافه کردن لجن فاضلاب به زمین‌های کشاورزی وضع کردند که از جذب بیش از حد فلزات سمّی توسط گیاه و ورود این فلزات به زنجیرهٔ غذایی انسان و دام، جلوگیری شود (Chaney, 1989). آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده (USEPA) فلزات سنگین مانند Cd، Cr، As، Hg، Pb، Cu، Zn و Ni را به‌عنوان آلاینده‌های کنترل در اولویت می‌داند (Jiang et al., 2017). این فلزات از راه‌های مختلف مانند مصرف خوراکی گیاهان رشد کرده در خاک‌های آلوده، تماس پوستی و یا استنشاق گرد و غبار خاک آلوده به بدن انسان وارد می‌شوند (Rehman et al. 1996). مصرف مداوم فلزات سنگین اثرات مضر برای انسان خواهد داشت؛ برای مثال مصرف سبزیجات آلوده به فلزات سنگین باعث بروز سرطان معده، آسیب رساندن به قلب و عروق، کلیه‌ها و اعصاب می‌گردد (Hu et al., 2017). امروزه با توجه به برخی فاکتورها از جمله غلظت ماده آلاینده، مقدار مصرف در طول زمان، سن فرد مصرف کننده، وزن بدن و نظایر آن و نیز استفاده از برخی روابط و شیوه‌های ارائه شده توسط سازمان‌های معتبر بین‌المللی می‌توان تا حدود زیادی میزان خطر ناشی از مصرف محصولات آلوده را برآورد و در جهت کاهش این‌گونه خطرات، توصیه‌ها و هشدارهایی را به مصرف کنندگان ارائه نمود (M.Salehipour Baversad et al., 2014). به منظور بررسی خطرات ناشی از فلزات سنگین جذب شده در گیاهان و تاثیر آن بر سلامت انسان، محققین به محاسبه شاخص‌های سلامتی مانند؛ مقدار متوسط جذب روزانه فلزات سنگین (ADD) و شاخص سرطان‌زایی (CR) پرداختند (Rastegarimehr et al., 2017)، (Jiang et al., 2017) و (Hu et al., 2017). رستگاری مهر و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود، مقدار متوسط مصرف روزانه (ADD) و شاخص سرطان‌زایی (CR) را برای فلزات سنگین (Pb، Ni، Cu، Cr، Co، As،Cd) محاسبه و بیان کردند که از میان فلزات مورد مطالعه، بیشترین مقدار متعلق به مس، سرب، کادمیوم، آرسنیک و روی و بیشترین خطر سرطان‌زایی برای سرب و کادمیوم به دست آمد. طی پژوهشی که در استان جیانگ‌سو چین به منظور ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین در خاک انجام شد، مقدار متوسط مصرف روزانه برای بزرگسالان و کودکان از طریق استنشاق، تماس پوستی و خوراک (مستقیم و غیر مستقیم) محاسبه و از هر سه طریق منجر به بروز خطرات بالقوه شد(Jiang et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر بررسی آلودگی فلزات سنگین و ارزیابی خطر سلامت انسان در برنج و خاک آن، در نزدیکی سه منطقه معدن در چین انجام گرفت، شاخص سرطان‌زایی(CR)، ۰/۱۷۷۳ بدست آمد و فلز کروم

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین تاثیر را در خطر ابتلا به سرطان دارا بود (Fan et al., 2017). پژوهش حاضر با هدف بررسی مقدار جذب روزانه و شاخص سرطان‌زایی فلز نیکل در دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران، در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا در آمد. خاک مورد مطالعه از حاشیه نهر فیروزآبادی استان تهران با مختصات جغرافیایی ″۳۶/۲ ′۳۲ °۳۵ عرض شمالی و ″۰۸/۴ ′۳۰ °۵۱ طول شرقی جمع‌آوری شد. لجن فاضلاب استفاده شده از تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران تهیه گردید. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح لجن فاضلاب (صفر، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد) و هشت نوع سبزیجات برگی (اسفناج، تربچه، پیازچه، شاهی، ریحان، خرفه، گشنیز و مرزه) بود. طبق محاسبات انجام شده مقدار لجن فاضلاب در درصدهای مورد نظر به صورت دستی با خاک مخلوط گشته و مجموعا در هر گلدان ۳ کیلوگرم خاک همراه با مقدار مورد نظر از لجن فاضلاب، ریخته شد. با کامل شدن دوره رشد گیاهان، بخش هوایی بوته‌ها از فاصله یک سانتیمتری سطح خاک قطع و در پاکت کاغذی گذاشته و به آزمایشگاه منتقل شدند. هضم گیاه به روش هضم تر در مخلوط اسید سولفوریک و پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد انجام گرفت (Rechcigl, J. E. and G. G. Payne. 1990). غلظت فلزات سنگین گیاه به‌وسیله دستگاه جذب اتمی مدل Analytic jena contra AA300 قرآئت شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SAS انجام گردید. در نهایت، متوسط دریافت روزانه فلزسنگین[1] (Chen et al., 2015)، (عبدی و همکاران،۱۳۹۴)، (Esteghamati et al., 2012)، و شاخص سرطان‌زایی[2] (Hu et al., 2017) فلز نیکل محاسبه شد. شاخص سرطان‌زایی برای هر فرد بیان می‌کند که CR $\leq 10^{-6}$ در سطح ایمن و CR $\geq 10^{-6}$ در سطح خطر بالقوه سرطان‌زایی قرار دارد.

نتایج و بحث

خاک مورد مطالعه آهکی، دارای بافت لومی‌شنی با مقدار ماده آلی کم و شوری زیاد بود. مقدار نیکل کل خاک اولیه قبل از اعمال تیمار mg/kg^{-1} ۱۴/۲۵ محاسبه شد که این میزان کمتر از حد استاندارد نیکل کل در خاک است (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷). مقدار نیکل کل موجود در لجن فاضلاب مورد مطالعه نیز (۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر از حد استاندارد نیکل کل لجن فاضلاب

[1] Average daily doses (ADD)
[2] Carcinogenic risk

www.SID.ir

Archive of SID

(۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) محاسبه گردید. اگرچه غلظت برخی عناصر موجود در لجن فاضلاب کمتر از مقادیر استاندارد بود اما استفاده دراز مدت از این ترکیبات در خاک، با توجه به این موضوع که فلزات سنگین نه از بین می‌روند و نه شسته می‌شوند، باعث بالا رفتن غلظت این عناصر در خاک شده و مقدمات آلودگی خاک، گیاه و در نتیجه آلودگی زنجیره غذایی را فراهم می‌آورد (پناهپور و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح لجن فاضلاب و نوع گیاه، بر شاخص سرطان‌زایی فلز نیکل در کودکان و بزرگسالان، معنی‌دار بود ($P<0.0001$) (داده‌های مربوط به تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین اثر سطوح لجن فاضلاب بر شاخص سرطان‌زایی در جدول (۱) نشان داده شد. با توجه به حدود استاندارد تعیین شده برای این شاخص ($CR \leq 10^{-6}$ نشان دهنده شرایط ایمن و $CR \geq 10^{-6}$ نشان دهنده خطر بالقوه سرطان‌زایی)، بیشترین مقدار شاخص خطر سرطان‌زایی برای هر دو گروه سنی، متعلق به تیمار ۶ درصد لجن فاضلاب بود. میزان خطر سرطان‌زایی در این تیمار، نسبت به تیمار شاهد، برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۶۷/۴ و ۶۵/۹ درصد افزایش نشان داد. همچنین شاخص خطر سرطانزایی برای کودکان در مقایسه با بزرگسالان ۲۲۹/۶ درصد بالاتر بود. بالا بودن میزان شاخص سرطان‌زایی در تیمار شاهد به علت آلوده بودن خاک اولیه می‌باشد. زیرا همانطور که گفته شد خاک مورد مطالعه از حاشیه نهر فیروزآبادی تهیه گردید.

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر سطوح لجن فاضلاب بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان و بزرگسالان

سطوح لجن فاضلاب	تعداد نمونه	شاخص خطر سرطان‌زایی	
		کودکان	بزرگسالان
شاهد	۲۴	۰/۰۶۲۴ b	۰/۰۱۹۱ b
٪۱/۵	۲۴	۰/۰۷۶۹ ab	۰/۰۲۳۳ ab
٪۳	۲۴	۰/۱۰۳۵ a	۰/۰۳۱۲ a
٪۴/۵	۲۴	۰/۰۹۶۰ a	۰/۰۳۰۱ a
٪۶	۲۴	۰/۱۰۴۵ a	۰/۰۳۱۷ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر نوع سبزی رشد یافته در خاکهای آلوده به لجن فاضلاب بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در جدول (۲) ارائه گردید. بر اساس حدود استاندارد تعیین شده برای این شاخص، در تمامی گیاهان برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان خطر سرطان‌زایی بالقوه وجود داشت. بیشترین میزان خطر در گیاه شاهی محاسبه شد. به‌طوری‌که در این گیاه، شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

خطر سرطان‌زایی برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب حدود ۱۶۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر بیشتر از حد مجاز بود. طی پژوهشی نیز که در استان جیانگ‌سو چین با هدف ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین در خاک انجام شد، شاخص کل سرطان‌زایی در خاک منطقه، حدود ۱۰ برابر حد خطر پذیری قابل قبول، محاسبه گردید (Chen et al., 2017).

جدول۲. مقایسه میانگین اثر سبزیجات رشد کرده در سطوح مختلف لجن فاضلاب بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان و بزرگسالان

منابع تغییرات	تعداد نمونه	شاخص خطر	
		کودکان	بزرگسالان
اسفناج	۱۵	۰/۱۰۵ b	۰/۰۳۲ b
پیازچه	۱۵	۰/۱۳۶ ab	۰/۰۴۰۸ ab
تربچه	۱۵	۰/۱۳۴ ab	۰/۰۴۱ ab
شاهی	۱۵	۰/۱۶۱ a	۰/۰۴۹ a
ریحان	۱۵	۰/۰۵۸ c	۰/۰۱۸ c
خرفه	۱۵	۰/۰۳۹ c	۰/۰۱۲ c
گشنیز	۱۵	۰/۰۳۸ c	۰/۰۱۱ c
مرزه	۱۵	۰/۰۳۴ c	۰/۰۱۰۴ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

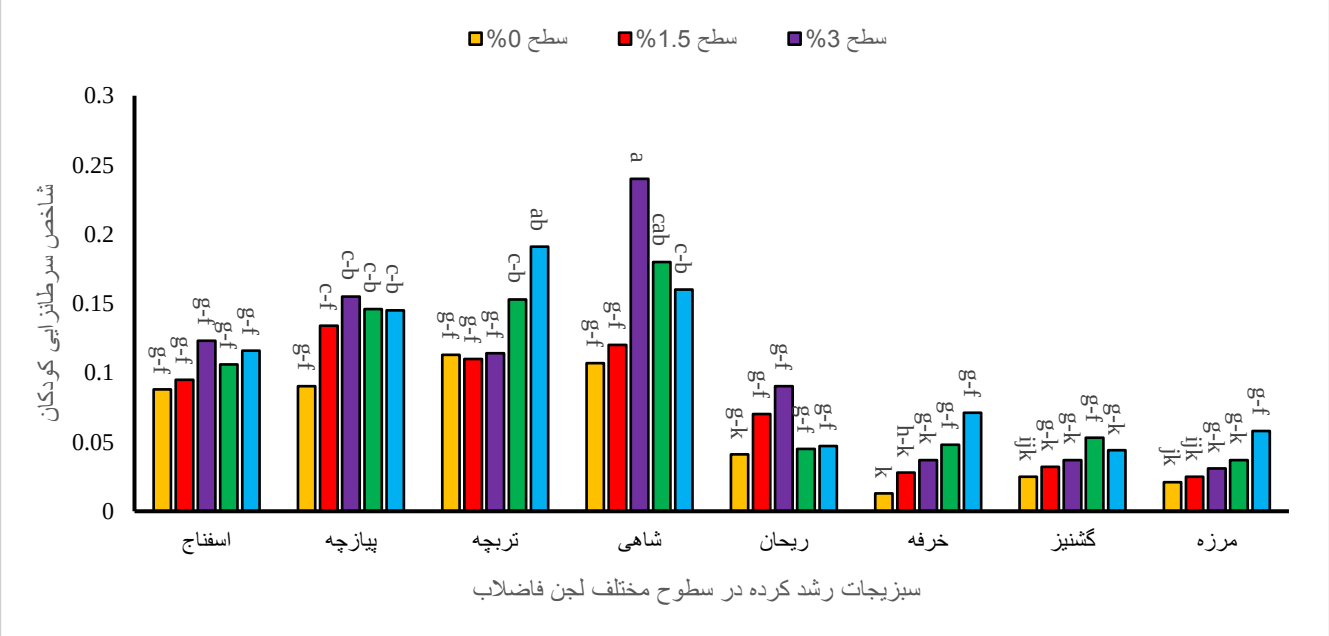
شکل (۱) و (۲) به ترتیب، نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح لجن فاضلاب و سبزیجات مختلف بر میزان شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان و بزرگسالان می‌باشد. بیشترین میزان خطر سرطان‌زایی برای کودکان و بزرگسالان در تیمار ۳ درصد لجن فاضلاب در گیاه شاهی و کمترین میزان در تیمار شاهد در گیاه خرفه مشاهده شد. طبق پژوهش انجام شده برروی غلظت ۵ فلزسنگین درچین، مقدار TCR[3] برای ۵ فلز بیش از ۴۰۰ برابر حدمجاز به‌دست آمد، که نشان دهنده خطر بالقوه سرطان‌زایی برای ساکنان محلی از طریق مصرف برنج بود (Fan et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در دلتا رودخانه یانگ‌تسه چین نشان داد که شاخص کل سرطان‌زایی (TCR) برای کودکان بسیار بیشتر از بزرگسالان بود. در این مطالعه بیشترین

[3] Total cancer risk

www.SID.ir

Archive of SID

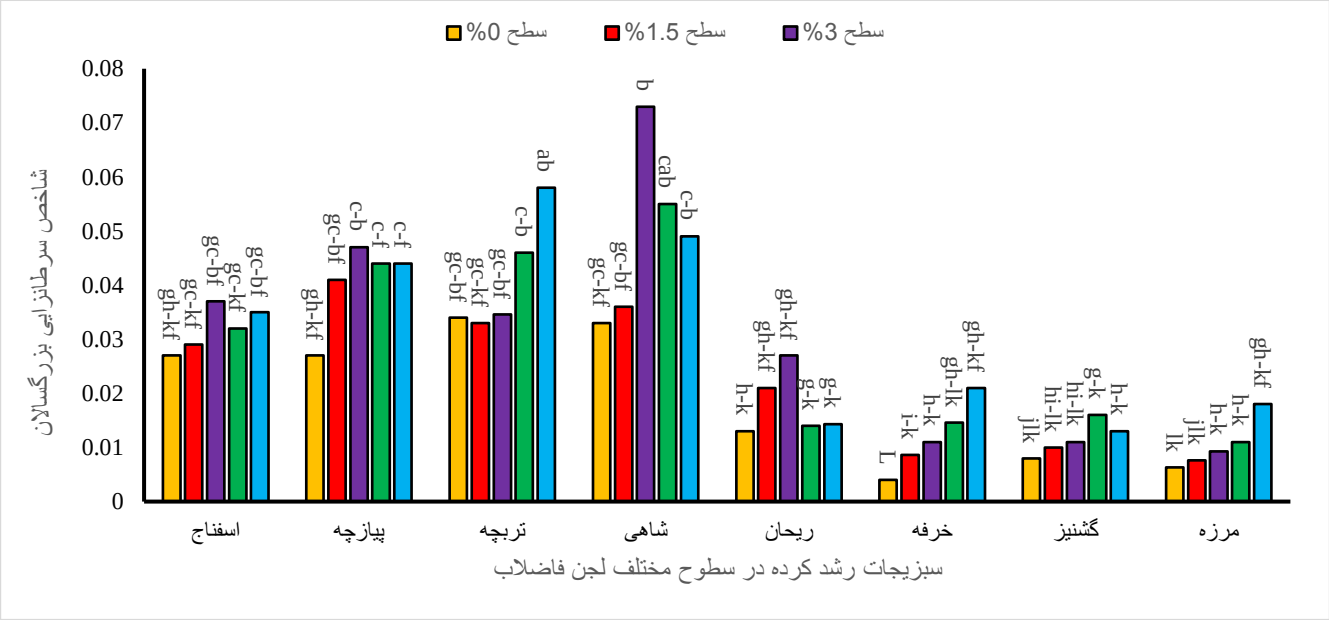
مسیر انتقال آلودگی در ابتدا مصرف خوراکی سپس تماس پوسی و پس از آن استنشاق گزارش شد. همچنین احتمال خطر ابتلا به سرطان (CR) بسیار بالاتر از حد ایمنی به‌دست آمد (Hu et al., 2017).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای لجن فاضلاب و سبزیجات مختلف بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای لجن فاضلاب و سبزیجات مختلف بر شاخص خطر سرطانزایی نیکل در بزرگسالان

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد لجن فاضلاب در خاک کشاورزی (به خصوص در سطوح بالا) موجب افزایش جذب روزانه فلزات سنگین توسط انسان شد. در اثر جذب بیشتر فلزات سنگین، درصد ابتلا به بیماری‌های سرطانی به خصوص برای کودکان، افزایش یافت. به‌طوری‌که، میزان خطر سرطانزایی در تیمار ۶٪ لجن فاضلاب نسبت به تیمار شاهد، برای کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۶۷/۴ و ۶۵/۹ درصد بیشتر بود. همچنین بیشترین مقدار شاخص سرطانزایی برای سبزی شاهی و کمترین مقدار آن برای سبزی خرفه محاسبه گردید. با این حال، درصد شاخص سرطانزایی برای خرفه نیز بالاتر از حدود استاندارد بود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد برای کشت محصولاتی که تازه خوری داشته و در سبد مصرف روزانه انسان قرار دارند (مانند سبزیجات) از سطوح پایین لجن فاضلاب بعنوان کود استفاده گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع:

پناهپور، ا.، افیونی، م.، همایی، م. و هودجی، م. ۱۳۸۷. حرکت کادمیم، کروم و کبالت در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب و نمک این فلزات و جذب آن توسط سبزیجات در منطقه شرق اصفهان. مجله آب و فاضلاب، ۱۹، ۹-۱۷.

خانمیری، ن. ح.، مجد، ک. ه.، اصغری، ش.، اوستان، ش. و بهجو، ف. ک. ۱۳۹۰. اثر لجن بیولوژیک. مجتمع پتروشیمی تبریز بر غلظت برخی فلزات سنگین در خاک و گیاه جو بهاره در شرایط گلخانهای. علوم و فنون کشت های گلخانه ای, ۹۲-۸۳.

سالاردینی، ع. ا. و مجتهدی، م. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه، مرکز نشر دانشگاهی تهران.

Abdi, F., Atarodi, Z., Mirmiran, P. & Esteki, T. 2015. Surveying Global and Iranian Food Consumption Patterns: A Review of the Literature. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 5, 159-167.

Chen, H., Teng, Y., Lu, S., Wang, Y. & Wang, J. 2015. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. Science of The Total Environment, 512-513, 143-153.

Chenay, R. L. 1989. Scientific analysis of proposed sludge rule. Biocycle.

Cogliastro, A., Domon, G., & Daigle, S. (2001). Effects of wastewater sludge and woodchip combinations on soil properties and growth of planted hardwood trees and willows on a restored site. Ecological Engineering.

Esteghamati, A., Noshad, S., Nazeri, A., Khalilzadeh, O., Khalili, M. & Nakhjavani, M. 2012. Patterns of fruit and vegetable consumption among Iranian adults: a SuRFNCD-2007 study. Br J Nutr, 108**,** 177-81.

Fan, Y., Zhu, T., Li, M., He, J. & Huang, R. 2017. Heavy Metal Contamination in Soil and Brown Rice and Human Health Risk Assessment near Three Mining Areas in Central China. Journal of Healthcare Engineering, 2017, 4124302.

Hu, B., Jia, X., Hu, J., Xu, D., Xia, F. & Li, Y. 2017. Assessment of Heavy Metal Pollution and Health Risks in the Soil-Plant-Human System in the Yangtze River Delta, China. Int J Environ Res Public Health, 14.

Jiang, Y., Chao, S., Liu, J., Yang, Y., Chen, Y., Zhang, A. & Cao, H. 2017. Source apportionment and health risk assessment of heavy metals in soil for a township in Jiangsu Province, China. Chemosphere, 168, 1658-1668.

Rastegarimehr, M., Keshavarzi, B., Moore, F., Sharifi, R., Lahijanzade, A. & Kermani, M. 2017. Distribution, source identification and health risk assessment of soil heavy metals in urban areas of Isfahan province, Iran. Journal of African Earth Sciences, 132, 16-26.

Rechcigl, J. E., & Payne, G. G. 1990b. Comparison of a microwave digestion system to other digestion methods for plant tissue analysis. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 21**,** 2209-2218.

Rehman, Z. U., Khan, S., Shah, M. T., Brusseau, M. L., Khan, S. A., & Mainhagu, J. (2017). Transfer of Heavy Metals from Soils to Vegetables and Associated Human Health Risk in Selected Sites in Pakistan. Pedosphere.

Salehipour, B. M., Ghorbani, H., Afyouni, M., & Kheirabadi, H., 2014. The Potential Risk Assessment of Heavy Metals on Human Health in Some Agricultural Products in Isfahan Province. Journal of Water and Soil Science, 18, 71-81.

Singh, R. P., & Agrawal, M. (2010). Effect of different sewage sludge applications on growth and yield of Vigna radiata L. field crop: Metal uptake by plant. Ecological Engineering, 36(7), 969-972.

Tepanosyan, G., Sahakyan, L., Belyaeva, O., Maghakyan, N., & Saghatelyan, A. (2017). Human health risk assessment and riskiest heavy metal origin identification in urban soils of Yerevan, Armenia. Chemosphere, 1230-1240.

www.SID.ir

Archive of SID

USEPA. (2000). Supplementary guidance for conducting health risk assessment of chemical mixtures, Risk Assessment Forum Technical Panel.

www.SID.ir

8th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering and Technology
September 19, 2023
Tbilisi - Georgia
CINVU
Avicenna International Community College LLC
Archive of SID

Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

Evaluation of carcinogenic index of nickel due to oral consumption of vegetables grown in different treatments of sewage sludge

Ghanam, M.
Graduated from the Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran

Abstract
This study was conducted to evaluate the risk of carcinogenicity of nickel in vegetables grown in soils treated with different levels of sewage sludge in greenhouse conditions. The experiment was conducted as factorial in a completely randomized design with three replications. Treatments included 5 levels of sewage sludge (0, 1/5, 3, 4, 5 and 6%) and eight types of leafy vegetables (Spinach, Scallion, Radish, Garden cress, Basil, Pearl, Coriander and Savory). The results showed that with increasing levels of sewage sludge, the average daily intake of nickel (ADD) and carcinogenic index increased in both age groups of children and adults ($P \leq 0.0001$). So that in treatment of 6% sewage sludge relative to control treatment, for children and adults, 67.4% and 65.9% of the increase in carcinogenicity index were calculated respectively. For both age groups, the highest and the lowest index of carcinogenicity of nickel was observed in Garden cress and Pearl, respectively. In general, there was a risk of cancer in both age groups, and children with an average carcinogenic index (CR) of 0.886, more than tripled, were at increased risk.
Keywords: Health Indicators, Heavy metals, Leafy vegetables, Sewage sludge

www.SID.ir