

## محور مقاله: آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

## ارزیابی شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در برخی سبزیجات آبیاری شده با پساب شهری در شرایط گلخانه‌ای

مهديه شیخی<sup>۱\*</sup>، امیر بستانی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

## چکیده

این پژوهش با هدف بررسی شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در سبزیجات تیمار شده با سطوح مختلف پساب شهری در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نیکل برای گیاهان در غلظت کم عنصر ضروری ولی در غلظت‌های بالا خطر ساز است. آزمایش در آرایش فاکتوریل، به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با پنج سطح آب پساب شهری شامل تیمارهای تیمارهای (W1) ۱۰۰ درصد آب شرب، (W2) ۷۵ درصد آب شرب و ۲۵ درصد پساب، (W3) ۵۰ درصد آب شرب و ۵۰ درصد پساب، (W4) ۲۵ درصد آب شرب و ۷۵ درصد پساب، (W5) ۱۰۰ درصد پساب و با شش گیاه (تربچه، شاهی، ریحان، خرفه، گشنیز و مرزه) انجام شد. نمونه‌های خاک و گیاه جمع‌آوری و با استفاده از شاخص خطر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش سطح پساب شاخص میانگین جذب روزانه نیکل و شاخص خطر سرطان‌زایی در هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان افزایش یافت ( $P \leq 0.001$ ). بالاترین میانگین مصرف خوراکی روزانه فلز نیکل بین تمام سبزیجات ۰/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز در کودکان به گیاه تربچه تعلق داشت. بیشترین شاخص خطر سرطان‌زایی فلز نیکل (۰/۵۳۳) مربوط به سطح پنجم پساب به گیاه تربچه تعلق داشت که بالاتر از حد ایمن بوده و نشان‌دهنده‌ی خطر بالقوه بزرگ سرطان‌زایی است. میانگین مصرف خوراکی روزانه و شاخص خطر سرطان‌زایی فلز نیکل در کودکان بیشتر از بزرگسالان بود ( $P \leq 0.001$ ).

کلمات کلیدی: شاخص خطر سرطان‌زایی، نیکل، پساب شهری

## مقدمه

پساب منبع غنی از مواد آلی و سایر مواد مغذی بوده، اما غلظت فلزات سنگین مانند Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cd و Co را در خاک افزایش می‌دهد. خطرات ناشی از آبیاری با پساب شامل قرار گرفتن کشاورزان و مصرف کنندگان در معرض بیماری‌های شناخته شده از جمله عفونت‌های سرمی و اثرات آلی و معدنی می‌باشد (Nabulo و همکاران، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر، ارزیابی خطرات سلامتی انسان مورد توجه قرار گرفته است اما مطالعات اندکی به ارزیابی خطرات سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فلزات سنگین در خاک پرداخته‌اند (Ravankhah و همکاران، ۲۰۱۶). برخی محققین مقیاس‌هایی را برای تبدیل نتایج عددی به دست آمده به درجه‌هایی از شدت آلودگی پیشنهاد کرده‌اند (Hakanson، ۱۹۸۰). از جمله شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی خطرات سلامتی فلزات سنگین در گیاه شاخص میانگین جذب روزانه و شاخص خطر سرطان‌زایی می‌باشد. به‌طور کلی، فرد از سه طریق اصلی خوردن، استنشاق و تماس پوستی، در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرد. مقدار متوسط دریافت روزانه فلزات با شاخص<sup>۱</sup> ADD محاسبه می‌شود. برای محاسبه احتمال ابتلا به سرطان در اثر مواد آلوده سرطان‌زا، برای هر فرد در طول عمر شاخص<sup>۲</sup> CR بیان می‌شود (Fan و همکاران، ۲۰۱۷). در مطالعه‌ای در استان اصفهان شاخص خطر سرطان‌زایی (CR) محاسبه شد و خطر سلامت انسان (به ویژه برای سرب و کادمیم) به میزان هشدار دهنده رسید در چین مرکزی غلظت پنج فلز سنگین در خاک و برنج مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص خطر ترکیبی برای پنج فلز سنگین ۲۲/۵۹۱ و کل خطر ابتلا به سرطان ۰/۱۷۷ بود. Cd بیشترین تاثیر خطر ابتلا به سرطان را دارا بود که تقریباً ۹۹/۷۷٪ از این خطر را تشکیل می‌داد. نتایج نشان داد که احتمال خطر غیر سرطان‌زا و سرطان‌زا برای ساکنین محلی وجود داشته و نظارت منظم بر آلودگی برای حفاظت از سلامت انسان ضروری است (Fan et al., 2017). این پژوهش با هدف بررسی شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در سبزیجات تیمار شده با سطوح مختلف پساب شهری در شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

\* ایمیل نویسنده مسئول: mahdiye.sh72@gmail.com

<sup>1</sup> Average daily doses<sup>2</sup> Carcinogenic Risk

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه دانشگاه شاهد واقع در قسمت جنوب شرقی استان تهران در سال ۱۳۹۷ انجام شد. خاک آلوده مورد استفاده در این آزمایش از عمق صفر تا ۲۰ سانتیمتر حاشیه نهر فیروزآبادی در نزدیکی زمان آباد تهران و در موقعیت  $32^{\circ} 36' 2''$  عرض شمالی و  $51^{\circ} 30' 08''$  طول شرقی و پساب مورد استفاده به صورت خام از تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب شهر تهران در نزدیکی شهری تهیه شد. آزمایش در آرایش فاکتوریل، به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با پنج سطح آب فاضلاب شهری شامل ۱۰۰ درصد آب شرب (W1)، ۷۵ درصد آب شرب و ۲۵ درصد پساب (W2)، ۵۰ درصد آب شرب و ۵۰ درصد پساب (W3)، ۲۵ درصد آب شرب و ۷۵ درصد پساب (W4) و ۱۰۰ درصد پساب (W5) و با شش گیاه (تربچه، شاهی، ریحان، خرفه، گشنیز و مرزه) انجام شد. ابتدا خاک هر گلدان به رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) رسانده و حدود یک هفته با هدف رسیدن به تعادل در این شرایط نگهداری شد. سپس تعداد ۱۰ عدد بذر از هر گیاه در هر گلدان در عمق دو سانتیمتری خاک کاشته شد. آبیاری با پنج تیمار پساب روزانه و به صورت یکنواخت ۲۵۰ سی سی در هر گلدان اعمال شد. پس از سبز شدن و گذشت دو هفته، تعداد بوته‌ها به پنج عدد در هر گلدان تقلیل یافت. معادل نیم گرم کود اوره یک بار دو هفته پس از کشت به صورت سرک به خاک گلدان‌ها اضافه شد. پس از گذشت ۴۰ روز بخش هوایی بوته‌ها از یک سانتیمتری بالای سطح خاک قطع و عملیات برداشت انجام شد. عصاره‌گیری عنصر قابل دسترس و کل خاک به ترتیب با روش DTPA (Lindsay و همکاران، ۱۹۷۸) و هضم تر (Gupta، ۲۰۰۰) عصاره‌گیری عنصر در گیاه به روش هضم تر (Rehcgil و همکاران، ۱۹۹۰) انجام و قرائت با دستگاه جذب اتمی (مدل Analytic Jena Contra AA300) صورت پذیرفت. در نهایت شاخص میانگین مصرف روزانه خوراکی (Chen و همکاران، ۲۰۱۵) و شاخص خطر سرطان‌زایی (Hu و همکاران، ۲۰۱۷) محاسبه شد ( $CR \leq 10-6$ ) حداکثر قابل قبول و نشان‌دهنده ایمنی،  $4-10 \geq CR$  نشان‌دهنده خطر بزرگ سرطان‌زایی است). رسم نمودارها با نرم افزار Excel، تجزیه آماری با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

## نتایج و بحث

خاک مورد مطالعه آهنکی، دارای بافت لومی شنی با ماده آلی کم (کمتر از یک درصد) و شوری زیاد ( $10/51$  میلی زمینس بر سانتی‌متر) بود. غلظت نیکل کل خاک اولیه قبل از اعمال تیمار  $14/25$  میلی‌گرم بر کیلوگرم بود، که این مقدار کمتر از حد استاندارد مجاز نیکل کل ( $mg\ kg^{-1}$  Ni $<110$ ) در خاک است. غلظت نیکل موجود در پساب مورد مطالعه ( $0/08$  میلی‌گرم بر لیتر) نیز کمتر از حد استاندارد فائو ( $0/2$  میلی‌گرم بر لیتر) بود. اگرچه غلظت برخی عناصر موجود در پساب کمتر از مقادیر استاندارد بود اما استفاده دراز مدت از این ترکیبات در خاک، با توجه به این موضوع که فلزات سنگین قابل تجزیه نیستند، باعث بالا رفتن غلظت این عناصر در خاک شده و مقدمات آلودگی خاک، گیاه و در نتیجه آلودگی زنجیره غذایی را فراهم می‌آورد (Munir و همکاران، ۲۰۰۷).

## ارزیابی شاخص خطر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر نوع گیاه و سطوح پساب بر میانگین مصرف خوراکی روزانه و شاخص خطر سرطان‌زایی فلز نیکل در کودکان و بزرگسالان در سطح یک درصد معنی‌دار بود. جدول ۱ مقایسه میانگین اثر نوع گیاه بر مصرف خوراکی روزانه و شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل را نشان می‌دهد. بیشترین میانگین مصرف خوراکی روزانه فلز نیکل  $0/06$  میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز و شاخص خطر سرطان‌زایی  $0/051$ ، به گیاه تربچه و به کودکان تعلق داشت. میزان شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در تمامی سبزیجات در کودکان و در بزرگسالان به غیر از گشنیز بالاتر از حد ایمن بوده ( $CR \geq 10$ ) و نشان دهنده خطر بزرگ سرطان‌زایی است. جدول ۲ مقایسه میانگین اثر سطوح پساب بر مصرف خوراکی روزانه و شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل را نشان می‌دهد.

بیشترین میانگین مصرف خوراکی روزانه فلز نیکل کودکان و بزرگسالان به ترتیب  $0/048$  و  $0/016$  میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز به سطح چهارم پساب تعلق داشت. با افزایش سطح پساب شاخص خطر سرطان‌زایی افزایش و در سطح چهارم پساب به بیشترین مقدار خود رسید. خطر سرطان‌زایی نیکل در تیمار  $75/$  پساب نسبت به تیمار شاهد در کودکان و بزرگسالان به ترتیب  $68$  و  $136/36$  درصد افزایش یافت.

اگرچه در هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان بالاترین و پایین‌ترین شاخص خطر سرطان‌زایی در تیمارهای یکسانی نتیجه‌گیری شد اما با توجه به حد استاندارد ارائه شده تمامی تیمارها حتی شاهد در کودکان و بزرگسالان به جز گش‌نیز بالاتر از حد ایمن بود. به نظر علت بالا بودن شاخص سهم خطر در تیمار شاهد، آلودگی خاک‌های حاشیه نهر فیروزآباد به سبب آبیاری دراز مدت خاک‌های اطراف با آب این نهر باشد.

جدول ۱. مقایسه میانگین متوسط مصرف روزانه و خطر سرطان‌زایی نیکل در سبزیجات در کودکان و بزرگسالان

نام گیاه	کودکان (۱ تا ۱۱ سال)		بزرگسالان (۱۱ تا ۶۵ سال)	
	ADD	CR	ADD	CR
تربچه	۰/۰۶۰ <sup>a</sup>	۰/۰۵۱ <sup>a</sup>	۰/۰۲۰ <sup>a</sup>	۰/۰۱۷ <sup>a</sup>
شاهی	۰/۰۵۲ <sup>b</sup>	۰/۰۴۲ <sup>b</sup>	۰/۰۲۰ <sup>a</sup>	۰/۰۱۳ <sup>b</sup>
ریحان	۰/۰۴۶ <sup>c</sup>	۰/۰۴۰ <sup>c</sup>	۰/۰۱۶ <sup>c</sup>	۰/۰۱۰ <sup>c</sup>
خرفه	۰/۰۴۸۰ <sup>c</sup>	۰/۰۴۰ <sup>c</sup>	۰/۰۱۸ <sup>b</sup>	۰/۰۱۳ <sup>b</sup>
گش‌نیز	۰/۰۱۳ <sup>e</sup>	۰/۰۱۰ <sup>e</sup>	۰/۰۰۳ <sup>e</sup>	. <sup>d</sup>
مرزه	۰/۰۳۴ <sup>d</sup>	۰/۰۳۰ <sup>d</sup>	۰/۰۱۳ <sup>d</sup>	۰/۰۱۰ <sup>c</sup>

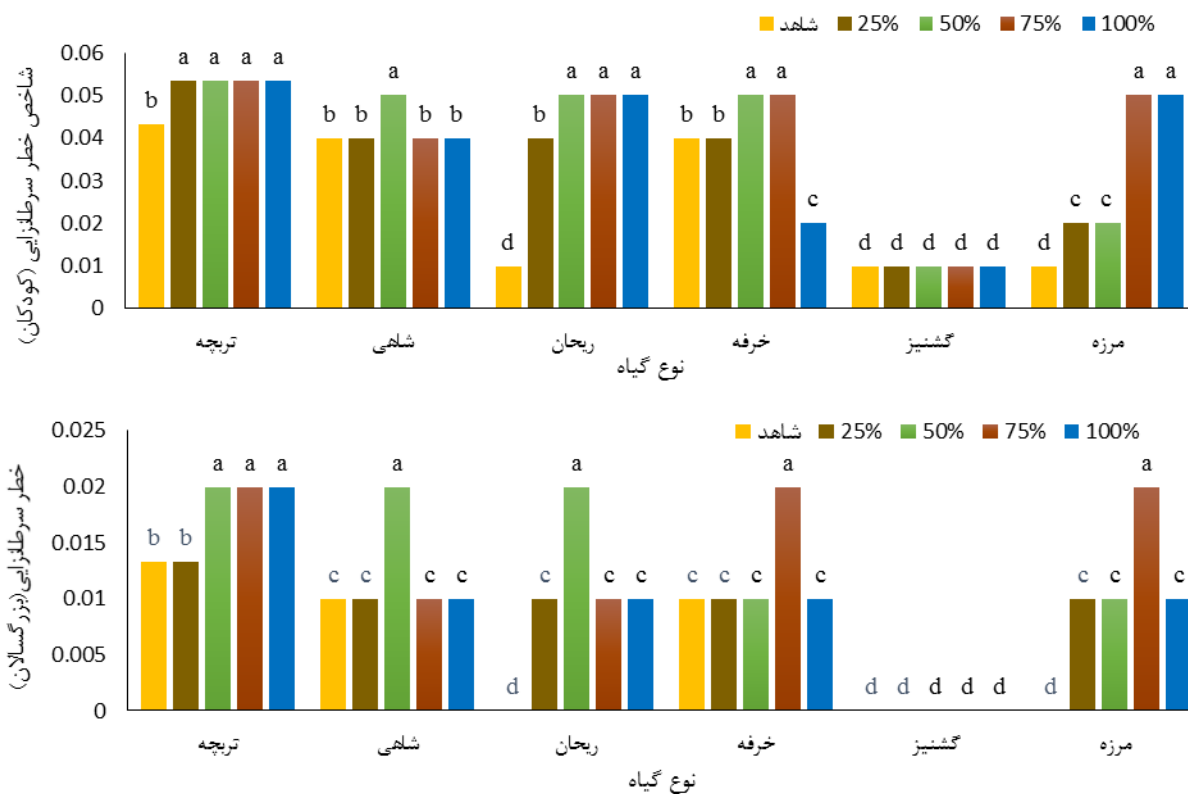
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲. مقایسه میانگین متوسط مصرف روزانه و خطر سرطان‌زایی نیکل در سطوح مختلف پساب در کودکان و بزرگسالان

سطح پساب (%)	کودکان (۱ تا ۱۱ سال)		بزرگسالان (۱۱ تا ۶۵ سال)	
	ADD	CR	ADD	CR
شاهد	۰/۰۳۲ <sup>d</sup>	۰/۰۲۵ <sup>e</sup>	۰/۰۱۰ <sup>c</sup>	۰/۰۰۵۵ <sup>d</sup>
۲۵	۰/۰۳۹ <sup>c</sup>	۰/۰۳۳ <sup>d</sup>	۰/۰۱۵ <sup>b</sup>	۰/۰۰۸۸ <sup>c</sup>
۵۰	۰/۰۴۷ <sup>a</sup>	۰/۰۳۸ <sup>b</sup>	۰/۰۱۶ <sup>a</sup>	۰/۰۱۳ <sup>a</sup>
۷۵	۰/۰۴۸ <sup>a</sup>	۰/۰۴۲ <sup>a</sup>	۰/۰۱۶ <sup>a</sup>	۰/۰۱۳ <sup>a</sup>
۱۰۰	۰/۰۴۲ <sup>b</sup>	۰/۰۳۷ <sup>c</sup>	۰/۰۱۵ <sup>b</sup>	۰/۰۱۰ <sup>b</sup>

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

شکل ۱ مقایسه میانگین اثر متقابل نوع گیاه و سطح پساب بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان و بزرگسالان را نشان می‌دهد. بیشترین شاخص خطر سرطان‌زایی فلز نیکل (۰/۰۵۳۳) در کودکان به گیاه تربچه تعلق داشت. همانگونه که مشخص است اگرچه در گیاه تربچه بین سطوح یک و دو پساب تفاوت معنی‌دار بود ( $P \leq 0.05$ )، اما بین سطوح دو، سه، چهار و پنج پساب تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. نیز نتایج نشان داد کمترین مقدار شاخص خطر سرطان‌زایی در هر دو گروه سنی مورد مطالعه به گیاه گش‌نیز تعلق داشت. همانگونه که مشخص است تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف پساب بر شاخص سرطان‌زایی برای گیاه گش‌نیز در هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان مشاهده نگردید. شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان در همه گیاهان و سطوح پساب و در بزرگسالان به جز تیمارهای شاهد ریحان، مرزه و همه سطوح گیاه گش‌نیز، بالاتر از حد ایمن بوده و احتمال بروز خطر بالقوه سرطان‌زایی وجود داشت.



شکل ۱- اثر متقابل گیاه و سطح پساب بر شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در کودکان و بزرگسالان

### نتیجه‌گیری

میانگین مصرف روزانه نیکل و شاخص خطر سرطان‌زایی در کودکان بین سبزیجات از بیشتر به کمتر به ترتیب تربچه، شاهی، خرفه، ریحان، مرزه و گشنیز بود. بیشترین میانگین مصرف روزانه نیکل ۰/۰۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر روز و شاخص خطر سرطان‌زایی ۰/۰۴۲ در کودکان و سطح چهارم پساب بدست آمد. میانگین مصرف روزانه نیکل و شاخص خطر سرطان‌زایی گیاه تربچه پنج برابر گیاه گشنیز در کودکان بود. شاخص خطر سرطان‌زایی نیکل در سطح چهارم پساب نسبت به سطح شاهد در کودکان و بزرگسالان به ترتیب ۶۸ و ۱۳۶/۳۶ درصد افزایش یافت ( $P \leq 0.05$ ). در بین تمام گیاهان مورد مطالعه تنها شاخص خطر سرطان‌زایی گشنیز (کل سطوح پساب)، گیاه مرزه و ریحان (سطح اول پساب) در بزرگسالان در حد ایمن قرار داشتند. نتایج نشان داد که پساب شهری باعث بالا رفتن احتمال خطر بیماری‌های سرطانی به خصوص در کودکان شد، از این رو پیشنهاد می‌شود کشت سبزیجات در شرایط مورد مطالعه ممنوع شده و یا سبزیجاتی با پتانسیل جذب بالا مانند تربچه کشت نگردد.

### منابع

- Chen, Y., Liu, T., Tian, X., Wang, X. and Li, M. 2015. Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau. *Field Crops Research*, 175, 53-58.
- 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.
- Gupta, P. K., Ed. 2000. *Soil, plant, Water and Fertilizer Analysis*. New Delhi, India.
- Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research*, 14, 975-1001.



- 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. *International journal of environmental research and public health*, 14, 1042.
- Lindsay, W. L. & Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper 1. *Soil science society of America journal*, 42, 421-428.
- Mehr, M. R., Keshavarzi, B., Moore, F., Sharifi, R., Lahijanzadeh, 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.
- Munir, J., Rusan, M., Hinnawi , S. & Rousan, L. 2007. Long-term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Journal of Desalination*, 215, 143-152.
- Nabulo, G ,Young, S. & Black, C. 2010. Assessing risk to human health from tropical leafy vegetables grown on contaminated urban soils. *Science of the Total Environment*, 408, 5338-5351.
- Ravankhah, N., Mirzaei, R. & Masoum, S. 2016. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Soil. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 26, 109-120
- Rehcgigl, J. E. & Payne, G. G. 1990. Comparison of a microwave digestion system to other digestion methods for plant tissue analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*.



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

## Evaluation of the risk of carcinogenicity of nickel in some irrigated vegetables with urban wastewater in greenhouse conditions

Sheikhy<sup>\*1</sup>, M., Bostani<sup>2</sup>, A.

<sup>1</sup> M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahed University, Iran

<sup>2</sup> Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahed University, Iran

### Abstract

The aim of this study was to investigate the risk of carcinogenicity of nickel (Ni) in vegetable treated with different levels of urban wastewater in greenhouse conditions. Nickel is dangerous for plants at low concentrations of essential but high concentrations. This experiment carried out as factorial arrangement based on completely randomized design with three replications, with five levels of urban sewage water treatment including W<sub>1</sub>) 100% drinking water, W<sub>2</sub>) 75% drinking water and 25% wastewater, W<sub>3</sub>) 50% drinking water and 50% wastewater, W<sub>4</sub>) 25% water drinking water and 75% wastewater, W<sub>5</sub>) 100% wastewater and 6 plants (radish, Garden cress, Basil, Pearl, Coriander, and Savory). The results showed that with increasing sewage rate, the mean daily nickel index and carcinogenicity index increased in both children and adults age group ( $P < 0.001$ ). For this purpose, soil and plant samples were collected and analyzed using health indicators. The highest average daily intake of nickel metal from all vegetables was  $0.06 \text{ mg kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$  in children to radish. The highest index of carcinogenicity of nickel metal (0.0533) belonged to the fifth level (w<sub>5</sub>) of wastewater to the radish plant, which is higher than the safe level and shows a high potential for carcinogenicity. Average daily oral intake and the carcinogenicity index of nickel metal in children More than adults ( $P < 0.001$ ).

**Keywords:** Carcinogenic risk index, Nickel, Urban wastewater

---

\* Corresponding author, Email: mahdiye.sh72@gmail.com