

تعیین شاخص مخاطره سلامت تجمع عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل گاوزبان مصرفی شهر همدان

ندا برکی وندی^۱، سهیل سبحان اردکانی^{۲*}، مهرداد چراغی^۲

۱. کارشناسی ارشد محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران
۲. دانشیار، گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴ آذر ۱۳۹۴
تاریخ پذیرش: ۲۳ بهمن ۱۳۹۴

هدف: گیاهان دارویی هم به لحاظ درمان و هم پیش‌گیری از بیماری‌ها از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع برخوردارند. در سالیان اخیر، به علت عوارض سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و آثار جنبی آن، گرایش به گیاهان دارویی افزایش یافته است، ولی با توجه به احتمال وجود بعضی عناصر سمی در آن‌ها، این پژوهش با هدف تعیین مخاطره سلامت مصرف گیاهان دارویی مصرفی شهر همدان بر اساس پتانسیل خطر عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

مواد و روش‌ها: پس از تهیه چهار نمونه از هر کدام از گونه‌های بادرنجبویه و گل گاوزبان و آماده‌سازی آن‌ها به روش هضم اسیدی در آزمایشگاه، غلظت تجمع‌یافته عناصر در دستگاه پلاسما جفت شده القایی در سه تکرار خوانده شد. پردازش آماری نتایج نیز با نرم‌افزار SPSS انجام یافت.

یافته‌ها: بیشینه میانگین غلظت عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با 0.175 ± 0.07 ، 13.93 ± 5.50 ، 0.34 ± 0.18 و 0.25 ± 0.08 و مربوط به نمونه‌های بادرنجبویه بود. همچنین، میانگین غلظت آلومینیم در نمونه‌های بادرنجبویه بیش از رهنمود WHO بود. از طرفی، شاخص مخاطره سلامت در همه عناصر در نمونه‌های بادرنجبویه و گل گاوزبان کو چکتر از ۱ و بیان‌گر عدم بروز مخاطره برای مصرف‌کنندگان بود.

نتیجه‌گیری: مصرف کنترل‌شده گیاهان دارویی اثر سوءبهداشتی بر سلامت مصرف‌کنندگان ندارد، ولی با توجه به افزایش استفاده از نهاده‌های کشاورزی، لجن فاضلاب، پساب تصفیه‌خانه‌ها و جزآن توسط کشاورزان، نسبت به پایش دوره‌ای و منظم مواد غذایی از نظر غلظت باقی‌مانده یا تجمع‌یافته آلاینده‌های شیمیایی به منظور حفظ امنیت غذایی توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها:

بادرنجبویه، فلز سنگین، گل‌گاوزبان، مخاطره بهداشتی و امنیت غذایی.

مقدمه

سنگین یکی از مشکلات جدی پیش روی انسان عصر حاضر است [۱]. فلزات سنگین با توجه به قابلیت تجمع زیستی و پایداری طولانی‌مدت در محیط‌زیست، حتی در غلظت کم برای موجودات زنده سمیت دارد و در بدن آن‌ها تجزیه نمی‌شود [۲]. بلکه پس از رسوب و انباشته‌شدن در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل، موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی می‌شود [۳].

امروزه، آلودگی خاک‌ها با فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های بشری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی برای گیاهان محسوب می‌شود و از طریق زنجیره غذایی زندگی بشر را به مخاطره می‌اندازد [۴]. افزایش فعالیت‌های صنعتی، حمل‌ونقل جاده‌ای، آلودگی‌های نفتی و استفاده از کودها و مواد شیمیایی در کشاورزی با تولید آلاینده‌های محیط‌زیستی از جمله فلزات

* نویسنده مسئول: سهیل سبحان اردکانی

نشانی: همدان، دانشگاه آزاد اسلامی

تلفن: ۰۸۱ ۳۴۴۹۴۰۴۳ دورنگار: ۰۸۱ ۳۴۴۹۴۰۴۳

رایانه: s-sobhan@iauh.ac.ir

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دوره ۲۴، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۶، ص ۲۶۵-۲۷۱.

آدرس سایت: <http://jsums.medsab.ac.ir> رایانامه: journal@medsab.ac.ir

شاپای چاپی: ۱۶۰۶-۷۴۸۷

همچنین تعیین مخاطره سلامت مصرف این محصولات انجام یافته است؛ از جمله پژوهشی با هدف بررسی غلظت عناصر مس، کروم، کادمیم و روی در محصول زعفران خراسان جنوبی [۱۵]؛ پژوهشی به منظور بررسی عناصر سرب و کادمیم در یازده نوع از داروهای گیاهی مصرفی ایران [۱۶]؛ پژوهشی با هدف بررسی عناصر مس، روی و کروم در ریشه و شاخه‌های گیاه تاج‌خروس در نیجریه [۱۷]؛ پژوهشی با هدف بررسی عناصر نیکل، سرب، روی، کبالت، آهن، کروم و مس در برخی گیاهان دارویی مصرفی در نیجریه [۱۸]؛ پژوهشی به منظور بررسی عناصر سرب، روی، مس و کادمیم در تعدادی از گونه‌های گیاهان دارویی روئیده در اطراف معدن سرب و روی آهنگران همدان [۱۹]؛ و پژوهشی به منظور بررسی عناصر جیوه، کادمیم، آرسنیک و پلادیم در برخی گیاهان دارویی رایج در هندوستان [۲۰]. با توجه به احتمال وجود بعضی عناصر سمی در گیاهان دارویی و مصرف آن‌ها به عنوان داروی طبیعی و بی‌ضرر در سراسر جهان، این پژوهش با هدف تعیین مخاطره سلامت گیاهان دارویی مصرفی شهر همدان بر اساس پتانسیل خطر عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در سال ۱۳۹۴ انجام یافت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از چهار مرکز عمده عرضه گیاهان دارویی در سطح شهر همدان، در مجموع هشت نمونه گیاه دارویی بادرنجبویه و گل‌گاوزبان خریداری و به منظور آماده‌سازی به آزمایشگاه منتقل شد.

در آزمایشگاه، به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ۱ گرم از هر نمونه گیاه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین و سپس آسیاب شد. نمونه‌های آسیاب شده به نسبت حجمی ۳ به ۱ با اسید نیتریک و اسید پرکلریک غلیظ مخلوط و به مدت دو ساعت در بن‌ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان تولید گاز مایل به قهوه‌ای قرار گرفت. سپس، با آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل با هدف حذف هر گونه کدورت یا مواد معلق به وسیله کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شد [۲۱]. در نهایت، پس از تهیه محلول مادر (استوک) و استاندارد نمک عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس و کالیبره کردن دستگاه پلاسمای جفت شده القایی Varian مدل 710-ES، غلظت عناصر در نمونه‌ها در سه تکرار خوانده شد.

محاسبه برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه و شاخص مخاطره سلامت هر عنصر به ترتیب با روابط (۱) و (۲) انجام یافت [۱۳].

امروزه، گرایش به مصرف گیاهان دارویی به علت عوارض سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و آثار جنبی آن رو به افزایش است [۵]. همچنین، در اذهان مردم عادی و گاهی حتی متخصصان آشنا به گیاه این باور وجود دارد که گیاهان دارویی به صرف طبیعی بودن عاری از هر گونه عوارض جانبی است [۶]. ولی با توجه به اینکه استفاده از گیاهان دارویی کشت شده در نواحی آلوده یا فرآوری نامناسب یکی از راه‌های ورود آلاینده‌های خطرناک از جمله فلزات سنگین به بدن انسان و جانوران است، سازمان بهداشت جهانی توصیه کرده که گیاهان دارویی از نظر وجود فلزات سنگین، آفت‌کش‌ها و آلودگی‌های باکتریایی و قارچی کنترل شود [۷ و ۸].

بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) و گل‌گاوزبان (*Borago officinalis*) به دلیل ویژگی‌های آرام‌بخش، ممانعت از بیماری‌های قلبی و گوارشی و نشاط‌آور بودن گیاهان دارویی پرمصرف شناخته می‌شوند [۹].

آرسنیک عنصری جهش‌زا و بسیار سمی است که با سرطان‌های ریه، پوست، غدد لنفاوی و جزآن در ارتباط است. زخم‌های پوستی، تورم و بزرگ شدن کبد و اختلال در دستگاه تولیدمثل نشانه‌هایی از مسمومیت با آرسنیک است [۱۰]. آلومینیم از جمله فراوان‌ترین عناصر فلزی موجود در کره زمین است و سمیت محیط‌زیستی آن موجب بروز بیماری‌های مختلف عصبی از جمله آلزایمر و نیز بیماری‌های ریوی و کلیوی در بدن انسان می‌شود [۱۱]. روی عنصری ضروری برای رشد و نمو موجودات زنده محسوب می‌شود، ولی مصرف بیش از حد آن سبب جلوگیری از جذب مس در بدن و در نتیجه کاهش گلبول‌های سفید و تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌شود [۱۲]. مس نیز یکی از عناصر اساسی برای موجودات زنده است، ولی مصرف بیش از حد آن در بدن سبب بیماری ویلسون، ناراحتی‌های کبدی و جزآن می‌شود [۱۰].

برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه (estimated average daily intakes) عناصر ناشی از مصرف مواد غذایی، به منظور تعیین مخاطره‌های طولانی‌مدت در مصرف‌کنندگان محاسبه می‌شود [۱۳ و ۱۴]. شاخص مخاطره سلامت (health index) را نیز می‌توان از نسبت برآورد میانگین جذب روزانه هر عنصر به جذب قابل قبول (acceptable daily intakes) آن عنصر محاسبه کرد. مقادیر شاخص مخاطره سلامت کوچک‌تر از ۱ بیانگر آن است که مصرف ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد و برعکس [۱۳].

تاکنون چند مطالعه در زمینه بررسی غلظت تجمع‌یافته فلزات سنگین در گیاهان دارویی در ایران و سایر کشورها،

تک نمونه‌ای، به منظور مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر مورد مطالعه بین نمونه های گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل گاوزبان از آزمون تی مستقل و برای بررسی همبستگی بین میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه های بادرنجبویه و گل گاوزبان از آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت تجمع یافته عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در نمونه های گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل گاوزبان، همچنین نتایج محاسبه برآورد میانگین جذب روزانه عناصر و شاخص مخاطره سلامت آن در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است.

نتایج بیانگر آن است که میانگین غلظت عناصر بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در نمونه های بادرنجبویه و گل گاوزبان برای آرسنیک به ترتیب برابر با 0.17 ± 0.07 و 0.16 ± 0.10 ، برای آلومینیم به ترتیب برابر با 13.93 ± 5.50 و 9.02 ± 7.20 ، برای روی به ترتیب برابر با 0.34 ± 0.18 و 0.27 ± 0.15 و برای مس به ترتیب برابر با 0.25 ± 0.08 و 0.15 ± 0.06 است.

جدول ۱. میانگین غلظت و انحراف معیار عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در نمونه های گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل گاوزبان بر حسب میلی گرم در کیلوگرم

| عنصر / نمونه گیاه | ۱ | | ۲ | | ۳ | | ۴ | |
|-------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | گل گاوزبان | بادرنجبویه | گل گاوزبان | بادرنجبویه | گل گاوزبان | بادرنجبویه | گل گاوزبان | بادرنجبویه |
| آرسنیک | 0.14 ± 0.01 | 0.09 ± 0.01 | 0.27 ± 0.02 | 0.27 ± 0.03 | 0.15 ± 0.01 | 0.17 ± 0.02 | 0.16 ± 0.01 | 0.13 ± 0.01 |
| آلومینیم | 20.27 ± 0.84 | 14.91 ± 1.35 | 5.32 ± 0.50 | 3.13 ± 0.27 | 16.84 ± 1.55 | 8.94 ± 0.82 | 18.66 ± 1.68 | 3.75 ± 0.33 |
| روی | 0.32 ± 0.03 | 0.33 ± 0.03 | 0.16 ± 0.01 | 0.12 ± 0.01 | 0.26 ± 0.02 | 0.16 ± 0.01 | 0.62 ± 0.05 | 0.48 ± 0.04 |
| مس | 0.21 ± 0.02 | 0.21 ± 0.00 | 0.19 ± 0.02 | 0.09 ± 0.02 | 0.22 ± 0.02 | 0.10 ± 0.02 | 0.37 ± 0.03 | 0.19 ± 0.02 |

جدول ۲. نتایج محاسبه میانگین جذب روزانه و مخاطره سلامت مصرف گیاهان دارویی بر اساس پتانسیل خطر عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در نمونه های بادرنجبویه و گل گاوزبان

| عنصر | EADI (Children) | EADI (Adult) | HI (Children) | HI (Adult) | میانگین غلظت (mg/kg) | ADI |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| بادرنجبویه | 7.76×10^{-7} | 1.66×10^{-7} | 3.70×10^{-4} | 7.92×10^{-5} | 0.17 | 0.0021 |
| آرسنیک | 6.36×10^{-5} | 1.36×10^{-5} | 6.36×10^{-5} | 1.36×10^{-5} | 13.93 | 1.0 |
| آلومینیم | 1.55×10^{-6} | 3.33×10^{-7} | 5.17×10^{-6} | 1.11×10^{-6} | 0.34 | 0.3 |
| روی | 1.14×10^{-6} | 2.45×10^{-7} | 2.85×10^{-5} | 6.12×10^{-6} | 0.25 | 0.4 |
| مس | 7.31×10^{-7} | 1.56×10^{-7} | 3.48×10^{-4} | 7.45×10^{-5} | 0.16 | 0.0021 |
| گل گاوزبان | 4.12×10^{-5} | 8.83×10^{-6} | 4.12×10^{-5} | 8.83×10^{-6} | 9.02 | 1.0 |
| آرسنیک | 1.23×10^{-6} | 2.64×10^{-7} | 4.11×10^{-6} | 8.81×10^{-7} | 0.27 | 0.3 |
| آلومینیم | 6.85×10^{-7} | 1.47×10^{-7} | 1.71×10^{-5} | 3.67×10^{-6} | 0.15 | 0.4 |
| روی | | | | | | |
| مس | | | | | | |

ره‌آورد‌های صنعتی شدن اجتماعات بشری است [۲۴]. افزایش فعالیت‌های صنعتی توأم با تولید آلاینده‌ها، از جمله فلزات سنگین، یکی از مشکلات جدی و در حال گسترش پیش روی انسان عصر حاضر است [۲]. فلزات سنگین، به‌ویژه بر اثر فعالیت‌های انسانی مانند معدن‌کاوی، آب‌کاری فلزات، کاربرد آفت‌کش‌ها و کودهای آلی، استفاده از سوخت‌های فسیلی، صنایع شیمیایی و صنایع وابسته به استخراج و ذوب فلزات به‌طور دائم به محیط وارد شده است و بخشی از آن‌ها پس از تجمع در خاک، توسط گیاهان جذب و در بافت آن‌ها تجمع می‌یابد [۲۵]. از این‌رو، آلودگی خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی برای گیاهان و مصرف‌کنندگان سطوح بالاتر زنجیره غذایی محسوب می‌شود [۱].

غلظت فلزات سنگین در گیاهان دارویی به عوامل آب‌وهوایی، گونه گیاهی، آلودگی هوا و دیگر عوامل محیطی بستگی دارد [۲۶]. نتایج نشان داد که به‌جز عنصر آلومینیم در گیاه بادرنجبویه، میانگین غلظت عناصر آرسنیک، روی و مس در نمونه‌های بادرنجبویه و گل‌گاوزبان از رهنمود WHO کمتر است و مخاطره بهداشتی برای مصرف‌کنندگان ندارد. همچنین نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامتی نیز نشان داد که مقادیر این شاخص در همه عناصر در نمونه‌های گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل‌گاوزبان کوچک‌تر از ۱ است. لذا، مصرف کنترل‌شده گیاهان دارویی مخاطره بهداشتی ندارد.

در مقایسه نتایج این مطالعه با برخی پژوهش‌ها با هدف بررسی فلزات سنگین در گونه‌های گیاهان دارویی، می‌توان به تشابه بین نتایج اشاره کرد. پژوهشی با هدف بررسی غلظت فلزات روی و مس در برخی گیاهان دارویی عرضه‌شده در نیجریه انجام یافت و مشخص شد که میانگین غلظت عناصر در نمونه‌های گیاهی کمتر از رهنمود WHO است [۸].

در پژوهشی، پس از بررسی فلزات سنگین آهن، مس، روی و منگنز در برخی گونه‌های گیاهان دارویی عرضه‌شده در صربستان، مشخص شد که میانگین غلظت عناصر روی و مس بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیب با ۳۶/۹۲ و ۱۸/۹۸ کمتر از حد استاندارد است [۲۷]. پژوهشی با هدف بررسی فلزات سنگین نیکل، کبالت، مس، کروم و آرسنیک در برخی گیاهان دارویی مصرفی اتیوپی انجام یافت و نتیجه گرفته شد که میانگین غلظت عناصر مس و آرسنیک بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیب با ۱۰/۱۶ و ۱/۱۳ کمتر از رهنمود WHO است [۲۸].

نتایج بررسی فلزات آهن، منیزیم، منگنز، سرب، روی، کادمیم و مس در برخی گیاهان دارویی مصرفی هندوستان

نتایج بررسی نرمال‌بودن غلظت عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در نمونه‌های بادرنجبویه و گل‌گاوزبان بیانگر آن است که با توجه به سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵، غلظت تمام عناصر از توزیع نرمال برخوردار است. نتایج آزمون تی‌تک‌نمونه‌ای بیانگر آن است که میانگین غلظت همه فلزات در نمونه‌های گیاه بادرنجبویه با رهنمود WHO (به‌ترتیب برابر با ۱، ۵، ۲۷ و ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم برای عناصر آرسنیک، آلومینیم، روی و مس) (۲۳، ۲۲، ۷) اختلاف معنادار آماری دارد، به‌طوری که میانگین غلظت آلومینیم بیشتر و میانگین غلظت آرسنیک، روی و مس کمتر از حد مجاز است. از طرفی، میانگین غلظت عناصر آرسنیک، روی و مس در نمونه‌های گیاه گل‌گاوزبان با رهنمود WHO اختلاف معنادار آماری داشت و کمتر از حد مجاز است. ولی سطح معناداری برای میانگین غلظت عنصر آلومینیم بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، در نتیجه میانگین غلظت این عنصر در نمونه‌ها با رهنمود WHO اختلاف معنادار آماری ندارد.

نتایج آزمون تی مستقل بیانگر آن است که با توجه به سطح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵، بین نمونه‌های بادرنجبویه و گل‌گاوزبان از نظر میانگین غلظت عناصر آرسنیک، آلومینیم و روی اختلاف معنادار آماری وجود ندارد، اما با توجه به سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵، بین میانگین غلظت عنصر مس در نمونه‌های مورد بررسی اختلاف معنادار آماری وجود دارد، به‌طوری که میانگین غلظت مس در بادرنجبویه با 0.25 ± 0.08 میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از گل‌گاوزبان با 0.15 ± 0.06 میلی‌گرم در کیلوگرم است.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که در نمونه‌های گیاه بادرنجبویه بین میانگین غلظت عنصر آلومینیم با عناصر آرسنیک، روی و مس، همچنین عنصر روی با مس با ضریب همبستگی (r) به‌ترتیب برابر با -0.621 ، 0.730 ، 0.674 و 0.927 و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵، همبستگی معنادار آماری وجود دارد. از طرفی، در نمونه‌های گل‌گاوزبان نیز بین میانگین غلظت عنصر آرسنیک با عناصر روی و مس، و عنصر روی با مس با ضریب همبستگی به‌ترتیب برابر با -0.900 ، -0.699 و 0.803 و سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ همبستگی معنادار آماری وجود دارد.

با استناد به نتایج مندرج در جدول ۲، شاخص مخاطره سلامت در همه عناصر در نمونه‌های بادرنجبویه و گل‌گاوزبان کوچک‌تر از ۱ است.

بحث

تخریب و آلودگی محیط‌زیستی ثمره جوامع صنعتی و یکی از

رقیب مانند فسفات، کلر، بی‌کربنات و سولفات که با آرسنیک برای اشغال محل‌های جذب رقابت می‌کند، اسیدی بودن و وجود اکسید آهن در خاک محل رویش گیاهان دارویی مرتبط دانست [۳۵ و ۳۶]. همچنین افزایش غلظت تجمع‌یافته عنصر آلومینیم در نمونه‌های مورد بررسی را می‌توان به تجمع بیش از حد این عنصر در خاک، فعالیت‌های صنعتی، معدن‌کاری و جزآن در مناطق کشت گیاهان دارویی مرتبط دانست. از طرفی، نتایج آزمون همبستگی پیرسون بیانگر وجود رابطه معکوس بین میانگین غلظت عنصر آلومینیم با عنصر آرسنیک در نمونه‌های بادرنجبویه و بین میانگین غلظت عنصر آرسنیک با عناصر روی و مس در نمونه‌های گل‌گاوزبان است. این موضوع را می‌توان با عوامل مؤثر در جذب عناصر از خاک در گیاه مرتبط دانست، از جمله با اسیدیته، نوع و بافت خاک، نوع نهاده‌های کشاورزی مورد استفاده در کشت گیاه و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان [۳۷].

نتایج این پژوهش با هدف بررسی غلظت عناصر سنگین آرسنیک، آلومینیم، روی و مس در برخی گیاهان دارویی مصرفی شهر همدان در سال ۱۳۹۴ نشان داد که میانگین غلظت فلز آلومینیم بیشتر از رهنمود WHO است. لذا، برخلاف تصور عمومی که مصرف گیاهان دارویی را فاقد هرگونه مخاطره می‌پندارد، ضمن تأکید بر مصرف کنترل‌شده گیاهان دارویی، مدیریت کاربرد کودهای آلی به‌ویژه کمپوست حاوی فلزات سنگین [۳۸]، همچنین لجن فاضلاب حاوی فلزات سنگین به‌عنوان کود و کنترل مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی، نسبت به پایش دوره‌ای مقادیر تجمع‌یافته فلزات سنگین در مواد غذایی پرمصرف به‌ویژه گیاهان دارویی به‌منظور حفظ امنیت غذایی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان با کد ۱۷۱۵۰۵۰۸۹۳۱۰۰۸ است. نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به‌دلیل فراهم‌کردن امکانات اجرای مطالعه تشکر و قدردانی می‌کنند. لازم به ذکر است این پژوهش با هزینه شخصی نویسندگان انجام شده است.

References

- [1] Alipour Darvari H, Zare Mayvan H, Sharifi M. Evaluation of rate of radish peroxidase activity and its relationship with heavy metals in soil. Journal of Science-Islamic Republic of Iran, 2009; 35(1): 37-43.
- [2] Khodakarami L, Soffianian A, Mirghafari N, Afyuni M, Golshahi A. Concentration zoning of chromium, cobalt and

nickel in the soils of three sub-basin of the Hamadan Province using GIS technology and the geostatistics. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources (Water and Soil Science), 2012; 15(58): 243-54. [in Persian]

بیانگر آن است که بیشینه غلظت همه عناصر، از جمله روی و مس به‌ترتیب با ۲/۷۵ و ۴۹/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کمتر از رهنمود FAO/WHO است [۲۹]. پژوهشی با هدف بررسی فلزات سنگین منگنز، کروم، سرب، آهن، کادمیم، کبالت، روی، نیکل و جیوه در نمونه‌های ساقه و برگ ده گیاه دارویی مورد استفاده در هندوستان مشخص کرد که بیشترین تجمع عناصر مربوط به بافت برگ است، به‌جز در مورد عنصر کروم با بیشینه غلظت بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۱۳/۱۹ در برگ گونه آویشن و ۴/۹۳ در ساقه گونه جین سنگ، میانگین غلظت سایر عناصر کمتر از حد استاندارد است [۳۰]. در پژوهشی که به‌منظور بررسی فلز آرسنیک در هشت گونه گیاهان دارویی عرضه‌شده در هندوستان انجام یافت، مشخص شد که میانگین غلظت این عنصر با ۱/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کمتر از رهنمود WHO است [۳۱].

در پژوهشی با هدف بررسی فلزات سنگین جیوه، کادمیم، آرسنیک و پالادیم در برخی گیاهان دارویی عرضه‌شده در هندوستان، مشخص شد که مقادیر عناصر در اغلب نمونه‌ها غیرقابل تشخیص و در موارد قابل‌قرائت نیز میانگین غلظت همه عناصر در نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد است [۲۰]. پژوهشی به‌منظور بررسی فلزات روی و مس در سیزده گونه از گیاهان دارویی مصرفی لهستان مشخص کرد که میانگین غلظت این عناصر در بیش از ۶۰ درصد از نمونه‌ها کمتر از رهنمود WHO است [۳۲]. از طرفی، در مقایسه نتایج این مطالعه با دستاورد پژوهشی با هدف بررسی غلظت برخی فلزات سنگین آرسنیک، آلومینیم، آهن و جیوه در گیاهان دارویی عرضه‌شده در آفریقای جنوبی مشخص شد که بیشینه غلظت آلومینیم و آهن بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم برابر با ۵۵۵۹ و ۴۴۶۵ است. از طرفی، میانگین غلظت آرسنیک و جیوه در نمونه‌ها بیشتر از رهنمود WHO است [۳۳]. نتایج پژوهشی به‌منظور ارزیابی فلزات آرسنیک، سرب و کادمیم در برخی گیاهان دارویی مصرفی غنا نشان داد که میانگین غلظت عنصر آرسنیک در ۶۰ تا ۷۰ درصد نمونه‌های گیاهی بیشتر از رهنمود WHO است [۳۴] و می‌توان به عدم تشابه نتایج اشاره کرد.

با استناد به نتایج می‌توان کمتر بودن میانگین غلظت تجمع‌یافته عنصر آرسنیک در نمونه‌ها را با حضور آنیون‌های

nickel in the soils of three sub-basin of the Hamadan Province using GIS technology and the geostatistics. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources (Water and Soil Science), 2012; 15(58): 243-54. [in Persian]

- [3] Kalicanin B, Velimirovic D. The content of lead in herbal drugs and tea samples. Central European Journal of Biology,

- 2013; 8(2): 178-85.
- [4] Wang LK, Chen JP, Hung YT, Shammas NK. Heavy metals in the environment. New York: CRC Press, 2009: 123-4.
- [5] Khalifeh Zadeh R. Survey of some habitat characteristics of medicinal species of Asteraceae family in Ilam. Proceeding of the 2th National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, 2014 Aug 23; Hamedan, Iran; 15. [in Persian]
- [6] Asghari GR, Palizban AA, Toloo-e-Ghamari Z, Adeli F. Contamination of lead, mercury and cadmium in Iranian herbal medicine. *Pharmaceutical Sciences*, 2008; 14(1): 1-8. [in Persian]
- [7] World Health Organization (WHO). Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials, Geneva, WHO; 1998.
- [8] Jena V, Gupta S. Study of heavy metal distribution in medicinal plant basil. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 2012; 2(8): 1-3.
- [9] Mozafarian VA. Recognition of medicinal and aromatic plants of Iran. Tehran: Farhang-e-Moaser Publication, 2012: 417-8. [in Persian]
- [10] Selinus O. Essentials of medical geology: impacts of the natural environment on public health. New York: Academic Press, 2005: 316-9.
- [11] Altmann P, Cunningham J, Dhanesha U, Ballard M, Thompson J, Marsh F. Disturbance of cerebral function in people exposed to drinking water contaminated with aluminium sulphate: retrospective study of the Camelford water incident. *British Medical Journal*, 1999; 319: 807-11.
- [12] Zeng XW, Ma LQ, Qiu RL, Tang YT. Effects of Zn on plant tolerance and non-protein thiol accumulation in Zn hyperaccumulator *Arabidopsis paniculata* Franch. *Environmental and Experimental Botany*, 2011; 70(2-3): 227-32.
- [13] Apau J, Acheampong A, Appiah JA, Ansong E. Levels and health risk assessment of heavy metals in tubers from markets in the Kumasi metropolis, Ghana. *International Journal of Science and Technology*, 2014; 3(9): 534-9.
- [14] Zhu F, Wang X, Fan W. Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2013; 185: 3909-16.
- [15] Khodadadi M, Malakoutian M, Khosravi R, Dori H. Survey of heavy metals (copper, chromium, cadmium and zinc) concentration in South Khorasan saffron]. Proceeding of the 16th National Congress on Environmental Health, 2013 Oct 1-3. Tabriz, Iran. p. 6. [in Persian]
- [16] Mousavi Z, Ziarati P, Esmaeli Dehaghi M, Qomi M. Heavy metals (lead and cadmium) in some medicinal herbal products in Iranian market. *Iranian Journal of Toxicology*, 2014; 24: 1004-10.
- [17] Ogunkunle CO. Root-shoot partitioning of copper, chromium and zinc in *Lycopersicon esculentum* and *Amaranthus hybridus* grown in cement-polluted soil. *Environmental and Experimental Biology*, 2013; 11: 131-6.
- [18] Umar A, Adamu GA, Mohammad Y, Faruruwa MD, Garba S. Determination of heavy metals in some medicinal plants commonly used in kura local government area of kano state, Nigeria. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 2014; 3(8): 256-8.
- [19] Cheraghi M, Mosavinia SM, Lorestani B. Heavy metal contamination in soil and some medicinal plant species in Ahangaran lead-zinc mine, Iran. *Journal of Advances in Environment Health Research*, 2013; 1(1): 29-34.
- [20] Ahmad T, Abdul Rasheed Naikodi M, Abdul Waheed M, Ahmad SG, Ayub Khan M, Yadav PK, Umar khan M. Determination of heavy metals in some Indian herbs used in Unani system of medicine by using atomic absorption spectroscopy. *Journal of Advanced Pharmaceutical Research*, 2013; 4(2): 52-5.
- [21] Soylak M, Cihan Z, Yilmaz E. Evaluation of trace element contents of some herbal plants and spices retailed in Kayseri, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2012; 184(6): 3455-61.
- [22] Haider S, Naithani V, Barthwal J, Kakkar P. Heavy metal contents in some therapeutically important medicinal plants. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2004; 72(1): 119-27.
- [23] World Health Organization (WHO). Guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2007.
- [24] Shahbazi A, Soffianian AR, Mirghaffari N, Einghalaei MR. Contamination factor and comprehensive pollution index (A case study in Nahavand City). *Environment and Development*, 2012; 3(5): 31-8. [in Persian]
- [25] Wyszowska J, Boros E, Kucharski J. Effect of interactions between nickel and other heavy metals on the soil microbiological properties. *Plant, Soil and Environment*, 2007; 53(12): 544-52.
- [26] Rahimi M, Farhadi R, Balashahri MS. Effects of heavy metals on the medicinal plant. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 2012; 3(4): 154-58.
- [27] Kostic D, Mitic S, Zarubica A, Mitic M, Velickovic J, Randjelovic S. Content of trace metals in medicinal plants and their extracts. *Hemijaska Industrija*, 2011; 65(2): 165-70.
- [28] Baye H, Hymete A. Levels of heavy metals in common medicinal plants collected from environmentally different sites. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 2013; 13(7): 938-43.
- [29] Subramanian R, Gayathri S, Rathnavel C, Raj V. Analysis of mineral and heavy metals in some medicinal plants collected from local market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2012; 2(1): 74-8.
- [30] Kulhari A, Sheorayan A, Bajar S, Sarkar S, Chaudhury A, Kalia RK. Investigation of heavy metals in frequently utilized medicinal plants collected from environmentally diverse locations of north western India. *Springerplus*, 2013; 2: 676.
- [31] Meenakshi N, Sarath Babu B, Pavan Kumar S. Analysis of the arsenic in commonly used medicinal plants. *International Journal of Ayurveda and Pharma Research*, 2014; 2(1): 77-83.
- [32] Krejpcio Z, Krol E, Sionkowski S. Evaluation of heavy metals contents in spices and herbs available on the Polish market. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2007; 16(1): 97-100.
- [33] Okem A, Southway C, Stirk WA, Street RA, Finnie JF, Van Staden J. Heavy metal contamination in South African medicinal plants: A cause for concern. *South African Journal of Botany*, 2014; 93: 125-30.
- [34] Sarpong K, Dartey E, Dapaah H. Assessing concentrations of hazardous metals in medicinal plants from four selected

- districts in Ashanti region of Ghana. *International Journal of Medicinal Plant Research*, 2012; 1(3): 12-9.
- [35] Mahdiyeh Sh, Ghaderian SM, Karimi N. The effect of phosphorus absorption and accumulation of arsenic in two varieties (*Triticum aestivum* L.) wheat. *Journal of Plant Production*, 2012; 19(2): 105-21. [in Persian]
- [36] Smith E, Naidu R, Alston AM. Chemistry of inorganic arsenic in soils: II. Effect of phosphorus, sodium and calcium on arsenic sorption. *Journal of Environmental Quality*, 2002; 31(2): 557-63.
- [37] Nabiollahi K, Haidari A, Tomanian N, Savaghebi GhR. Relationship of soil characteristics in different geomorphic surfaces with spatial variability of soil arsenic (Case study: Bijar, Kurdistan Province). *Journal of Soil Management and Sustainable*, 2013; 3(2): 1-27. [in Persian]
- [38] Mohammad MJ, Athamneh BM. Changes in soil fertility and plant uptake of nutrients and heavy metals in response to sewage sludge application to calcareous soils. *Journal of Agronomy*, 2004; 3(3): 229-36.