پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: آلودگی خاک

بررسی میزان جذب نیکل در کشت گلخانه ای توت فرنگی (هیدروپونیک) و میزان تجمع آن در اندام‌های مختلف موش‌های تحت تغذیه توت فرنگی

قاسم رحیمی[1]، سپیده یگانه شالی[2*]
۱- دانشیار گروه خاک شناسی، دانشگاه بوعلی سینا
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه بوعلی سینا
Email: spdy787@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش تجمع فلز نیکل در اندام‌های مختلف موش صحرایی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با تیمارهای توت فرنگی گلخانه‌ای در سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه گروه‌های مختلف موش (رت) با توت فرنگی آلوده به نیکل به صورت گاواژ دهانی در طی یک دوره ۳ ماهه، هر روز تغذیه شدند. در قسمت دوم آزمایش، نیکل تجمع یافته در اندام‌های مختلف موش اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت نیکل در توت فرنگی‌های تولیدی بالاتر از حد استاندارد ایران بودند. تجمع این فلزات در کلیه، کبد و پانکراس بالاتر از سایر اندام‌ها بود. مغز کمترین تجمع را در بین اندام‌های مورد برررسی نشان داد.

واژه های کلیدی: توت فرنگی،موش صحرایی،نیکل

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین یکی از مشکلات عمده زیست محیطی است و معمولا ناشی از فعالیت‌های صنعتی نظیر بهره‌برداری از معادن، ذوب فلزات، فرآیند تخلیه گاز، تولید انرژی و سوخت، کاربرد کودهای شیمیایی و آفت‌کشها و فرآوری پسماندهای شهری می‌باشند . در سالهای اخیر با توجه به محدودیت نزولات جوی، روند افزایش گلخانه‌ها و استفاده از سیستمهای کشت هیدروپونیک در تولید محصولات کشاورزی برای افزایش تولید در واحد سطح و ازطرفی از بین بردن آفات و بیماری‌ها , استفاده از کودهای شیمیایی وسموم کشاورزی به شدت افزایش یافته است. حضور فلزات سنگین درکودها و سموم شیمیایی و مصرف بی‌رویه این کودها موجبات آلودگی محصولات باغی به خصوص محصولات گلخانه ای را فراهم آورده و اثر زیان‌باری بر میزان تولید و کیفیت محصولات تولیدی ، و بدنبال آن سلامتی انسان ایجاد نموده است. در طول دهه‌های گذشته نیکل را به عنوان فلزی که ذاتاً سمی است می‌شناختند، زیرا غلظت آن در بسیاری از مواد غذایی بسیار بیشتر از حد مورد نیاز موجودات بود و در نتیجه ایجاد مسمومیت می‌نمود . اما اخیراً نیکل به‌عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان شناخته شده است (بهمن زیاری و همکاران، ۱۳۹۱).

توت فرنگی با توجه به طعم خوب آن، قند قابل دسترس، نمک‌های معدنی و ویتامین‌های آن یکی از میوه‌های رایج و مشترک رژیم غذایی انسان است. آلودگی محصولات باغی به فلزات سنگین یکی از مسیرهای ورود فلزات به زنجیره غذایی میباشد. مطالعات و بررسی تاثیر فلزات سنگین بر موجودات زنده در دهه های اخیر بشدت افزایش یافته است(هی[1] و همکاران،۲۰۱۶). مطالعه بر روی پستانداران کوچک به‌خصوص جوندگان نشان داده است که آنها قادر به جمع آوری طیف وسیعی از آلاینده در بدن خود می‌باشد . از طرفی به علت اینکه توزیع فلزات سنگین در بدن جوندگان شبیه انسان است، در چند دهه اخیر مطالعات زیادی روی این حیوانات انجام شده است. هر چند تحقیق روی روند حرکت یک فلز سنگین نیکل از طریق مصرف کودهای شیمیایی در گیاه و نهایتاً بررسی روی مصرف کننده بعدی (موش صحرایی) بعنوان تکمیل کننده زنجیره غذایی تحقیقی انجام نشده است.

1 - He

بنابراین این پژوهش با در نظر گرفتن اهداف: بررسی میزان آلودگی توت فرنگی تولید شده در گلخانه به نیکل به‌همراه بررسی پیامد مصرف این محصول روی بدن موش‌های (رت) آزمایشگاهی پس از یک دوره آزمایشی انجام شد. همچنین میزان تجمع نیکل در اندام‌های مختلف موش نیز بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

کشت نشا توت فرنگی در گلخانه دانشگاه بوعلی انجام شد. محلول غذایی هوگلند برای تغذیه توت فرنگی تهیه شد و هر گلدان روزانه به میزان ۳۰۰ سی سی از محلول غذایی دریافت کرد. بعد از رسیدن گلدان‌ها به مرحله زایشی، میوه‌ها در طول دوره رسیده شدن برداشت شدند. میوه‌ها جهت تغذیه روزانه موشها استفاده شدند. اندازه گیری غلظت نیکل در میوه به روش هضم اسیدی انجام شد . در نهایت غلظت نیکل با کمک دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.

به منظور بررسی تاثیر محتوای نیکل موجود در تیمارهای غذایی بر مقادیر نیکل انباشته شده در ارگان‌های مختلف بدن از تعداد ۲۷ عدد موش‌های صحرایی[2] سفید بالغ نژاد ویستار[3] با وزن تقریبی ۲۲۰-۲۰۰ گرم در خانه حیوان دانشکده علوم پزشکی استفاده شد. موشهای مورد مطالعه بطور تصادفی به گروه های نه تایی تقسیم و در قفس های جداگانه نگهداری شدند. در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب و موادغذایی داشتند.

تیمار غذایی کنترل مثبت شامل جیره‌ی روزانه موش‌ها به اضافه مقدار مشخصی از محلول حاوی نیکل بود، این مقدار فلزات سنگین دقیقا برابر بامقدار موجود در توت فرنگی تولید شده بود. تیمار غذایی آلوده شامل جیره روزانه موش به اضافه عصاره آبی توت فرنگی حاوی نیکل بود. تیمار غذایی کنترل منفی فقط شامل جیره روزانه موش‌ها بود.

در پایان هر ماه تعداد سه موش از هر قفس به صورت کاملا تصادفی انتخاب و وزن شدند و در شرایط کاملا استریل تحت جراحی قرار گرفتند. در طی جراحی کبد ، کلیه ، پانکراس ، طحال ، بیضه و مغز هر کدام جدا شد. یک گرم از هر یک از نمونه‌ها با بکار بردن ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ و ۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن هضم شدند در انتها غلظت نیکل موجود در هر یک از اندام‌ها باکمک دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اندازه گیری شد.

داده ها در قالب آزمایش فاکتوریل (۳×۲) توسط نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطوح احتمال ۵ و ۱ ٪ انجام گرفت .

نتایج و بحث

میزان غلظت نیکل موجود در میوه توت فرنگی کشت شده در گلخانه تحت تغذیه محلول غذایی هوگلند و در مقایسه با مقدار استاندارد تعیین شده توسط منابع برای عنصر نیکل در جدول ۱ آورده شد.

جدول۱- میزان غظت نیکل در میوه توت فرنگی با مقادیر استاندارد بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک توت فرنگی

	استاندارد	**قراعت شده**
نیکل(میلی گرم بر کیلوگرم)	**۰/۵**	۷/۱۵

همانگونه که مشاهده میشود غلظت نیکل در میوه توت فرنگی ۱۴ برابر بیشتر از حد استاندارد پیش بینی شده برای این فلز در بخش خوراکی توت فرنگی می‌باشد.

2 Rat
3 Wistar

نتایج تجزیه واریانس غلظت نیکل در اندام‌های مختلف موش‌های مورد آزمایش در جداول ۲ و ۳ نشان داده شد. تیمار زمان بطور معنی دار تاثیر بر محتوای فلز نیکل در اندام های کلیه، کبد، پانکراس، بیضه، طحال و مغز موش‌ها داشت و مقدار p-value برای اندام های مورد بررسی کمتر از یک درصد بود .همچنین تیمار غذایی یک فاکتور مهم و معنادار برای عنصر مورد مطالعه در اندام‌های کلیه، کبد، پانکراس، بیضه، طحال و مغز بود زیرا مقادیر p-value برای فاکتور تیمار غذایی کوچکتر از یک درصد بدست آمد. از طرفی تاثیر متقابل زمان و تیمار غذایی بجز کلیه (در سطح پنج درصد معنادار شد) سایر اندام‌ها در سطح یک درصد بدست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که زمان و تیمار غذایی یک فاکتور تاثیر گذار و معنادار در اندام‌های مورد بررسی بودند.

جدول۲- تجزیه واریانس غلظت فلز نیکل مورد بررسی در اندام های مختلف موش

	منبع تغییر	df	MS	F	P- value
کلیه	زمان	۲	۷۱۲/۱۸	۴۲/۵۵	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۱۶۲۳/۷۷	۹۷/۰۳	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۷۴/۸۵	۴/۴۷	۰/۰۱۱
	خطا	۱۸	۱۶/۷۳	-	-
	ضریب تغییرات				۱۷/۰۱
کبد	زمان	۲	۵۶۰/۵۶	۱۰۱/۰۳	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۱۳۵۷/۶۵	۲۴۴/۷	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۸۲/۲۲	۱۴/۸۲	<۰/۰۰۱
	خطا	۱۸	۵/۵۵	-	-
	ضریب تغییرات				۱۱/۳۶
پانکراس	زمان	۲	۴۳۴/۲۶	۱۶۲/۳۶	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۱۰۴۴/۱۱	۳۹۰/۳۶	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۵۵/۹۱	۲۰/۹	<۰/۰۰۱
	خطا	۱۸	۲/۶۷	-	-
	ضریب تغییرات				۹/۱۲

df و MS به ترتیب درجه آزادی و میانگین مربعات میباشند.

جدول۳- تجزیه واریانس غلظت فلز نیکل مورد بررسی در اندام های مختلف موش

	منبع تغییر	df	MS	F	P- value
بیضه	زمان	۲	۳۶۸/۱۱	۹۶/۱۴	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۷۳۶/۹	۱۹۲/۴۶	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۵۴/۹۴	۱۴/۳۵	<۰/۰۰۱
	خطا	۱۸	۳/۸۲	-	-
	ضریب تغییرات				۱۷/۰۱
طحال	زمان	۲	۳۱۲/۳۴	۱۹۸/۲۱	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۵۸۲/۳۲	۳۶۹/۵۳	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۴۵	۲۸/۵۵	<۰/۰۰۱
	خطا	۱۸	۱/۵۷	-	-
	ضریب تغییرات				۱۱/۳۶
مغز	زمان	۲	۲۶۳/۶۵	۳۳۳/۱۹	<۰/۰۰۱
	تیمار غذایی	۲	۵۴۳/۱۲	۶۸۶/۳۸	<۰/۰۰۱
	زمان × تیمار غذایی	۴	۵۷/۵	۷۲/۱۱	<۰/۰۰۱
	خطا	۱۸	۰/۷۹۱	-	-
	ضریب تغییرات				۹/۱۲

df و MS به ترتیب درجه آزادی و میانگین مربعات میباشند.

جد ول۴ تاثیر زمان را به صورت جداگانه برای هر عضو و عضوهای دیگر نشان می‌دهد. همچنین تاثیر تیمار های غذایی برای هر عضو و همچنین بین عضو ها و برای هر عنصر بصورت جداگانه بررسی شد.

جدول۴- نتایج مقایسه میانگین محتوای فلز نیکل(میلی گرم بر کیلوگرم) در اندام‌های مورد بررسی

فاکتورهای آزمایش		اندام‌های درونی موش					
زمان، روز	تیمار غذایی	کلیه	کبد	پانکراس	بیضه	طحال	مغز
۳۰		۱۵/۸۸ ^{e}	۱۳/۲۶ ^{e}	۱۱/۲۳ ^{e}	۸/۹۱ ^{e}	۷/۵۷ ^{e}	۶/۴۴ ^{e}
۶۰		۲۲/۷۳ ^{d}	۱۹/۹۷ ^{d}	۱۷/۴۶ ^{d}	۱۵/۹۵ ^{d}	۱۴/۱۸ ^{d}	۱۲/۵۴ ^{d}
۹۰		۳۳/۵۳ ^{a}	۲۸/۹۹ ^{ab}	۲۵/۱۰ ^{ac}	۲۱/۶۸ ^{bc}	۱۹/۳۳ ^{bc}	۱۷/۲۴ ^{c}
	کنترل مثبت	۳۳/۶۷ ^{a}	۳۱/۳۱ ^{a}	۲۶/۸۸ ^{b}	۲۲/۹۰ ^{c}	۲۰/۵۴ ^{cd}	۱۸/۷۹ ^{d}
	آلوده	۲۹/۷۸ ^{e}	۲۳/۶۴ ^{f}	۲۰/۹۴ ^{fg}	۱۸/۲۱ ^{gh}	۱۵/۷۱ ^{hi}	۱۳/۸۶ ^{i}
	کنترل منفی	۸/۷۰ ^{j}	۷/۲۷ ^{k}	۵/۹۷ ^{l}	۵/۴۲ ^{lm}	۴/۸۳ ^{m}	۳/۵۷ ^{n}
	SEM[1]	۱/۳۶۳	۰/۷۸۵	۰/۵۴۵	۰/۶۵۲	۰/۴۱۸	۰/۲۹۶

b، a و... : حروف متفاوت نشان دهنده مقادیر میانگین متفاوت به لحاظ آماری در سطرها و ستون ها می باشند.

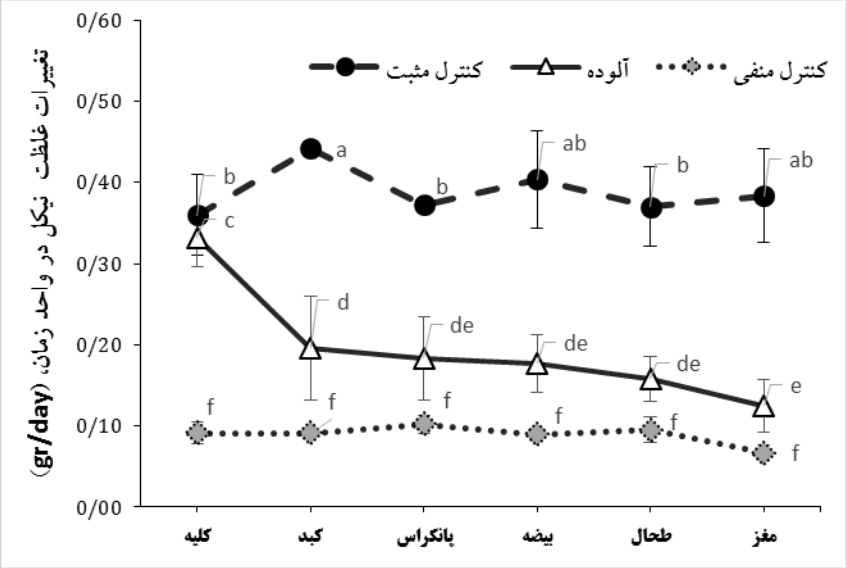
۱. خطای استاندارد میانگین

بیشترین مقدار نیکل در سطح زمانی ۹۰ روز و کمترین آن در سطح زمانی ۳۰ روز جذب شده است (جدول ۴). بیشترین محتوای فلز نیکل در اندام ها متعلق به تیمار کنترل مثبت و سپس آلوده و کنترل منفی بود(در سطح ۱٪). بالاترین مقدار تجمع نیکل برای تیمار غذایی کنترل مثبت در کلیه(۳۳/۶۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن موش) و کمترین مقدار در مغز موش (۱۸/۷۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن موش) بدست آمد. بالاترین مقدار تجمع نیکل برای تیمار غذایی آلوده در کلیه و کمترین

مقدار در مغز موش محاسبه گردید (به ترتیب برابر۲۹/۷۸ و ۱۳/۸۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن موش). بالاترین مقدار تجمع نیکل برای تیمار غذایی کنترل منفی در کلیه و کمترین مقدار در مغز موش محاسبه گردید (به ترتیب ۸/۷۰ و ۳/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم وزن موش). نیکل در هر سه تیمار بالاترین میزان تجمع را در کلیه و بعد کبد و کمترین میزان را در مغز نشان داد.

اندام های داخلی بدن موجودات زنده زمانی که در معرض مداوم فلزات سنگین قرارگیرند فلزات در بدن آنها تجمع می-یابد که غیر قابل تجزیه می‌باشد تیمارهایی که بعد از یک دوره کوتاه مدت در معرض فلزات سنگین قرار گرفتند ، بعد از کاهش مصرفی فلزات سنگین در رژیم غذایی آن‌ها ، باز هم تجمع قابل ملاحظه‌ای از فلزات سنگین در بافت اندامهای آنها مشاهده شد.

سرعت جذب نیکل در واحد زمان در تیمارهای کنترل مثبت، آلوده و کنترل منفی درکلیه برابر ۰/۳۶، ۰/۳۳و ۰/۰۹ گرم در روز، کبد برابر ۰/۴۴، ۰/۲۰ و ۰/۰۹ گرم در روز، پانکراس برابر ۰/۳۷، ۰/۱۸ و ۰/۱۰ گرم در روز، بیضه برابر۰/۴۰، ۰/۱۸ و ۰/۰۹ گرم در روز، طحال برابر ۰/۳۷، ۰/۱۶و۰/۱۰ گرم در روز و مغز برابر ۰/۳۸، ۰/۱۲ و ۰/۰۷ گرم در روز بود (شکل۱). بالاترین سرعت جذب در کنترل مثبت و کمترین مقدار در تیمار کنترل منفی مشاهده شد.



شکل۱-تغییرات غلظت نیکل در واحد زمان(گرم بر روز) در اندام‌های مورد بررسی

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد غلظت فلز مورد بررسی (نیکل) در میوه توت فرنگی بالاتر از حد استاندارد ایران بود. مصرف محصولات کشاورزی آلوده به فلزات سنگین خطرات جدی برای سلامت انسان به‌وجود می‌اورد. بالاترین جذب فلز نیکل توسط کلیه و بعد از آن در کبد بود. کمترین میزان تجمع نیکل در مغز مشاهده شد. درواقع کبد و کلیه در معرض آسیب پذیری بالاتری قرار دارند. میزان تجمع نیکل در تیمارهای تحت تغذیه با توت فرنگی آلوده و کنترل مثبت تفاوت زیادی باهم داشتند که این تفاوت ممکن است ناشی از وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی موجود در توت فرنگی باشد اما باز هم میزان تجمع فلزات سنگین از طریق توت فرنگی در طی ۳ماه قابل توجه بود. بنابراین ورود یک ماده غذایی آلوده در زنجیره غذایی انسان تهدیدی جدی برای سلامت بشر است.

منابع

بهمن زیاری، ه. ، خوشگفتارمنش، ا. سنایی استوار، آ. ، شیروانی، م. و حقیقی ، م. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف نیکل در محلول غذایی حاوی نیترات آمونیوم بر پراکسیداسیون لیپید و فعالیت برخی آنزیمهای آنتیاکسیدان برگ خیار. مجله علوم و فنون کشتهای گلخانهای ، سال سوم، شماره ۱۲، صفحه های ۹۱تا ۱۰۲

He, C.T., Zheng, X.B., Yan, X., Zheng, J., Wang, M.H., Tan, X., Qiao, L., Chen, S.J., Yang, Z.Y. and Mai, B.X., 2017. Organic contaminants and heavy metals in indoor dust from e-waste recycling, rural, and urban areas in South China: Spatial characteristics and implications for human exposure. Ecotoxicology and Environmental Safety, 140: 109-115 .

The uptake of Nickel on hydroponic system of strawberry and accumulation of Nickel in mice parts feed strawberries

G. Rahimi[1] and S. Yegane[2*]
1-Associate Professor, Soil Science Department, Bu Ali Sina University
2-M.Sc. Graduated Student, Soil Science Department, Bu Ali Sina University

Abstract
In this study the accumulation Nickel on various organs of Rats orally exposed by polluted strawberry, negative and positive control were examined. The green house study was performed in the first step, complete randomized design with treatments of Hoagland solution for strawberry compared with negative sterility and growth control in three replicates. The rats were fed by polluted strawberries orally gavage for period of 3 month every day. In the second part of study, the accumulated Nickel were examined in different parts of Rat's body. The result showed that the concentration of studied Nickel were higher than Iranian standard level. Nickel was accumulated relatively higher in the kidney, liver, pancreas, compared to the other parts, and much lower in cerebrum (brain).

Keywords: rat, strawberry, nickel