مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۱، تیر ۱۴۰۱، ۴۷۴-۴۶۱

ارزیابی میزان تجمع برخی فلزات سنگین در تعدادی از گیاهان دارویی پرمصرف و ریسک خطر آن‌ها در کودکان و بزرگ‌سالان استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۴۰۰: یک مطالعه آزمایشگاهی

محمدحسین حبیب الهی [۲،۱]

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۱۷ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از گیاهان دارویی در بین مردم در حال افزایش است و وجود آلاینده‌هایی چون فلزات سنگین در آن‌ها می‌تواند بر روی سلامت مصرف‌کنندگان مؤثر باشد. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین میزان تجمع برخی فلزات سنگین در چند گیاه دارویی پرمصرف و ارزیابی ریسک خطر آن‌ها در کودکان و بزرگ‌سالان بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی، ۵ نوع گیاه دارویی و از هر نوع ۴ نمونه از مناطق مختلف استان سیستان و بلوچستان در بهار ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها در آزمایشگاه آماده‌سازی و هضم اسیدی شدند و از نظر غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس، ارسنیک و جیوه توسط دستگاه‌های طیف‌سنج مبتنی بر پلاسما با آشکارساز نشر نور و طیف‌سنج جذب اتمی با شعله ارزیابی گردیدند و با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و آزمون t تک نمونه‌ای و آنالیز واریانس یک‌طرفه، تحلیل آماری انجام و ریسک خطر هر یک از این فلزات به واسطه مصرف آن‌ها در کودکان و بزگ‌سالان برآورد شد.

یافته‌ها: میانگین میزان فلزات سنگین در انواع مختلف گیاهان بسیار متغیر و کم‌تر از سطح مجاز برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگ سالان بود. میزان Target Hazard Quotient (THQ) برای هر یک از فلزات و مقدار Hazard Index (HI) برای مجموع فلزات، در تمامی انواع گیاهان دارویی، با اختلاف زیادی کم‌تر از میزان مجاز (THQ/HI=۱) بود.

نتیجه‌گیری: گیاهان دارویی استان سیستان و بلوچستان دارای سطوح پایینی از آلودگی به فلزات سنگین می‌باشند و از این لحاظ مصرف آن‌ها برای کودکان و بزرگ‌سالان می‌تواند ایمن باشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، گیاهان دارویی، ارزیابی خطر، امنیت غذایی

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه علوم آزمایشگاهی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران
۲- استادیار، مرکز تحقیقات علوم بالینی سلامت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران
تلفن: ۳۳۴۴۱۶۰۰-۰۵۴، دور نگار: ۳۳۴۴۱۰۹۹-۰۵۴، پست الکترونیکی: mohamadhossein.habib@gmail.com

مقدمه

آلودگی خاک و محیط‌های آبی با فلزات سمی و سنگین مشکل جدی و در حال گسترش است. فلزات سنگین با قابلیت تجمع در زنجیره غذایی و بدن موجودات زنده یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی به شمار می‌آیند که در اثر فعالیت های کشاورزی، صنعتی و توسعه شهری میزان ورود آن‌ها به محیط رو به افزایش است و می‌توانند منجر به بروز مشکلات عدیده‌ای در سلامتی جانداران و انسان‌ها شوند [۱]. فلزات سنگین موجود در محیط به طور طبیعی وابسته به جنس خاک منطقه و یا در اثر فعالیت‌های انسانی به ویژه فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی، استفاده از سوخت‌های فسیلی، حمل و نقل و آلودگی‌های نفتی به طور دائم به محیط وارد می‌شوند و بخشی از آن‌ها پس از تجمع در خاک، توسط گیاهان جذب و در بافت آن‌ها تجمع می‌یابند. از این رو، آلودگی خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی برای گیاهان و مصرف‌کنندگان سطوح بالاتر زنجیره غذایی محسوب می‌شود [۳-۲]. فلزات سنگین حتی در غلظت‌های کم برای موجودات زنده سمیت دارند و در بدن آن‌ها تجزیه نمی‌شوند [۴] و پس از رسوب و انباشته شدن در بافت‌های آن‌ها موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی می‌شوند [۵].

پیشرفت انسان در دست‌یابی به روش‌های نوین درمانی و بهره‌وری از فن‌آوری‌های جدید دارو و تجهیزات از یک سو و ناتوانی در علاج برخی بیماری‌ها و عوارض داروهای شیمیایی سبب شده در سال‌های اخیر دنیا نگرش تازه‌ای به درمان‌های مکمل و جانبی پیدا کرده و در این راستا به طب گیاهی توجه ویژه‌ای معطوف شده است به طوری که حدود ۷۰ الی ۸۰ درصد جمعیت جهان، هم‌چنان در مراقبت های بهداشتی اولیه خود، داروهایی که عمدتاً منشأ گیاهی دارند، مصرف می‌کنند [۶]. هم‌چنین، در اذهان مردم عادی و گاهی حتی متخصصان آشنا به گیاهان دارویی این باور وجود دارد که این گیاهان به صرف طبیعی بودن عاری از هرگونه عوارض جانبی هستند [۷]، ولی با توجه به این که استفاده از گیاهان دارویی کشت شده در نواحی آلوده با 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 شوند [۹-۸]. اگر چه در مورد مفید بودن و نبود عوارض جانبی مصرف گیاهان دارویی ادعاهایی وجود دارد، اما مسمومیت‌هایی به دلیل حضور فلزات سنگین و سمی پس از استفاده از آن‌ها گزارش شده است [۱۰].

از بیش‌ترین فلزات سنگین موجود در اکوسیستم‌های زیستی می‌توان به کادمیوم، سرب، مس، ارسنیک و جیوه اشاره کرد. برخی از این فلزات مانند مس در غلظت‌های پایین برای رشد و تکثیر گیاهان ضروری هستند و در واکنش‌های زیستی نقش مهمی را بر عهده دارند ولی در غلظت‌های بالا سمی و مخرب محسوب می‌شوند. در مقابل، سایر فلزات همچون ارسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب فاقد اهمیت زیستی بوده و حتی در غلظت‌های کم باعث آلودگی‌های زیست محیطی می‌شوند. حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین براساس

اعلام سازمان غذا و دارو بهداشت جهانی (Food (FAO/WHO and Agriculture Organization/World Health Organization و کمسیون اتحادیه اروپا (European (EC Commission برای فلز کادمیوم (۵۰۰-۲۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم)، سرب (۱۵۰۰-۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم)، آرسنیک (۲۰۰۰-۱۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم)، جیوه (۵۰۰-۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و مس (کم‌تر از ۴۰۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد [۱۲-۱۱]..

تاریخچه استفاده از گیاهان دارویی بسیار طولانی و قابل تأمل است به طوری که در کشورهای جنوبی آسیا و مکان‌های رویش این گیاهان استفاده از آن‌ها بسیار مرسوم می‌باشد. میزان مصرف و نوع گیاهان دارویی مصرفی در هر منطقه‌ای از جهان با مناطق دیگر متفاوت است و این امر می‌تواند در میزان مواجهه مصرف‌کنندگان با آلودگی‌های مختلف منجمله سموم و فلزات سنگین به واسطه مصرف این گیاهان مؤثر باشد [۱۳]. ایران پیشینه‌ای طولانی در استفاده از گیاهان دارویی و طب سنتی دارد و مردم تمایل به استفاده از گیاهان دارویی از خود نشان می‌دهند. بسته به نوع گیاه دارویی از ریشه، برگ، ساقه، گل و میوه آن‌ها در طب سنتی استفاده می‌شود به عنوان نمونه برگ گیاه نعنای دشتی خاصیت ضد میکروبی و ضد اکسیدانی خوبی دارد، ریشه گیاه شیرین بیان در درمان عفونت‌های تنفسی و زخم‌های گوارشی و ریشه گیاه کاسنی به عنوان سم زدا و مقوی دستگاه گوارش استفاده می‌شود، همه قسمت‌های ریشه، برگ و میوه گیاه رازیانه خاصیت ضد التهاب و ضد اسپاسم دارد و گل‌های گیاه گاوزبان خاصیت آرام‌بخش و ضد اضطراب دارند. بر این اساس، در ایران با توجه به این‌که مصرف گیاهان دارویی رو به افزایش است، لذا پایش و ارزیابی فلزات سنگین در این نوع گیاهان ضرورت دارد [۱۸-۱۴، ۷]. هدف این مطالعه آزمایشگاهی، تعیین میزان تجمع برخی فلزات سنگین در تعدادی از گیاهان دارویی پرمصرف و ارزیابی ریسک خطر آن‌ها در کودکان و بزرگسالان استان سیستان و بلوچستان در بهار ۱۴۰۰ بود.

مواد و روش‌ها

پنج نوع از گیاهان دارویی پرمصرف شامل نعنای دشتی (*Mentha spicata*)، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، کاسنی (*Cichorium intybus*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و گل گاوزبان (*Echium amoenum*) که از هر نوع چهار نمونه از نقاط مختلف استان سیستان و بلوچستان در بهار ۱۴۰۰ جمع‌آوری شدند و پس از تأیید در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، جهت انجام آزمایشات و فرایند هضم اسیدی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. این پژوهش در مرکز تحقیقات علوم بالینی سلامت دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان انجام شد و دارای کد اخلاق IR.IAU.ZAH.REC.1400.043 از کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان می‌باشد.

در ابتدا تمامی وسایل و تجهیزات مورد استفاده در اسید نیتریک ۱۵ درصد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا ظروف از هر گونه آلودگی احتمالی کاملاً عاری گردند. برای هضم اسیدی نمونه‌ها جهت سنجش فلزات سنگین در آن‌ها، ۲ گرم

از هر نمونه گیاه دارویی (برگ نعنای دشتی، ریشه شیرین بیان و کاسنی، گیاه کامل رازیانه و گل گاوزبان با آب مقطر یک‌بار تقطیر شده شستشو و در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک، سپس پودر و آماده شدند) وزن شد و در محلول اسیدها طبق روش (ASTM) American Society of Testing and Material قرار داده شد، به این صورت که محلول اسیدی برای هر نمونه ۲ گرمی شامل ۳۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷۰ درصد، ۱۰ میلی‌لیتر اسید پرکلریدریک ۷۰ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد بود. محلول در دمای آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه روی شیکر قرار گرفت تا بخوبی مخلوط شد بعد از آن، محلول حاصل بر روی هیتر قرار گرفت تا جوش آمد و عمل گرمادادن تا زمانی ادامه پیدا کرد که از آن بخار پرکلریک خارج شد و یک عصاره شفاف حدود ۳ میلی‌لیتری حاصل گردید. سپس محلول حاصل با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ (مدل Ashless) صاف گردید و در نهایت نمونه‌های صاف شده در بالن‌های ۲۵ میلی‌لیتری، با آب مقطر دیونیزه به حجم رسانده شد و در بطری‌های پلی‌اتیلنی ذخیره شدند [۱۹، ۱۲].

برای اندازه‌گیری یون‌های فلزی کادمیوم، سرب و مس از دستگاه طیف‌سنج مبتنی بر پلاسما با آشکارساز نشر نور (ICP-OES; SPECTRO, Germany) همراه با V-groove nebulizer و Scott spray chamber ساخته شده از شیشه کوارتز و مجهز به آشکارساز دستگاه شارژ (CCD) که قابلیت تشخیص در گستره میکروگرم تا نانوگرم بر کیلوگرم را داراست، استفاده شد. علاوه بر این از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی با شعله (FAAS) مدل Varian spectrAA 220, Australia برای اندازه‌گیری عناصر ارسنیک و جیوه که قابلیت اندازه‌گیری فلزات سنگین در حد میلی‌گرم تا میکروگرم بر کیلوگرم را داراست، استفاده شد. لوله‌های گرافیتی مورد استفاده برای آنالیزها از نوع پیرولیتیک با پلت‌فرم بودند و تداخل خاصی از اثرات فیزیکی، شیمیایی و ماتریکس در هیچ نمونه‌ای مشاهده نشد و تصحیح زمینه پیوسته برای تشخیص تمام جذب خاص کافی بود. غلظت هر فلز سنگین در هر نمونه گیاه دارویی سه بار اندازه‌گیری و میانگین غلظت ثبت گردید. اعتبارسنجی نتایج به‌دست آمده با یک برنامه کنترل کیفیت دقیق براساس نمونه استاندارد (SRM1568b) Standard Reference Material 1568b انجام شد (نمونه استاندارد حاوی مقادیر مشخصی از غلظت فلزات سنگین است که جهت کنترل عملکرد صحیح به دستگاه تزریق و بررسی دقت دستگاه صورت می‌گیرد) [۲۰].

برای ارزیابی خطر هر گیاه دارویی از مدل شبیه‌سازی مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار کریستال‌بال (Crystal Ball (Oracle, version11.1.2.4 استفاده شد. بر این اساس طبق معادله ۱ با استفاده از فرمول ضریب هدف خطر (THQ) Target Hazard Quotient براساس میزان تخمین جذب روزانه هر یک از گیاهان دارویی Estimated Daily Intake (EDI) بر میزان دوز مرجع خوراکی Reference Dose (RfD) براساس میلی‌گرم بر کیلوگرم در هر روز که توسط US Environmental Protection Agency (USEPA) تعیین شده است محاسبات انجام شد [۲۲-۲۱].

معادله ۱ $THQ = \frac{EDI}{RfD}$

برای محاسبه فرمول ۱ ابتدا (EDI) براساس معادله ۲ محاسبه شد که در آن Exposure Frequency (EF) فرکانس در معرض بودن براساس تعداد روزهای سال، Exposure (ED) Duration مدت زمان در معرض بودن که برای کودکان ۶ سال و بزرگسالان ۳۰ سال در نظر گرفته شد، Ingestion (IR) Rate نرخ بلع براساس گرم در روز از هر گیاه دارویی، (MC) Metal Concentration غلظت فلز براساس میکروگرم در کیلوگرم، Body Weight of consumers (BW) وزن مصرف کننده که برای کودکان ۱۵ و بزرگسالان ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد، Average Time (AT) میانگین زمانی مصرف در هر روز می‌باشد [۲۱].

معادله ۲ $EDI = \frac{(EF \times ED \times IR \times MC)}{(BW \times AT)}$

در نهایت بر این اساس شاخص خطر Hazard Index (HI) با جمع کردن مقادیر THQ همه فلزات سنگین در هر گیاه دارویی و بر طبق معادله ۳، (مجموع خطر برای هر گیاه دارویی) به‌دست آمد.

هنگامی که THQ کم‌تر از ۱ باشد این خروجی از نظر اثرات سیستمیک مزمن و سرطان‌زایی یک خطر قابل قبول در نظر گرفته نمی‌شود، در حالی که اگر این دو پارامتر (THQ و HI) بیش‌تر از ۱ باشند، خطر سرطان‌زا بودن قابل قبول می‌باشد و ریسک سرطان‌زایی مطرح می شود. بنابراین HI<۱، شاخص خطر کم‌تر از استاندارد است و ایمن در نظر گرفته می‌شود، اما سطح نگرانی و سرطان‌زایی زمانی است که ۵>HI>۱ باشد. پس اگر میزان THQ برای هر یک از فلزات و مقدار HI برای مجموع فلزات، در تمامی انواع گیاهان دارویی، با اختلاف زیادی کم‌تر از میزان مجاز (THQ/HI=۱) باشد، خطرات سیستمیک و سرطان‌زایی در نظر گرفته نمی‌شود [۲۵-۲۲].

معادله ۳ $HI = THQ_{As} + THQ_{Pb} + THQ_{Cu} + \cdots$

برای تجزیه و تحلیل های آماری از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۴ استفاده شد. به این صورت که برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون ناپارامتریک Kolmogorov-Smirnov و برای مقایسه میانگین غلظت تجمع یافته عناصر در نمونه‌ها بر طبق اعلام سازمان غذا و دارو بهداشت جهانی (FAO/WHO) و کمسیون اتحادیه اروپا (EC) از آزمون t یک نمونه‌ای و آنالیز واریانس یک‌طرفه، در سطح معنی‌دار p<۰/۰۵ استفاده شد.

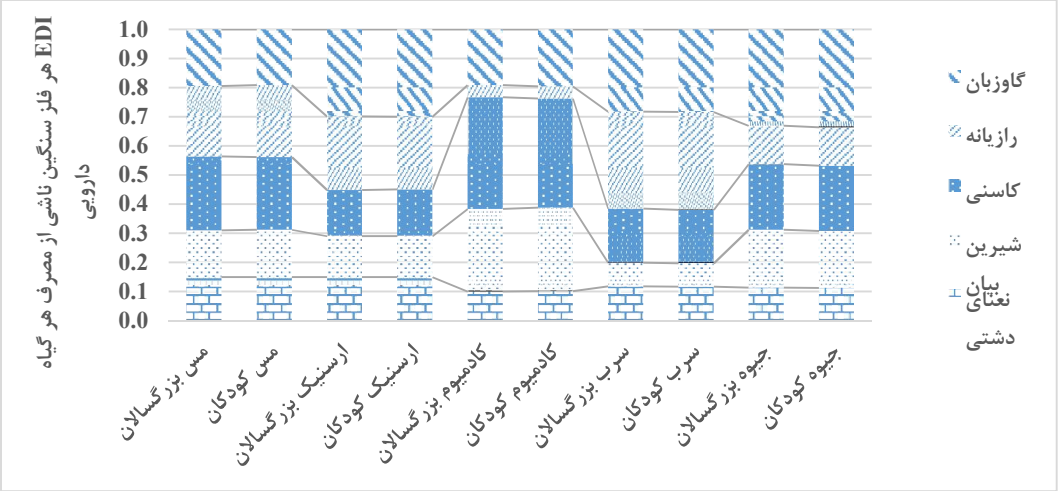
نتایج

میانگین و انحراف معیار غلظت عناصر سنگین تجمع یافته در گیاهان دارویی مورد بررسی در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج مقایسه آماری میانگین غلظت تجمع یافته عناصر مورد ارزیابی با استانداردهای جهانی FAO/WHO و EC، بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ بود به طوری که میانگین هر فلز در تمام نمونه‌های گیاهی به طور معنی‌داری کم‌تر از حدمجاز بود. بیش‌ترین میانگین غلظت فلزات مربوط به فلز مس و کم‌ترین مربوط به جیوه و کادمیوم بود. بالاترین میانگین غلظت آلودگی به ارسنیک و جیوه مربوط به گل گاوزبان، کادمیوم و مس مربوط به ریشه کاسنی و سرب در گیاه رازیانه بود.

جدول ۱- میانگین غلظت فلزات سنگین موجود در گیاهان دارویی مورد بررسی در استان سیستان و بلوچستان در بهار ۱۴۰۰

فلز سنگین / گیاه دارویی	ارسنیک (میکروگرم/کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین	کادمیوم (میکروگرم/کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین	سرب (میکروگرم/کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین	جیوه (میکروگرم/کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین	مس (میکروگرم/کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین
نعنای دشتی	۰/۴۵ ± ۰/۱۲	۰/۱۷ ± ۰/۰۳	۱/۳۵ ± ۰/۲۹	۰/۱۲ ± ۰/۰۳	۱۸۰/۹۱ ± ۷۲/۴۳
شیرین بیان	۰/۴۲ ± ۰/۲۴	۰/۴۸ ± ۰/۰۹	۰/۹۲ ± ۰/۰۸	۰/۲۱ ± ۰/۰۷	۱۹۵/۷۰ ± ۸۴/۷۳
کاسنی	۰/۴۸ ± ۰/۱۱	۰/۶۴ ± ۰/۱۲	۲/۱۳ ± ۰/۴۹	۰/۲۴ ± ۰/۰۵	۳۱۰/۹۳ ± ۱۲۵/۸۱
رازیانه	۰/۷۵ ± ۰/۱۳	۰/۰۷ ± ۰/۰۱	۳/۷۵ ± ۱/۰۵	۰/۱۴ ± ۰/۰۷	۲۹۵/۷۴ ± ۱۳۵/۴۴
گاوزبان	۰/۸۹ ± ۰/۲۴	۰/۳۲ ± ۰/۰۹	۳/۱۵ ± ۲/۵۶	۰/۳۵ ± ۰/۱۱	۲۳۱/۴۱ ± ۱۰۸/۹۱
حد مجاز [۱۲-۱۱]	<۲۰۰۰	<۵۰۰	<۱۵۰۰	<۵۰۰	<۴۰۰۰۰
درصد میانگین به حدمجاز	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۴۹

میزان تخمین جذب روزانه (EDI) برای هر گیاه دارویی براساس EF، ED، IR وMC بر BW و AT، محاسبه گردید. در این محاسبه پارامترهای مستقل در مورد کودکان و بزرگسالان به صورت یکسان در نظر گرفته شد (عدد ثابت یک در هر دو گروه کودکان و بزرگسالان) و تفاوت اصلی در غلظت هر فلز سنگین در هر گیاه دارویی و وزن فرد بود تا فقط تأثیر این پارامترهای متغیر در ریسک خطر مربوط به فلزات سنگین سنجیده شود. نتایج به صورت مقایسه EDI هر فلز سنگین ناشی از مصرف روزانه هر گیاه دارویی در کودکان و بزرگسالان در نمودار ۱ آمده است.



نمودار ۱- مقایسه EDI فلزات سنگین ناشی از مصرف هر گیاه دارویی در کودکان و بزرگسالان

براساس آزمون t مقایسه میانگین غلظت هر یک از فلزات سنگین در گیاهان دارویی با EDI ناشی از مصرف روزانه گیاهان دارویی مشخص کرد که ورود این فلزات به بدن کودکان و بزرگسالان تفاوت معنی‌داری در سطح $p<۰/۰۵$ دارد. نمودار ۱ نشان داد که حتی با وجود اختلاف وزن و میزان مصرف هر گیاه دارویی در کودکان و بزرگسالان، میزان ورود

هر فلز سنگین به بدن افراد کاملاً وابسته به غلظت فلز سنگین در گیاه است. بر همین اساس ضریب هدف خطر (THQ) برای هر فلز سنگین در هر گیاه دارویی در کودکان و بزرگسالان محاسبه شد که نتایج در جدول ۲ آمده است.

THQ برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان بسیار کم‌تر از حدمجاز یک بود (THQ<۱) و چون شاخص خطر (HI) از مجموع THQ فلزات سنگین در هر گیاه محاسبه می شود و مجموع آن‌ها هم کم‌تر از یک بود (HI<۱) پس میزان فلزات سنگین در هر گیاه دارویی به طور قابل ملاحظه‌ای کم‌تر از مقدار مجاز به‌دست آمد (THQ/HI=۱) و مصرف این گیاهان دارویی از نظر آلودگی به فلزات سنگین مورد بررسی، در کودکان و بزرگسالان می تواند ایمن باشد (جدول۲).

جدول ۲- THQ هر فلز سنگین برای کودکان و بزرگسالان در گیاهان دارویی مورد بررسی در استان سیستان و بلوچستان در بهار ۱۴۰۰

فلز سنگین	ارسنیک		کادمیوم		سرب		جیوه		مس	
گیاه دارویی	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان	بزرگسالان	کودکان
نعنای دشتی	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۵۰	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۰۱۵
شیرین بیان	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۷۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۶
کاسنی	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۸۲	۰/۰۰۰۵۶	۰/۰۰۲۶
رازیانه	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۲۵
گاوزبان	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۹۹	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳۱	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۱۲۱	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۱۹
حد مجازTHQ [۲۴-۲۵]	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱

بحث

در سال‌های اخیر با توجه به محبوبیت و استفاده زیاد از گیاهان دارویی در سراسر جهان، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه سلامت و مشکلات احتمالی ناشی از مصرف آن‌ها صورت گرفته که یکی از این موارد بررسی آلودگی‌ها خصوصاً تجمع فلزات سنگین در آن‌هاست [۲-۱]. یافته‌های این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس، آرسنیک و جیوه در انواع مختلف گیاهان دارویی پرمصرف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان سیستان و بلوچستان شامل نعنای دشتی، شیرین بیان، کاسنی، رازیانه و گل گاوزبان بسیار کم‌تر از حدمجاز استاندارد جهانی FAO/WHO و EC بود، میزان THQ و HI برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان برای هر یک از فلزات در تمامی انواع گیاهان دارویی و هم‌چنین نسبت THQ/HI با اختلاف زیادی کم‌تر از میزان مجاز یک به‌دست آمد، پس مصرف این گیاهان از نظر فلزات سنگین مورد بررسی در کودکان و بزرگسالان می‌تواند ایمن باشد.

مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شده که نشان دهنده امنیت مصرف گیاهان دارویی از نظر غلظت فلزات سنگین می‌باشد. Barki Vandi و همکارانش در شهر همدان با بررسی تعیین شاخص مخاطره سلامت فلزات سنگین آرسنیک، آلومینیوم، روی و مس بر روی گیاهان دارویی بادرنجبویه و

گل گاوزبان گزارش کردند که میانگین چهار فلز مذکور در این گیاهان در حدمجاز و کم‌تر از شاخص مخاطره سلامت بود. آن‌ها نشان دادند که میزان THQ مربوط به این فلزات سنگین در دو نوع گیاه دارویی مورد بررسی برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان، کم‌تر از حد قابل قبول بود [۱۶]. هم چنین در مطالعه Karimi و همکارانش در شهر همدان بر روی بررسی مخاطره تجمع ارسنیک در گیاهان دارویی عرضه شده در بازار مشخص شد که میانگین ارسنیک در چهار گیاه دارویی پرمصرف شامل آویشن شیرازی، بنفشه، پونه و عناب به ترتیب برابر با ۰/۰۲۶±۰/۰۳۵، ۰/۰۲۹±۰/۰۳۳، ۰/۰۲±۰/۰۲۹ و ۰/۰۱۶±۰/۰۱۸ میکروگرم بر کیلوگرم بود که تمامی این مقادیر از میانگین ارسنیک در گیاهان دارویی مورد بررسی در مطالعه حاضر کم‌تر بود. آن‌ها نشان دادند میزان THQمربوط به فلزات سنگین ارسنیک و روی، در چهار نوع گیاه دارویی پرمصرف در شهر همدان برای هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان، کم‌تر از حدمجاز بود [۱۵]. در مطالعه Geronimo و همکارانش در ارزیابی ۸ نوع فلز سنگین مختلف در ۶ نوع گیاه دارویی تولید شده در برزیل مشخص شد که برای تمامی فلزات و تمامی گیاهان دارویی، میزان THQ و HI کم‌تر از حدمجاز بود [۲۶]. همان‌گونه که در مطالعه حاضر در استان سیستان و بلوچستان مقادیر فلزات سنگین در گیاه مورد بررسی بسیار پایین‌تر از حدمجاز بود، نتایج این مطالعات نیز نشان دهنده امنیت مصرف گیاهان دارویی از نظر غلظت فلزات سنگین برای کودکان و بزرگسالان در بسیاری از مناطق جهان است که این موضوع وابسته به میزان بکر بودن و آلوده نبودن آب، خاک و هوای مناطق جمع‌آوری این گیاهان دارد. کشت طبیعی و بدون استفاده از کودهای شیمیایی و روش‌های مصنوعی و مکانیزه، در پایین بودن غلظت تجمع فلزات سنگین در این گیاهان مؤثر است به طوری که کشت در مناطق صنعتی و آلوده به فاضلاب‌های کارخانه‌جات می‌تواند باعث بالا رفتن غلظت تجمع فلزات سنگین بیش از استانداردهای جهانی مصرف در این گیاهان شود [۱۳].

Kohzadi و همکارانش در بررسی غلظت، منبع و خطر بالقوه فلزات سنگین برای سلامتی انسان در گیاهان دارویی در ۱۶ نوع گیاه دارویی عرضه شده به بازار شهر سنندج نشان دادند که میانگین کلی گزارش شده برای اکثر فلزات سنگین، با نتایج پژوهش حاضر تقریباً مشابه، و بسیار پایین‌تر از حدمجاز و مخاطره بود. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که میزان THQ برآورد شده مربوط به فلزات سنگین ارسنیک، کادمیوم، مس، آهن، جیوه، منگنز، نیکل، سرب و روی در ۱۶ نوع گیاه دارویی عرضه شده به بازار شهر سنندج کم‌تر از حدمجاز بود در حالی که THQ برآورد شده مربوط به فلزات آلومینیوم و کروم بیش‌تر از حدمجاز بود [۲۷]. همین‌طور Meseret و همکارانش در ارزیابی خطر سلامت و تعیین برخی از فلزات سنگین در فرآورده‌های گیاهی سنتی رایج در شمال شرقی اتیوپی فلزات کادمیوم، کروم و مس در ۶ نوع گیاه دارویی پرمصرف در اتیوپی نشان دادند که میزان THQ مربوط به کروم برای دو نوع گیاه دارویی برای گروه سنی بزرگسال بالاتر از حدمجاز بود در حالی که میزان HI حاصل از هر سه فلز مورد بررسی برای هر ۳ نوع گیاه دارویی بالاتر از حد قابل

قبول (بیش‌تر از یک) بود [۲۱]. Adusei-Mensah و همکارانش با بررسی محتوای فلزات سنگین و ارزیابی خطر سلامتی فرآورده‌های دارویی گیاهی در کوماسی غنا ۶ نوع گیاه دارویی عرضه شده را از نظر فلزات سنگین کروم، منگنز، نیکل، مس، ارسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه ارزیابی نمودند و نتایج آن‌ها مشخص کرد که میزان THQ مرتبط با همه فلزات سنگین به جز مس در تمامی ۶ نوع گیاه دارویی مورد بررسی برای هر دو گروه سنی بزرگسالان و کودکان، کم‌تر از میزان مجاز بود [۲۸]. مطالعات صورت گرفته در مناطق مختلف ایران و جهان، که در برخی موارد غلظت بالای فلزات سنگین و سمی را بیش از حد مجاز در گیاهان دارویی گزارش می‌کند، می تواند ناشی از جنس خاک و یا آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد شده در این مناطق باشد، چرا که بسیاری از مطالعات نشان داده گونه‌های زیادی از گیاهان قابلیت جذب و تجمع فلزات سنگین در ساختار خود را دارند [۲۹] و این موضوع لزوم پایش خاک، آب، هوا و گیاهان در این مناطق را نشان می‌دهد. در این پژوهش مشخص شد که غلظت فلزات سنگین در انواع مختلف گیاهان دارویی بسیار متغیر بوده و با یکدیگر اختلاف معناداری دارد. با بررسی میانگین غلظت هر کدام از فلزات سنگین نسبت به حدمجاز مصرف در گیاهان دارویی به ترتیب بیش‌ترین غلظت مربوط به فلزات مس، سرب، کادمیوم، جیوه و ارسنیک بود. در بررسی کلی میزان جذب فلزات سنگین توسط گیاهان دارویی بیش‌ترین میزان جذب توسط ریشه گیاه کاسنی مشاهده شد. متفاوت بودن میزان فلزات سنگین در گیاهان دارویی مختلف می‌تواند به خاطر عوامل محیطی و غیرمحیطی متعدد باشد. آلودگی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی گیاهان به فلزات سنگین می باشد بنابراین، جلوگیری از آلودگی خاک می‌تواند در کاهش میزان فلزات سنگین در گیاهان دارویی بسیار مؤثر باشد [۱۶]. از عوامل تأثیرگذار دیگر تفاوت در جنس و گونه این گیاهان است که گونه‌های مختلف گیاهان قابلیت جذب غلظت‌های متفاوتی از فلزات سنگین توسط ریشه و اندام‌های هوایی خود را دارند [۳۰-۲۹]. بنابراین با توجه به نتایج کسب شده پایش جنس خاک، آلودگی خاک محل رویش گیاهان دارویی و ارتباط آن با میزان تجمع فلزات سنگین موجود پیشنهاد می گردد تا پتانسیل جذب و تجمع این فلزات توسط هر یک از اندام‌های گیاهان دارویی مشخص شود.

در پژوهش حاضر همان‌طور که مشخص شد تمامی گیاهان دارویی بررسی شده به تمامی فلزات مورد بررسی آلوده بودند ولی میزان غلظت فلزات سنگین در آن‌ها بسیار پایین‌تر از حد مجاز بود. به‌خاطر نبود اطلاعات کافی در مورد جنس خاک و وضعیت محیطی مناطق جمع‌آوری نمونه‌ها، علت پایین بودن غلظت فلزات سنگین در گیاهان دارویی مورد بررسی دقیقاً روشن نیست و می‌تواند به دلیل بکر بودن و عدم وجود صنایع شیمیایی و پتروشیمی در استان سیستان و بلوچستان باشد. با این وجود با توجه تقاضای بالا و افزایش سرآمد مصرف گیاهان دارویی در ایران و جهان و هم‌چنین به دلیل صنعت پر سود آن، پایش وضعیت سلامت و بررسی آلودگی‌های احتمالی در گیاهان دارویی خصوصاً گیاهان دارویی وارداتی به کشور توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل می‌توان گفت که میزان فلزات سنگین مورد بررسی در گیاهان دارویی استان سیستان و بلوچستان در سطح پایینی بوده به طوری که میانگین تمامی فلزات از سطح مجاز مربوط به آن‌ها کم‌تر بود. با توجه به پایین بودن غلظت فلزات سنگین، فاکتور مربوط به اثرات غیرسرطانزایی هر یک از فلزات (THQ) و مجموع فلزات (HI) کم‌تر از سطح مجاز (THQ/HI=۱) بود. مهم‌ترین دلیل پایین‌بودن سطح فلزات سنگین در گیاهان دارویی بررسی شده رویش طبیعی این گیاهان در مناطق دور از مناطق شهری و صنعتی می‌باشد که تحت تأثیر آلاینده‌های محیطی نمی‌باشند پس استفاده از آن‌ها از نظر این فلزات سنگین می‌تواند ایمن باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی مصوب شورای پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان (با کد پژوهشی ۸۳۳) است. به این وسیله نویسنده مراتب تشکر و قدردانی خود را از ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان و معاونت محترم پژوهش و فن-آوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان که مساعدت لازم در پرداخت هزینه‌های طرح را داشتند و هم‌چنین مرکز تحقیقات علوم بالینی سلامت دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان جهت فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی و همه پرسنل و همکاران محترم آزمایشگاه که در انجام پژوهش حاضر همکاری و مساعدت نمودند ابراز می‌نماید.

References

[1] Habibollahi MH, Karimyan K, Arfaeinia H, Mirzaei N, Safari Y, Akramipour R, et al. Extraction and determination of heavy metals in soil and vegetables irrigated with treated municipal wastewater using new mode of dispersive liquid–liquid microextraction based on the solidified deep eutectic solvent followed by GFAAS. *J Sci Food Agr* 2019; 99(2): 656-65.

[2] Habibollahi MH, Kargar M, Damangir A, Nabizadeh S. Isolation and Evaluation of Meso-Philic, Thermo-Philic and SRBs Bacteria and Fungi Effective On the Effluent Wastewater in the Moulding Industrials. *JEST* 2014; 16(1): 31-7. [Farsi]

[3] Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. Toxicity, mechanism and

health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol* 2014; 7(2): 60-72.

[4] Barbosa Jr F. Toxicology of metals and metalloids: Promising issues for future studies in environmental health and toxicology. *J Toxicol Environ Health A* 2017; 80(3): 137-44.

[5] Ahmed ASS, Rahman M, Sultana S, Babu SMOF, Sarker MSI. Bioaccumulation and heavy metal concentration in tissues of some commercial fishes from the Meghna River Estuary in Bangladesh and human health implications. *Marine Pollution Bulletin* 2019; 145: 436-47.

[6] El-Dahiyat F, Rashrash M, Abuhamdah S, Abu Farha R, Babar ZUD. Herbal medicines: a cross-sectional study to evaluate the prevalence and predictors of use among Jordanian adults. *J Pharmaceut Pol Pract* 2020; 13(1): 2.

[7] 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. [Farsi]

[8] Locatelli C, Melucci D, Locatelli M. Toxic metals in herbal medicines. A review. *Current Bioactive Compounds* 2014; 10(3): 181-88.

[9] Jena V, Gupta S. Study of heavy metal distribution in medicinal plant basil. *J Environ Anal Toxicol* 2012; 2(8): 161-162.

[10] Olusola JA, Akintan OB, Erhenhi HA, Osanyinlusi OO. Heavy Metals and Health Risks Associated with Consumption of Herbal Plants Sold in a Major Urban Market in Southwest, Nigeria. *Journal of Health and Pollution* 2021; 11(31): 210915.

[11] Sobhanardakani S, Jafari SM. Investigation of As, Hg, Zn, Pb, Cd and Cu Concentrations in Muscle Tissue of Cyprinus carpio. *J-Mazand-Univ-Med-Sci* 2014; 24(116): 184-95. [Farsi]

[12] Tahsini h, Gavilian h. assessment risk Food of heavy metals Cd, Pb, Zn and Cu from the consumed crops have been distributed in Sanandaj. *muk-zanko* 2016; 17(54): 62-72. [Farsi]

[13] Ekor M. The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Front Pharmacol* 2014; 10(4): 177.

[14] Dolatkhahi M, Dolatkhahi A, Nejad JB. Ethnobotanical study of medicinal plants used in Arjan - Parishan protected area in Fars Province of Iran. *Avicenna J Phytomed* 2014; 4(6): 402-12.

[15] Karimi M, Tayebi L, Sobhanardakani S. Levels and health risk assessment of as and Zn in Shirazi thyme, sweet violet, pennyroyal and jujube marketed in Hamedan city. *Journal of Food Hygiene* 2017; 6(24): 43-53. [Farsi]

[16] Barki Vandi N, Sobhan Ardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of heavy metals (As, Al, Zn and Cu) in lemon balm and borage Marketed in Hamedan City. *JSUMS* 2017; 24(4): 265-71. [Farsi]

[17] Abdi S, Shams K, Kobraee S. Measurement of Heavy Metals, Lead and Cadmium, in Ten Major Medicinal Plants in Kermanshah. *Applied Biology* 2017; 6(24): 43-50. [Farsi]

[18] Buso P, Manfredini S, Reza Ahmadi-Ashtiani H, Sciabica S, Buzzi R, Vertuani S, et al. Iranian Medicinal Plants: From Ethnomedicine to Actual Studies. *Medicina* 2020; 56(3): 1-50.

[19] Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH, Danesh pajouh M. Determination of Pb,Cd,Cr and Ni concentration in Imported Indian Rice to Iran. *IJHE* 2011; 4(1): 77-84. [Farsi]

[20] Naseri M, Vazirzadeh A, Kazemi R, Zaheri F. Concentration of some heavy metals in rice types available in Shiraz market and human health risk assessment. *Food Chem* 2015; 175: 243-48.

[21] Meseret M, Ketema G, Kassahun H. Health Risk Assessment and Determination of Some Heavy Metals in Commonly Consumed Traditional Herbal Preparations in Northeast Ethiopia. *Journal of Chemistry* 2020; 2020: ID: 8883837.

[22] Heibati B, Pollitt KJG, Karimi A, Yazdani Charati J, Ducatman A, Shokrzadeh M, et al. BTEX exposure assessment and quantitative risk assessment among petroleum product

distributors. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2017; 144: 445-49.

[23] Jia Z, Li S, Wang L. Assessment of soil heavy metals for eco-environment and human health in a rapidly urbanization area of the upper Yangtze Basin. *Sci Rep* 2018; 8(1): 3256-70.

[24] Kamunda C, Mathuthu M, Madhuku M. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soils from Witwatersrand Gold Mining Basin, South Africa. *Int J Environ Res Public Health* 2016; 13(7): 663-74.

[25] Moradi Baseri M, Kamani H, Ashrafi S, Bazrafshan E, Kord Mostafapour F. Non-carcinogenic risk assessment of Hg and Cu in streets dusts of Zahedan city. *Iran J Health & Environ* 2018; 11(3): 391-402. [Farsi]

[26] Geronimo ACR, Melo ESP, Silva KRN, Pereira HS, Nascimento VA, Machate DJ, et al. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals and Metalloids in Herbal Medicines Used to Treat Anxiety: Monitoring of Safety. *Front Pharmacol* 2021; 12.

[27] Kohzadi S, Shahmoradi B, Ghaderi E, Loqmani H, Maleki A. Concentration, Source, and Potential Human Health Risk of Heavy Metals in the Commonly Consumed Medicinal Plants. *Biol Trace Elem R* 2019; 187(1): 41-50.

[28] Adusei-Mensah F, Essumang DK, Agjei RO, Kauhanen J, Tikkanen-Kaukanen C, Ekor M. Heavy metal content and health risk assessment of commonly patronized herbal medicinal preparations from the Kumasi metropolis of Ghana. *J Environ Health Sci Eng* 2019; 17(2): 609-18.

[29] Shojaei S, Jafarpour A, Shojaei S, Gyasi-Agyei Y, Rodrigo-Comino J. Heavy metal uptake by plants from wastewater of different pulp concentrations and contaminated soils. *Journal of Cleaner Production* 2021; 296: 126345.

[30] Zwolak A, Sarzyńska M, Szpyrka E, Stawarczyk K. Sources of soil pollution by heavy metals and their accumulation in vegetables: A review. *Water Air & Soil Pollution* 2019; 230(7): 1-9.

Evaluation of the Amount of the Accumulation of Some Heavy Metals in a Number of Commonly Used Medicinal Plants and Their Risk in Children and Adults in Sistan and Baluchestan Province in 2021: A Laboratory Study

Mohammad Hossein Habibollahi[1,2]

Received: 07/06/22 Sent for Revision: 29/06/22 Received Revised Manuscript: 12/07/22 Accepted: 17/07/22

Background and Objectives: The use of medicinal plants is increasing among people and the presence of pollutants such as heavy metals in them can affect the health of consumers. Therefore, the purpose of this study was to determine the amount of accumulation of some heavy metals in a number of commonly used medicinal plants and to evaluate their risk in children and adults.

Materials and Methods: In this laboratory study, 5 types of medicinal plants, 4 samples of each type, were collected from different regions of Sistan and Baluchestan province in the spring of 2021. The samples were prepared and acid digested in the laboratory and were evaluated in terms of the concentration of Cd, Pb, Cu, As, and Hg by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) and flame atomic absorption spectroscopy (FAAS). Data was analyzed by using Kolmogorov-Smirnov, one-sample t-test, and one-way ANOVA, and the risk of each of these metals was estimated due to their consumption in children and adults.

Results: The average amount of heavy metals in different types of plants was very variable and lower than the permissible level for both children and adults. Target hazard quotient (THQ) for each of the metals and Hazard Index (HI) for all metals, in all types of medicinal plants, were significantly lower than the permissible level (THQ/HI=1).

Conclusion: Medicinal plants of Sistan and Baluchestan province have low levels of heavy metal contamination and their consumption is completely safe for children and adults.

Key words: Heavy metals, Medicinal plants, Risk assessment, Food security

Funding: This study was funded by Islamic Azad University of Zahedan, Iran.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Islamic Azad University of Zahedan approved the study (IR.IAU.ZAH.REC.1400.043).

How to cite this article: Habibollahi Mohammad Hossein. Evaluation of the Amount of the Accumulation of Some Heavy Metals in a Number of Commonly Used Medicinal Plants and Their Risk in Children and Adults in Sistan and Baluchestan Province in 2021: A Laboratory Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2022; 21 (4): 461-74. [Farsi]

1- Assistant Prof., Dept. of Laboratory Sciences, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran
2- Assistant Prof., Health Clinical Sciences Research Center, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran
ORCID: 0000-0002-2338-7215
(Corresponding Author) Tel: (054) 33441600, Fax: (054) 33441099, E-mail: mohamadhossein.habib@gmail.com