

## ***Determination of Pollutants and Mineral Element Levels in Widely Consumed Medicinal Plants in Mazandaran Province***

Mohammad Reza Shiran<sup>1</sup>,  
Reza Fallahi<sup>2</sup>,  
Esmail Babanezhad<sup>3</sup>,  
Sima Jafarirad<sup>4,5</sup>,  
Fatemeh Khaleghi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>2</sup> Doctor of Pharmacy, The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Nutrition and Metabolic Diseases Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>5</sup> Department of Nutrition, School of Allied Medical Sciences, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>6</sup> PhD in Natural Products Chemistry, The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received March 14, 2021 Accepted November 16, 2021)

### ***Abstract***

**Background and purpose:** Extensive use of various forms of medicinal plants makes it necessary to continuously monitor the production and supply of these plants. Also, it is important to study metal and pesticide contaminants in medicinal plants in order to prevent hazards from their consumption. This study aimed at investigating the pollutants and mineral element levels in widely consumed medicinal plants in Mazandaran province, Iran.

**Materials and methods:** In this descriptive study, 19 plant samples, including *Melissa officinalis*, *Mentha piperita*, *Echium amoenum*, *Lippia citriodora*, *Rosa damascena*, etc. were collected from four medicinal plant farms in Behshahr, Sari, Babol, and Baladeh Noor in Mazandaran province in spring and summer of 2020. Measurement of elements in plant samples was performed using induction coupled plasma device (ICP) and Determination of agricultural pesticide residues was carried out using GC/MS.

**Results:** Among the samples examined, residues of agricultural pesticides were not detected in any samples. Different levels of heavy metals and essential elements in the same species of plants could be due to various factors, including water, soil, and air pollution. The highest amount of lead was observed in lemon beebrush (5.938 ppm) in Behshahr and peppermint (4.4 31 ppm) in Babol. The highest amount of cadmium was detected in stevia collected (0.291 ppm) from Sari.

**Conclusion:** Despite the relative lack of risk of samples studied, different forms of medicinal plants should be used with caution. Medicinal plant farms also need to be regularly monitored and precautions must be taken to control heavy metal contamination in plant-based foods.

**Keywords:** medicinal plants, minerals, food safety, health hazards

**J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31 (203): 127-139 (Persian).**

\* **Corresponding Author: Fatemeh Khaleghi** - The Health of Plant and Livestock Products Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: ftkhaleghi@yahoo.com)

# بررسی آلاینده ها و سطوح عناصر معدنی گیاهان دارویی پر مصرف در استان مازندران

محمدرضا شیران<sup>1</sup>

رضا فلاحی<sup>2</sup>

اسماعیل بابانژاد<sup>3</sup>

سیمنا جعفری راد<sup>4,5</sup>

فاطمه خالقی<sup>6</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** مصرف گسترده اشکال مختلف گیاهان دارویی، نظارت و پایش مستمر بر تولید و عرضه این گیاهان و بررسی آلاینده‌های فلزی و سموم کشاورزی در گیاهان دارویی را به جهت جلوگیری از مخاطرات احتمالی ناشی از مصرف آن‌ها، ضروری می‌سازد. لذا در مطالعه حاضر آلاینده‌ها و سطوح عناصر معدنی گیاهان دارویی پر مصرف در استان مازندران بررسی شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی، 19 نمونه گیاهی شامل بادرنجبویه، نعنا فلفلی، گل‌گاوزبان، به‌لیمو، گل‌رز و... از 4 مزرعه تولید گیاهان دارویی در استان مازندران در شهرستان‌های بهشهر، ساری، بابل و بلده نور در بهار و تابستان سال 1399 جمع‌آوری شد. اندازه‌گیری عناصر موجود در گیاه با دستگاه پلاسما جفت شده القایی و بررسی باقیمانده سموم کشاورزی با روش کروماتوگرافی گازی انجام شد.

**یافته‌ها:** در گیاهان مورد مطالعه، هیچ مقداری از سموم کشاورزی تشخیص داده نشد. سطوح متفاوتی از فلزات سنگین و عناصر ضروری در نوع یکسانی از گیاهان، می‌تواند ناشی از عوامل متعددی از جمله آلودگی آب، خاک و هوا باشد. بیشترین مقدار سرب برای گیاه به‌لیمو از شهرستان بهشهر با مقدار 5/938 ppm و پس از آن 4/431 ppm برای گیاه نعنا فلفلی از شهرستان بابل بود. بیشترین میزان کادمیوم گزارش شده در نمونه‌های گیاهی مربوط به گیاه استویا از شهرستان ساری (0/291 ppm) بود.

**استنتاج:** با وجود فقدان نسبی خطرات حاصل از یافته‌های مطالعه حاضر، بهتر است اشکال مختلف گیاهان دارویی با احتیاط مصرف شوند. همچنین لازم است مزارع کشت گیاهان دارویی به‌طور منظم از نظر وجود آلاینده‌ها مورد پایش قرار گرفته و احتیاط‌هایی برای مهار آلودگی فلزات سنگین در غذاهای گیاهی انجام شود.

**واژه های کلیدی:** گیاهان دارویی، عناصر معدنی، ایمنی غذایی، مخاطرات بهداشتی

## مقدمه

سال‌های گذشته استفاده از گیاهان دارویی و دم - نوش‌های گیاهی بدون توجه به عوارض احتمالی ناشی از مصرف آن‌ها به طرز چشمگیری افزایش یافته است. هنوز در بیش تر کشورها، بسیاری از محصولات گیاهی

E-mail: ftkhaleghi@yahoo.com

**مؤلف مسئول:** فاطمه خالقی - ساری؛ دانشگاه علوم پزشکی مازندران - مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی

1. دانشیار، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  2. داروساز، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  3. استادیار، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  4. دانشیار، مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری های متابولیک، انسیتو تحقیقات بالینی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، اهواز، ایران
  5. گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، اهواز، ایران
  6. دکتري شیمی گرایش ترکیبات طبیعی، مرکز تحقیقات سلامت فرآورده های گیاهی و دامی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
- تاریخ دریافت: 1399/12/24 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1399/12/25 تاریخ تصویب: 1400/8/25

به عنوان دارو فرموله نمی‌شوند و به اشکال مختلف خصوصاً به صورت دم‌نوش‌های گیاهی موارد مصرف گسترده‌ای دارند. مصرف بی‌رویه این گیاهان ممکن است منجر به آسیب‌های کبدی، کلیوی و یا مسمومیت‌های ناشی از فلزات سنگین یا باقی مانده سموم شود و خطری بالقوه برای امنیت غذایی در جهان و زندگی سالم باشد (1،2). گرچه استفاده صحیح از گیاهان دارویی در ارتقای سلامت جامعه انسانی نقش انکارناپذیری دارد، باید توجه داشت که عدم کنترل و پایش مستمر این گیاهان همراه با مصرف حساب نشده آن‌ها، علاوه بر احتمال ایجاد تداخلات فارماکوکینتیکی و فارماکودینامیکی با سایر داروها (3)، ممکن است مسمومیت و عوارض ناشی از تجمع فلزات سنگین و باقیمانده سموم را نیز به دنبال داشته باشد (4).

به جهت استفاده ایمن و آگاهی از عوارض و تداخلات احتمالی مصرف گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها، علاوه بر آگاهی از ماهیت ترکیبات آلی موجود در گیاهان، آنالیز عناصر معدنی و انواع فلزات موجود در آن‌ها نیز ضروری به نظر می‌رسد. فلزات سنگین نظیر آرسنیک، سرب، جیوه، کادمیوم، آلومینیم و نیکل از جمله آلاینده‌های فلزی می‌باشند که با تجمع در قسمت‌های مختلف گیاهان، خطراتی را برای مصرف کنندگان به دنبال دارند (5). جذب عنصر توسط گیاه، تجمع و تحمل سطوح مختلف عناصر در ریشه، برگ و شاخه‌های آن در درجه اول به گونه گیاه، ماهیت آن و کیفیت خاک بستگی دارد (2). به عنوان مثال، طبق یک مطالعه انجام شده با هدف ارزیابی اثر ترکیبی جیوه، کادمیوم، نیکل و سرب اعمال شده در خاک و بررسی جذب نسبی عناصر توسط دو گیاه خوراکی رشد یافته در آن، میزان کادمیوم در برگ گیاه *Amaranthus dubius* (اسفناج قرمز رنگ) حدود 150ppm گزارش شد که از غلظت نیکل، جیوه و سرب در این گیاه بیش‌تر بود و در گیاه *Amaranthus hybridus* سبز رنگ (تاج خروس دورگ) جیوه با 336 ppm در بالاترین غلظت در ریشه وجود داشت (6).

در مطالعه‌ای دیگر با هدف بررسی استفاده از مکمل‌های غذایی، شامل 37 گیاه که بنیاد ملی کلیه در ایالات متحده آن‌ها را به‌طور بالقوه برای مبتلایان به بیماران مزمن کلیوی (CKD) مضر شناخته است، میزان فیلتراسیون گلوومرولی و آلبومین از نمونه‌های خون و ادرار بیماران اندازه‌گیری و سایر شرایط، توسط پرسشنامه استاندارد ارزیابی شد. نتیجه این بررسی نشان داد که مصرف داروهای گیاهی و مکمل‌های حاوی گیاهان دارویی ممکن است موجب سندرم‌های مختلف کلیوی نظیر نکرور حاد لوله‌ای، نفریت حاد و مزمن بینایی، سندرم فانکونی، هیپوکالمی، فشار خون بالا، نکرور پایلاری، نفرولیتیزیس و احتباس ادرار شوند که خصوصاً برای بیماران کلیوی خطرناک است. همچنین این گیاهان ممکن است با داروهایی مانند سیکلوسپورین، تداخل داشته باشند یا حاوی مقادیر قابل توجهی از عناصری مانند پتاسیم و لیتیم باشند که ایمنی استفاده از محصولات گیاهی را زیر سوال می‌برند (7). علاوه بر نوع گیاه، خاستگاه گیاه و شرایط اقلیمی نیز تاثیر زیادی بر ترکیبات موجود در گیاه دارند. فعالیت‌های انسانی مانند توسعه صنایع، ذوب فلزات، استخراج معادن و مصرف کودهای شیمیایی حاوی فلزات سنگین ممکن است منجر به تجمع بیش‌تر فلزات سنگین در خاک شود (8،9).

مطابق نتایج حاصل از مطالعات اخیر در زمینه پایش و ارزیابی خطرات باقی مانده آفت‌کش‌ها در برخی از محصولات دارویی گیاهی، سطح باقیمانده آفت‌کش‌ها در آن گیاهان کمتر از حد مجاز بود، که نشان می‌داد مصرف محصول دارویی گیاهی خطری را از لحاظ وجود آفت‌کش‌ها، برای سلامتی ایجاد نکند (10). بنابراین، عمده خطرات تهدیدکننده سلامت ناشی از مصرف گیاهان دارویی به دلایل وجود ترکیبات ناشناخته موجود در گیاه، وجود فلزات سنگین، باقیمانده سموم کشاورزی یا آفت‌کش‌ها، تداخل با داروهای تجویز شده همزمان و یا ارتباط با یک گونه گیاهی اشتباه، است (11). البته ذکر این نکته نیز ضروری است که، با

مزارع شهرستان‌های ذکر شده تعیین شد. تمام نمونه‌های گیاهان به‌صورت خشک شده، عاری از آلودگی با حشرات، کپک‌ها و یا مواد دفعی سایر حیوانات بودند و هیچ بوی غیر طبیعی، تغییر رنگ و یا علائمی دال بر فساد نداشتند. مزارع مجهز به گرمخانه جهت خشک کردن گیاهان دارویی بودند و گیاهان به صورت عمده یا خرده فروشی به شکل فله و یا در بسته بندی‌های دستی عرضه می‌شدند. بعضی از این گیاهان مانند بادرنجبویه، نعنا فلفلی، گل گاوزبان، گل رز و به‌لیمو (جدول شماره 1) مصارف زیادی در استان دارند و مورد توجه زارعین منطقه نیز می‌باشند (14). بیش‌ترین تعداد نمونه‌ها از شهرستان ساری (به دلیل موجود بودن و تنوع بیش‌تر در نوع گیاهان مورد کشت) جمع‌آوری شد که علاوه بر گیاهان ذکر شده شامل استویا، رزماری، اسطوخودوس و هوفاریقون نیز بود. به دلیل همجواری محل کشت این گیاهان با درختان میوه مثل هلو، گلابی، زردآلو، سیب و ... و احتمال سم‌پاشی مزارع، نمونه‌ها جهت بررسی باقیمانده سموم به آزمایشگاه ارسال شدند و با دستگاه کروماتوگرافی GC/MS برنده Agilent Technologies با مدل GC 7890 A و MS مدل 5975C و در حالت یون انتخابی (SIM mode) و سرعت جریان گاز حامل 1 ml/min مورد آنالیز قرار گرفتند. یک میکرولیتر از نمونه‌های استخراج شده در دمای محفظه تزریق 250 درجه سانتی‌گراد و به صورت Splitless تزریق شدند. برای جداسازی سموم کشاورزی از ستون (HP-5ms) با ابعاد 0/25mm، 0/25um، 30m و برنامه دمایی آون: با دمای اولیه 70 درجه سانتی‌گراد و زمان توقف یک دقیقه و سپس افزایش دما با سرعت 25°C/min تا دمای 145°C و سپس افزایش دما با سرعت 1/5°C/min تا دمای 230°C در نهایت افزایش دما با سرعت 10°C/min تا دمای 280°C زمان توقف 10 دقیقه استفاده شد. آماده‌سازی نمونه‌ها برای آنالیز با کروماتوگرافی گازی-طیف سنج جرمی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 17026 انجام شد. هضم و

توجه به اینکه هنوز مکانیسم عمل تعداد زیادی از گیاهان دارویی شناخته نشده است، در نتیجه بسیاری از تداخلات فارماکو کینتیکی و فارماکودینامیکی گیاه-دارو نیز نامشخص است (12، 13).

این مطالعه با هدف بررسی آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین و باقیمانده سموم کشاورزی و همچنین بررسی سطوح عناصر معدنی گیاهان دارویی پرمصرف در استان مازندران انجام شد. به دلیل خطر آفرین بودن تجمع فلزات سنگین در بدن موجودات زنده، به‌ویژه کودکان در حال رشد و ضرورت درک خطر ناشی از مواجهه با این فلزات از طریق منابع متعدد زنجیره غذایی، همچنین به منظور بررسی میزان فلزات ضروری موجود در گیاهان دارویی و توجه به ارزش تغذیه‌ای آن‌ها و کمک به شفاف‌سازی جهت بررسی تداخلات فارماکو کینتیکی و فارماکودینامیکی گیاه-دارو، در مطالعه حاضر سعی شده است انواع فلزات موجود در تعدادی از گیاهان کشت شده در مناطق مختلفی از شهرهای استان مازندران با روش طیف سنجی پلاسما جفت شده القایی (ICP) اندازه‌گیری و مقدار آن‌ها با هم مقایسه شود. وجود باقیمانده سموم کشاورزی نیز در گیاهان مورد مطالعه با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی (GC/MS) مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

### نمونه برداری

نمونه‌گیری از 4 مزرعه تولید گیاهان دارویی، ضمن بررسی اولیه موقعیت جغرافیایی مزارع و بازدید میدانی، در استان مازندران در شهرستان‌های بهشهر، ساری، بابل و بلده نور در بهار و تابستان سال 1399 انجام شد. ضمن بازدید میدانی، چک لیست خود اظهاری تولیدکننده در خصوص فرآیندهای کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی و اطلاعات مربوط به سموم مصرفی تکمیل و مورد بررسی قرار گرفت. تعداد و نوع نمونه‌ها با توجه به تنوع گیاهان مورد کشت در

اندازه‌گیری عناصر موجود در گیاه با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی (ICP-MS, model ELAN) با روش زیر انجام شد. (DRC-e, Perkin Elmer)

تعیین شده برای شناسایی آن‌ها را نشان می‌دهد، از لحاظ باقیمانده سموم کشاورزی و میزان برخی عناصر موجود در گیاهان بررسی شدند.

#### روش هضم برای نمونه‌های ICP-MS

نمونه‌های گیاهی پودر شده در لوله‌های تفلونی (مورد استفاده در روش هضم با چهار اسید) و با ترازو با دقت چهار رقم اعشار توزین شدند. پس از توزین نمونه‌ها، هضم مواد آلی با نیتریک اسید، مخلوط نیتریک و سولفوریک اسید، مخلوط سه اسید (نیتریک، سولفوریک و پرکلریک) و در نهایت مخلوط نیتریک اسید و پراکسید هیدروژن انجام گرفت و تمامی نمونه‌ها در محفظه Hot Box در دمای 220 درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت قرار گرفتند تا عملیات هضم کامل نمونه‌ها انجام گیرد (15، 16).

پس از مرحله هضم، نمونه‌ها در دمای محیط خنک شده و با آب مقطر به حجم مورد نظر رسیدند و مقادیر عناصر فلزی توسط دستگاه ICP-OES و ICP-MS اندازه‌گیری شدند. پس از اندازه‌گیری غلظت عناصر در نمونه‌های هضم شده (mg/L)، با در نظر گرفتن مقدار اولیه نمونه گیاهی و حجم مخلوط اسیدی به کار گرفته شده، غلظت عناصر در نمونه گیاهی (mg/Kg) محاسبه شد (16).

### یافته‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی است که با هدف بررسی آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین و باقیمانده سموم کشاورزی و سطوح عناصر معدنی مختلف (اعم از فلزات سنگین و عناصر ضروری) بر روی گیاهان دارویی مختلف کشت شده در مزارع دارویی استان مازندران صورت گرفت. در این مطالعه، نمونه‌های گیاهی، که جدول شماره 1 نام فارسی و مترادف علمی و انگلیسی گیاهان دارویی انتخاب شده از شهرهای استان مازندران همراه با علامت اختصاری

جدول شماره 1: نام فارسی و مترادف علمی و انگلیسی گیاهان دارویی منتخب از شهرهای استان مازندران

نام فارسی	نام انگلیسی	نام علمی	تیره	علامت اختصاری
بادرنجبویه (اوزنگ بو)	Lemon balm	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	D
به لیمو	Lemon beebush	<i>Lippia citriodora</i>	Verbenaceae	B
گل‌گاوزبان ایرانی	Viper's bugloss	<i>Echium amoenum</i>	Boraginaceae	E
نعناع فلفلی	Peppermint	<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	P
بابونه	Chamomile	<i>Matricaria recutita</i>	Asteraceae	C
گل محمدی	Damask rose	<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae	R
استویا	Stevia	<i>Stevia rebaudiana</i>	Asteraceae	S
اسطوخودوس	Lavender	<i>Lavandula</i>	Lamiaceae	L
رزماری	Rosemary	<i>Salvia rosmarinus</i>	Lamiales	Z
هوانرفتون	St. John's wort	<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae	H

آنالیز سموم کشاورزی که متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از: دیازینون، برومپروپیلات، اندوسولفان، اتیون، فن پروپاترین، مالاتیون و ... هستند، به وسیله دستگاه کروماتوگرافی GC/MS انجام شد که هیچ مقداری در گیاهان مورد مطالعه با توجه به حد تشخیص 20 میکرو گرم بر کیلوگرم دستگاه GCMS تشخیص داده نشد (جدول شماره 2).

میزان عناصر فلزی ضروری مانند: منیزیم، پتاسیم، کلسیم، منگنز، روی، آهن و مس و عناصر فلزی غیر ضروری (فلزات سنگین) مانند: جیوه، سرب، آلومینیوم، کادمیوم، نیکل و آرسنیک در گیاهان دارویی انتخاب شده از مزارع استان مازندران، ارزیابی شد. جدول شماره 3 نیز مقدار میانگین عناصر موجود در نمونه‌های گیاهی با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی (ICP) بر حسب ppm را نشان می‌دهد. که در اینجا با توجه به اهمیت بیش‌تر موضوع، به بررسی نمودارهای مربوط به فلزات سنگین (نمودار شماره 1) و عناصر ضروری (نمودار شماره 2) موجود در آن‌ها می‌پردازیم. لازم به ذکر است که نمونه‌های گیاهی که با علائم اختصاری بیان شده در جدول شماره 1 از مزارع شهرهای بهشهر (1)، بلده نور (2)، ساری (3) و بابل (4) جمع‌آوری شدند.

جدول شماره 2: باقیماده سموم کشاورزی در گیاهان دارویی منتخب از شهرهای استان مازندران

واحد	LOQ	نتیجه	شرح آزمون	
mg/kg	0/04	ND	Alachlor	آلاکلر
mg/kg	0/02	ND	Aldrin	آلدترین
mg/kg	0/03	ND	Atrazine	آترازین
mg/kg	0/02	ND	Bromophos-methyl	بروموفوس متیل
mg/kg	0/02	ND	Bromophos-ethyl	بروموفوس اتیل
mg/kg	0/02	ND	Bromopropyl	بروموپروپیلات
mg/kg	0/02	ND	DDT(DDT+DDF+OPDDE+PP-DDE+OP-DDT+PP-DDT)	د.د.ت (DDT+DDF+OPDDE+PP-DDE+OP-DDT+PP-DDT)
mg/kg	0/03	ND	Diazinon	دیازینون
mg/kg	0/03	ND	Endosulfan(α+β+endosulfansulfate)	اندوسولفال (آلفا+بتا+اندوسولفال سولفات)
mg/kg	0/02	ND	Endrin	اندترین
mg/kg	0/02	ND	Ethion	اتیون
mg/kg	0/02	ND	Fenitrothion	فنتروتیون
mg/kg	0/02	ND	Fenprophathrin	فن پروپاترین
mg/kg	0/03	ND	Fenthion	فتنیون
mg/kg	0/02	ND	Fipronil	فپرونیل
mg/kg	0/02	ND	Iprodione	ایرودیون
mg/kg	0/02	ND	Malathion	مالاتیون
mg/kg	0/02	ND	Metalaxyl	متالاکسین
mg/kg	0/02	ND	Methoxychlor	متوکسی کلر

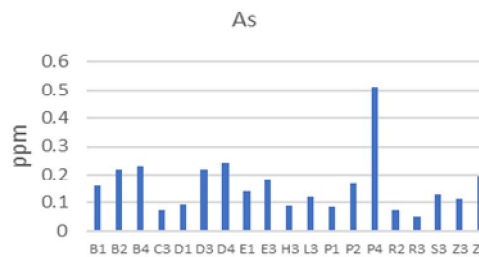
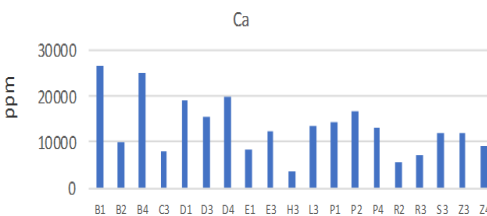
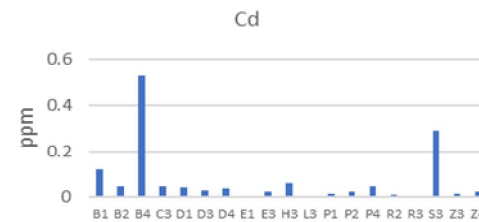
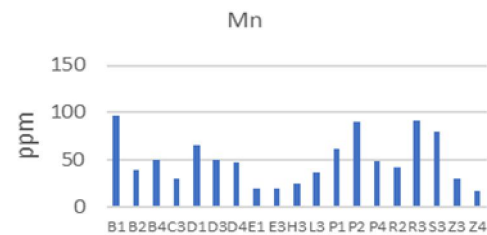
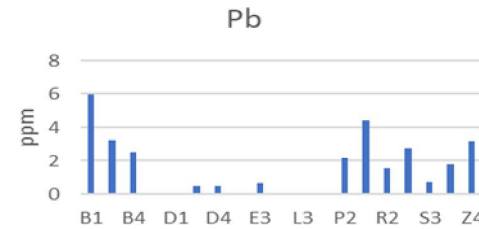
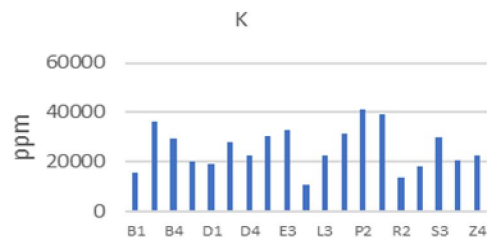
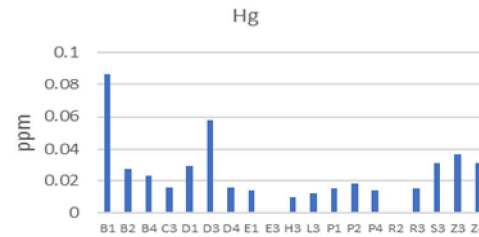
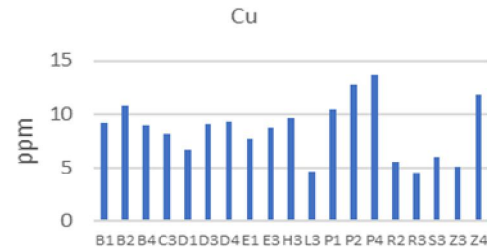
ND=Non Detectable

جدول شماره 3: میزان عناصر موجود در نمونه های گیاهی با استفاده از دستگاه پلاسما جفت شده القایی (ICP) بر حسب ppm

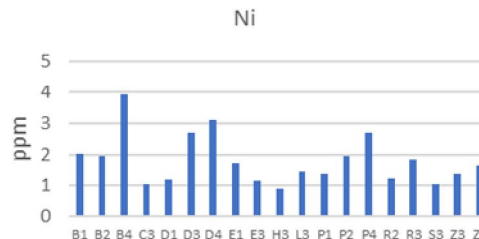
Zn	Ti	Sr	Sn	Si	Se	Sb	S	Pb	P	Ni	Na	Mo	Mn	Mg	Li	La	K	Hg	Fe	Cu	Cr	Co	Cd	Ca	Ba	As	Al	
29/647	96	61	0/089	466	3/159	0/047	2318	5/938	3501	2/057	46	1/467	96	2186	0/426	0/426	15163	0/087	1123	9/124	0/894	0/218	0/121	26884	15	0/159	416	B1
24/805	27	76	0/043	286	2/811	0/044	2833	3/247	3443	1/961	52	1/305	38	1790	0/277	0/2	36354	0/027	592	107/43	0/742	0/112	0/047	10102	10	0/219	263	B2
35/197	78	47	0/094	409	2/766	0/044	3296	2/569	3166	3/913	124	1/497	50	3438	0/416	0/581	29466	0/023	1924	8/914	0/855	0/199	0/531	25304	25	0/232	359	B4
32/122	20	7	0/037	262	3/34	0/023	2059	<	3665	1/034	897	0/595	29	2788	0/157	0/075	20319	0/016	442	8/151	0/717	0/148	0/049	8057	2	0/074	116	C3
30/349	63	74	0/033	283	3/263	0/032	2114	<	1884	1/184	15	1/786	65	5592	0/586	0/22	19310	0/029	487	6/631	0/664	0/138	0/043	18978	55	0/095	328	D1
35/16	329	42	0/028	431	2/077	0/038	2559	0/505	3794	2/708	82	2/929	50	4886	1/251	0/872	27768	0/058	1463	9/091	1/087	0/499	0/029	15559	49	0/218	1429	D3
65/996	71	57	0/127	308	2/33	0/064	3281	0/5	4937	3/107	170	0/856	47	6483	0/326	0/303	22458	0/016	2410	9/287	0/784	0/235	0/036	19979	46	0/242	394	D4
26/841	57	41	0/082	358	2/344	0/05	1044	<	2579	1/729	101	0/523	19	1337	0/403	0/468	30547	0/014	1022	7/664	0/582	0/154	<	8185	39	0/141	320	E1
29/698	19	69	0/103	288	2/416	0/06	1430	0/638	3149	1/158	250	0/501	19	1490	0/359	0/125	32975	<	661	8/685	0/576	0/113	0/023	12471	44	0/185	184	E3
27/058	9	6	0/025	97	0/943	0/034	1240	<	2425	0/891	17	0/662	24	1444	0/107	0/072	10430	0/01	276	9/574	0/545	0/142	0/062	3782	7	0/089	105	H3
31/145	136	36	0/035	369	1/661	0/026	1530	<	1923	1/429	21	1/233	36	3408	0/543	0/327	22476	0/012	775	4/578	0/585	0/205	<	13598	43	0/12	642	L3
27/949	23	40	0/034	187	1/626	0/036	3328	<	3783	1/361	403	0/998	62	3807	0/533	0/095	31156	0/015	488	10/369	0/435	0/125	0/014	14342	23	0/087	119	P1
43/475	59	120	0/049	293	<	0/056	4511	2/203	3946	1/971	162	0/737	90	2980	0/83	0/312	40984	0/018	1065	12/813	0/736	0/356	0/026	16791	37	0/169	464	P2
48/619	88	49	0/111	325	2/646	0/107	4225	4/431	6426	2/714	289	0/789	49	3742	0/327	0/32	39000	0/014	2093	13/727	1/009	0/276	0/049	13094	34	0/511	488	P4
20/067	13	49	0/034	139	1/364	0/022	1110	1/57	1702	1/208	33	1/298	42	1504	0/107	0/068	13547	<	441	5/485	0/532	0/145	0/011	5399	5	0/075	96	R2
24/323	8	56	0/016	89	0/984	0/017	1547	2/801	2357	1/837	4	1/88	92	2062	0/147	0/03	18115	0/015	159	4/536	0/298	0/095	<	7015	13	0/049	54	R3
62/057	43	70	0/047	245	0/352	0/046	1746	0/745	4567	1/056	28	0/646	80	5479	0/47	0/153	29827	0/031	488	6/03	0/493	0/285	0/291	12163	9	0/129	327	S3
30/404	75	78	0/055	283	0/472	0/032	2065	1/763	1733	1/358	267	0/652	30	2493	0/752	0/199	20524	0/037	469	5/12	0/59	0/16	0/014	12026	17	0/115	296	Z3
44/617	56	33	0/048	335	1/072	0/083	2350	3/213	2410	1/674	209	0/509	17	2557	0/373	0/327	22473	0/031	1041	11/748	0/607	0/518	0/026	9365	25	0/196	622	Z4

<: پایین تر از حد تشخیص دستگاه

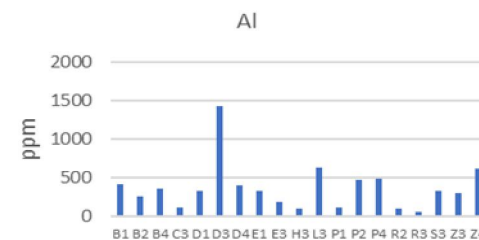
B1: به لیمو بهشهر، B2: به لیمو بلده نور، B4: به لیمو بابل، C3: بابونه ساری، D1: بادرنجبویه بهشهر، D3: بادرنجبویه ساری، E1: گل گاوزبان بهشهر، E3: گل گاوزبان ساری، H3: هوفاریفون ساری، L3: اسطوخودوس ساری، P1: نعنای قلفلی بهشهر، P2: نعنای قلفلی بلده نور، P4: گل محمدی بلده نور، R2: گل محمدی ساری، R3: گل محمدی ساری، S3: استویا ساری، Z3: رزماری ساری، Z4: رزماری بابل



نمودار شماره 2: نتایج حاصل از آنالیز بعضی از عناصر ضروری در نمونه های گیاهی (ذکر شده در جدول شماره 3) مربوط به مزارع شهرهای بهشهر (1)، بلده نور (2)، ساری (3) و بابل (4) برحسب ppm



همان گونه که از نتایج جدول شماره 3 و نمودارهای شماره 1 و 2 مشخص است، سطح فلزات سنگینی همچون آلومینیوم، سرب، جیوه، نیکل و کادمیوم در بین نمونه های مختلف گیاهان دارویی، رنج بسیار متفاوتی داشته است و از آنجایی که استاندارد دقیقی برای حد مجاز این فلزات در گیاهان دارویی وجود ندارد، قضاوت در خصوص بالا یا پایین بودن آن ها از سطح استاندارد امکان پذیر نمی باشد. با این حال گیاه گل محمدی بلده نور با مقدار ppm 0/011 پایین ترین سطح فلز کادمیوم و گیاه به لیمو بابل با مقدار ppm 0/531، بالاترین سطح این فلز را نشان داد. همچنین



نمودار شماره 1: نتایج حاصل از آنالیز بعضی از فلزات سنگین در نمونه های گیاهی (ذکر شده در جدول شماره 3) مربوط به مزارع شهرهای بهشهر (1)، بلده نور (2)، ساری (3) و بابل (4) برحسب ppm

گیاه به لیمو بهشهر با مقدار 5/938 ppm بالاترین سطح فلز سرب را دارا بود در حالی که میزان این فلز برای گیاهانی نظیر بادرنجبویه بهشهر، بابونه ساری، هوفاریقون ساری، گل محمدی ساری و اسطوخودوس ساری پایین تر از حد تشخیص دستگاه بود. نکته جالب توجه مربوط به مقدار آهن در بین گیاهان جمع آوری شده از بابل بود که به طرز معناداری در مقایسه با گیاهان مشابه جمع آوری شده از سایر مناطق، بیش تر بود. بیش ترین مقدار آهن در بین گیاهان مورد بررسی به ترتیب مربوط به بادرنجبویه بابل، نعناع فلفلی بابل و به لیمو بابل با مقدار 2410، 2093 و 1924 ppm بود.

## بحث

با توجه به مصرف گسترده گیاهان دارویی در ایران، در این مطالعه پروفایل عناصر موجود در تعدادی از گیاهان دارویی که در استان مازندران، واقع در شمال ایران، کشت و مصرف می شوند مورد بررسی قرار گرفتند. همان طور که در بخش یافته ها ذکر شد، نتایج مطالعه، هیچ مقداری از سموم کشاورزی را در گیاهان مورد بررسی نشان نداد. همچنین مطالعه حاضر نشان داد که سطوح عناصر فلزی در گیاهان شهرهای مختلف باهم متفاوت بوده که این تفاوت شامل میزان فلزات سنگین در این گیاهان نیز می باشد.

عدم تشخیص هیچ نوع از سموم کشاورزی در گیاهان مورد مطالعه، می تواند حاکی از عدم استفاده از این سموم و یا طی شدن دوره کارنس، پس از سم پاشی در نظر گرفته شود، که با توجه به این که گیاهان مذکور به شکل خشک شده و طولانی مدت نگهداری می شوند، مورد دوم محتمل تر است. نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعه ای که اخیراً در زمینه پایش و ارزیابی خطرات باقی مانده آفت کش ها در برخی محصولات دارویی گیاهی انجام شده، که در آن سطح باقیمانده آفت کش ها کم تر از حد مجاز بود، همسو است (10). گرچه این نتایج نشان می دهد که مصرف محصول دارویی گیاهی خطری را

از لحاظ وجود باقیمانده آفت کش ها برای سلامتی ایجاد نکند، با این وجود اعتقاد بر این است که ایمنی و خطرات احتمالی سلامت عمومی را می توان با نظارت منظم و تنظیم سطح باقی مانده آفت کش ها در محصولات دارویی گیاهی کاهش داد (10). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح فلزات سنگین در گیاهان مختلف تفاوت زیادی باهم دارند از سوی دیگر سطوح این فلزات در شهرهای مختلف نیز باهم متفاوت بوده که این امر ممکن است ناشی از عوامل مختلفی از جمله آلودگی آب، آلودگی خاک و آلودگی هوا باشد. عمده ترین منشا ورود و تجمع این فلزات در گیاهان، آلودگی آب و خاک به فلزات سنگین است (5). البته در مناطق پرتردد که از سوخت هایی با کیفیت پایین استفاده می شود، احتمال آلودگی گیاهان از طریق آلاینده های موجود در هوا شامل گازها و دوده های خروجی از دودکش ها و آگزوز خودروها نیز وجود دارد (8).

ورود فلزات سنگین به بدن از راه خوراکی و تبدیل آن ها به حالت اکسیداسیون پایدار در محیط اسیدی معده نظیر:  $Pb^{2+}$ ،  $Cd^{2+}$ ،  $As^{3+}$  منجر به تشکیل پیوندهای قوی با پروتئین ها و آنزیم ها می شوند (17). سمی ترین اشکال فلزات سنگین شامل یون هایی هستند که حالت اکسیداسیون پایدارتری دارند مثل  $Pb^{2+}$ ،  $Cd^{2+}$ ،  $As^{3+}$ ،  $Hg^{2+}$  که درمان مسمومیت حاصل از این فلزات سنگین نیز مشکل تر است (18). فلزات سنگین پس از آن که وارد بدن می شوند در بافت های مختلف رسوب می کنند. چنین رفتاری باعث می شود به مرور زمان بر میزان فلزات انباشته شده در این بافت ها افزوده شده و موجب بروز بیماری در آن ها شود. توجه به این نکته ضروری است که مصرف طولانی مدت مواد غذایی حتی با غلظت های کم از فلزات سمی مانند سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک به مرور آثار غیر قابل جبرانی را بر بدن وارد می کند و عوارضی مانند کم خونی، دردهای گوارشی، یبوست، سردرد، خستگی، اختلالات عصبی، آسیب های ریه، مشکلات کلیوی و حتی سرطان را به دنبال دارد (19).



کادمیوم (Cd) نیز به دلیل قابلیت اتصال بالای آن به مولکول‌های زیستی و به‌ویژه آنزیم‌های موجود در زنجیره تنفسی شناخته شده است. قرار گرفتن در معرض بیش از حد این عنصر با خطر ابتلا به انواع سرطان‌ها، به ویژه سرطان کبد مرتبط است (22). بالاترین سطح کادمیوم مطابق با جدول شماره 4، در گیاه به لیمو کشت شده در شهرستان بابل بوده است، در صورتی که میزان این عنصر در این گیاه در سه شهرستان دیگر در حد مجاز قرار داشت. به نظر می‌رسد آلودگی خاک این شهرستان نسبت به سایر شهرهای مورد بررسی بالاتر بوده است و از این رو توجه به این نکته دارای اهمیت است.

در مطالعه‌ای که در شهر تهران روی سبزیجاتی مانند فلفل دلمه‌ای و بادمجان کشت شده در حیاط و پشت بام انجام شده بود، نشان داد که سطح عنصر کادمیوم در این سبزیجات کم‌تر از حد استاندارد WHO/FAO بوده است (23). از سوی دیگر در مطالعه‌ای دیگر در شهر اهواز، سطح کادمیوم در ریحان، ترب و خرفه به ترتیب 12، 15 و 10 مرتبه بیش‌تر از حد مجاز WHO/FAO، گزارش گردید (24). اگرچه در مطالعه ما سطح کادمیوم در گیاهان دارویی مختلف که در سایر مناطق کشت شده بودند، در حد مجاز و همسو با مطالعه تهران بوده است، اما به نظر می‌رسد سطح بالای این عنصر در گیاه به لیمو کشت شده در بابل در مقایسه با بیشینه رواداری فلزات سنگین در مواد غذایی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، همسو با مطالعه شهرستان اهواز می‌باشد و از این رو توجه به منطقه کشت، آبی که برای آبیاری استفاده می‌شود و یا کودهای شیمیایی مورد استفاده، حائز اهمیت می‌باشد. لازم به ذکر است که، بررسی میزان عناصر مختلف، اعم از فلزات سنگین و املاح ضروری در این گیاهان پرمصرف، از نقاط قوت مطالعه حاضر است، گرچه تعداد کم نمونه‌های مورد آزمایش و عدم تکرار آن‌ها با متغیرهایی نظیر خاستگاه و موقعیت جغرافیایی‌شان، از نقاط ضعف عمده این مطالعه می‌باشد. بیشینه رواداری فلزات سنگین

فلزات دیگری چون آهن، روی و نیکل گرچه مانند جیوه و سرب سمی نیستند با این حال سطح بالای قابل تحمل (Upper Intake Level: UL Tolerable) در دریافت غذایی روزانه نیز باید برای این عناصر در نظر گرفته شود (20). مطابق پژوهشی که نویسندگان این مقاله داشته‌اند، تاکنون موفق به یافتن مقاله‌ای نشدند که سطوح مجاز تمامی این فلزات سنگین را در گیاهان دارویی مختلف مورد بررسی قرار داده باشند. اما در مطالعه‌ای که بررسی یون‌های سرب، آرسنیک، مس، روی، سلنیوم، سدیم، پتاسیم، نیکل، منیزیوم در چای سیاه صورت گرفت، حداقل و حداکثر میانگین مقدار یون‌های پتاسیم (18062 تا 19364)، منیزیوم (1 تا 157 ppm)، مس (17 تا 21 ppm)، روی (21 تا 31 ppm)، نیکل (2/907 تا 6/987 ppm)، سرب (0/151 تا 0/485 ppm) در انواع چای گزارش شده بود. سطح سلنیوم و آرسنیک کم‌تر از حد دقت روش اندازه‌گیری بود که در مقایسه با مطالعه حاضر، این مقدار برای آرسنیک از 0/049 ppm برای گل رز از مزرعه‌ای در شهرستان ساری تا 0/242 ppm برای گیاه بادرنجبویه از مزرعه‌ای در شهرستان بابل متغیر بود (21).

در مطالعه حاضر بیش‌ترین مقدار سرب برای گیاه به‌لیمو از مزرعه‌ای در شهرستان بهشهر با مقدار 5/938 ppm و پس از آن 4/431 ppm برای گیاه نعنا فلفلی از مزرعه‌ای در شهرستان بابل بود. که با توجه به بیشینه رواداری این فلز که در جدول شماره 4 بیان شده است توجه به بالا بودن میزان سرب در گیاهان ضروری به نظر می‌رسد.

جدول شماره 4: بیشینه رواداری برخی فلزات، براساس استاندارد شماره 12968 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و WHO/FAO

نام فلز	بیشینه رواداری فلزات سنگین در انواع سبزی‌های تازه ppm	بیشینه رواداری فلزات ppm بر اساس WHO/FAO
سرب (Pb)	0/1 - 0/3	0/3
کادمیوم (Cd)	0/05 - 0/2	0/2
نیکل (Ni)	---	67/9
آهن (Fe)	---	425/5
مس (Cu)	---	73/3
روی (Zn)	---	99/4

در مواد غذایی توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بیان شده است که در این جا به دلیل عدم بیان این مقدار برای گیاهان دارویی در دسته بندی مجزا، مقادیر مندرج برای انواع سبزی‌های تازه به دلیل ارتباط موضوعی، مطابق جدول شماره 4 بیان شده است. همچنین سطوح مجاز تایید شده برای برخی فلزات توسط WHO/FAO نیز در جدول شماره 4 قرار داده شد.

مقادیر بیشینه رواداری ارائه شده برای هر فلز در جداول این استاندارد شماره 12968، که توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بیان شده، بر مبنای غلظت کل آن فلز در نظر گرفته شده است (25). مقدار متوسط مصرف در سبذ غذایی خانوار به کار رفته در محاسبات برای سبزیجات برگی (برگ چغندر، برگ چغندر قند، کاهو، برگ تربچه، اسفناج، شاهی، جعفری، تره، ریحان، مرزه، شنبلیله، نعنا و شوید و غیره)، 58 گرم در روز است. بدیهی است در مواردی که میوه‌ها یا سبزی‌ها، خشک و یا تغلیظ شده باشند، لازم است تصحیح نتایج بر اساس ضریب رقت به عمل آید. لازم به ذکر است که مقادیر اعلام شده در جدول شماره 4 با بیشینه رواداری این فلزات که توسط اتحادیه اروپا بیان شده، مطابقت دارد (25).

در مطالعه حاضر بیشترین مقدار سرب برای گیاه به‌لیمو از مزرعه‌ای در شهرستان بهشهر با مقدار 5/938 ppm و پس از آن 4/431 ppm برای گیاه نعنا فلفلی از مزرعه‌ای در شهرستان بابل بود که با توجه به بیشینه رواداری این فلز که در جدول شماره 4 بیان شده است توجه به بالا بودن میزان سرب در این گیاهان ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعه‌ای که در این خصوص روی سبزیجات کشت شده در استان زنجان صورت گرفت، سطح سرب در سبزیجات (شاهی، جعفری، تره، شوید و گشنیز) در سه منطقه مورد بررسی، بالاتر از حد مجاز گزارش شد (26).

در مطالعه دیگری در همدان و روی سبزی جعفری، غلظت فلزاتی همچون نیکل و روی کم‌تر از حد استاندارد

گزارش شد اما سطح فلز سرب بیش‌تر از حد استاندارد بود (27). براین اساس به نظر می‌رسد نتایج مطالعه ما با دو تحقیق مذکور همسو باشد. به نظر می‌رسد عوامل متعددی از جمله گونه گیاه، سن گیاه، اندام مختلف گیاه و ... در میزان جذب و تجمع عناصر فلزی در گیاهان موثرند (28). از سویی دیگر عوامل متعددی همچون آلودگی خاک به سموم و یا آلاینده‌های نفتی و حتی نزدیک بودن مزارع به مناطق با تراکم بالای ترافیکی می‌توانند بر افزایش غلظت سرب در نمونه‌های گیاهان خوراکی و یا دارویی تاثیر بگذارند (29). اگرچه فلز روی (Zn) به عنوان یکی از عناصر ضروری برای بدن انسان است که در همه بافت‌ها یافت می‌شود و کمبود آن موجب اختلالات حسی و تضعیف سیستم ایمنی، افزایش استرس اکسیداتیو، بروز آترواسکلروز، تاخیر در رشد جسمی و ذهنی نوزادان و کاهش عملکرد تولید مثلی و باروری در بالغین می‌گردد، اما برای آن حد بالای تحمل (UL) تعیین شده است. میزان UL برای روی در بزرگسالان 40 میلی‌گرم در روز است که در گیاهان دارویی مورد مطالعه به‌طور متوسط 20/067 ppm تا 65/996 بوده است که در صورت مصرف روزانه یک لیوان دمنوش گیاهی از حد مطلوب بسیار پایین‌تر است (30). هرچند تعدادی از مطالعات که روی سبزیجات صورت گرفته است، حاکی از سطح بالای این عنصر بیش از میزان توصیه شده در سبزیجاتی مانند شاهی، جعفری و گشنیز بوده است (26). درحالی که در مطالعه‌ای دیگر روی سبزیجات آبیاری شده با رود کارون در شهرستان اهواز، میزان عنصر روی کم‌تر از سطح استاندارد WHO/FAO گزارش شد (25). با توجه به رنج این عنصر در گیاهان دارویی مورد بررسی (20/067 ppm تا 65/996) و مقایسه آن با میزان توصیه شده WHO/FAO در سبزیجات، سطح این عنصر در فلزات مورد بررسی در حد مجاز قرار داشته و با مطالعه اهواز همسو بوده است. یکی دیگر از انواع فلزات کمیاب ضروری، عنصر مس (Cu) است که برای حمایت از عملکردهای بیولوژیکی

طولانی مدت آن‌ها همراه با عوارض جدی برای مصرف کننده باشد، بنابراین اگرچه سطح عناصر سنگین در گیاهان مورد مطالعه (بجز سرب) در حد مجاز بوده است، توصیه به مصرف روزانه آن‌ها باید با احتیاط صورت گیرد. در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با توجه به نتایج مطالعه، با در نظر گرفتن سطح متغییر عناصر مختلف در گیاهان دارویی مورد بررسی، وابستگی این مقادیر به مکان تحت کشت و عوامل متعدد دیگر از جمله نهاده‌های کشاورزی و آلاینده‌های محیطی محرز است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که هر نمونه گیاه دارویی قبل از پردازش بیش‌تر برای تهیه دارو، از نظر بار آلاینده نیز مورد آزمون قرار گیرد. همچنین لازم است مزارع کشت گیاهان دارویی به‌طور منظم از نظر وجود آلاینده‌ها مورد پایش قرار گرفته و احتیاط‌هایی برای مهار آلودگی فلزات سنگین در غذاهای گیاهی انجام لحاظ شود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر گرچه مشخص شد سطوح فلزات سنگین در گیاهان مورد بررسی در سطح بالایی نیستند، ولی با توجه به عدم وجود استانداردهای دقیق برای مقایسه سطوح فلزات سنگین در گیاهان، مصرف این گیاهان به شکل سنتی (دمنوش و ...) و یا در صنایع داروسازی (به عنوان مواد اولیه ترکیبات دارویی) باید با احتیاط بیش‌تری صورت گیرد.

### سپاسگزاری

این مطالعه با کد طرح 6333 در معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران با اخذ کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1398.6333 به تصویب رسیده و مورد حمایت مالی قرار گرفته است.

### References

1. Bagnis CI, Deray G, Baumelou A, Le Quintrec M, Vanherweghem JL. Herbs and the kidney. *Am J Kidney Dis* 2004;44(1):1-11.
2. Afonne OJ, Ifediba EC. Heavy metals risks in plant foods-need to step up precautionary measures. *Curr Opin Toxicol* 2020; 22: 1-6.

موجودات زنده ضروری است و تولید و کارایی بخشی از آنزیم‌ها و پروتئین‌ها به میزان سطح مس در بدن وابسته است (32). در مطالعه حاضر سطح مس در گیاهان به طور متوسط در حدود 4/536 تا 13/727 ppm بوده است، با توجه به UL مس در بزرگسالان که 10 میلی‌گرم در روز می‌باشد (30)، به نظر می‌رسد مصرف روزانه این گیاهان دارویی در شرایط عادی مشکلی برای سلامتی نباشد. در مطالعه‌ای که در شهرستان اهواز و روی مزارع سبزیجات آن صورت گرفت، نشان داد که میزان مس کم‌تر از سطح استاندارد WHO/FAO بوده است (24). بنابراین به نظر می‌رسد سطح این عنصر در گیاهان دارویی مورد بررسی مشکلی برای سلامتی مصرف‌کنندگان نداشته باشد و نتایج ما با مطالعه مذکور همسو می‌باشد.

کبالت (Co) نیز یک عنصر کمیاب ضروری برای بدن انسان است که البته UL خاصی برای این عنصر تعریف نشده است. این ماده معدنی از ترکیبات اصلی در ساختار ویتامین B<sub>12</sub> است. سطح بیش از حد کبالت در انسان خطرناک بوده و ممکن است باعث تولید بیش از حد گلبول‌های سفید و کم‌کاری تیروئید و فیبروز در ریه‌ها شود که می‌تواند منجر به ایست قلبی و مرگ شود (31، 32). میزان کبالت در نمونه‌های گیاهی این مطالعه به‌طور متوسط در حدود 0/095 تا 0/518 گزارش شده است. در مطالعه‌ای در زنجان و روی سبزیجات تره، شاهی، گشنیز، جعفری و شوید، سطح کبالت کم‌تر از حد مجاز گزارش شد و بین این سبزیجات اختلاف معنی‌داری در خصوص میزان کبالت وجود نداشت که با مطالعه حاضر همسو بوده است (26). باید به این نکته توجه داشت که مصرف معمول و روتین گیاهان خوراکی - دارویی توصیه شده نیست، زیرا ممکن است مصرف

3. Dergal JM, Gold JL, Laxer DA, Lee MSW, Binns MA, Lanctôt KL, et al. Potential interactions between herbal medicines and conventional drug therapies used by older adults attending a memory clinic. *Drugs Aging* 2002; 19(11): 879-886.
4. Tsai YT, Lai JN, Wu CT. The use of Chinese herbal products and its influence on tamoxifen induced endometrial cancer risk among female breast cancer patients: A population-based study. *J Ethnopharmacol* 2014; 155(2): 1256-1262.
5. Rai PK, Lee SS, Zhang M, Tsang YF, Kim KH. Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environ Int* 2019; 125: 365-385.
6. Chunilall V, Kindness A, Jonnalagadda SB. Heavy metal uptake by two edible *Amaranthus* herbs grown on soils contaminated with lead, mercury, cadmium, and nickel. *J Environ Sci Heal B* 2005; 40(2): 375-384.
7. Grubbs V, Plantinga LC, Tuot DS, Hedgeman E, Saran R, Saydah S, et al. Americans' use of dietary supplements that are potentially harmful in CKD. *Am J Kidney Dis* 2013; 61(5): 739-747.
8. Barthwal J, Nair S, Kakkar P. Heavy metal accumulation in medicinal plants collected from environmentally different sites. *Biomed Environ Sci* 2008; 21(4): 319-324.
9. Megateli S, Semsari S, Couderchet M. Ecotoxicology and Environmental Safety Toxicity and removal of heavy metals (cadmium, copper, and zinc) by *Lemna gibba*. *Ecotoxicol Environ Saf* 2009; 72(6): 1774-1780.
10. Opuni KFM, Asare-Nkansah S, Osei-Fosu P, Akonnor A, Bekoe SO, Dodoo ANO. Monitoring and risk assessment of pesticide residues in selected herbal medicinal products in Ghana. *Environ Monit Assess* 2021; 193(8): 470.
11. Kim HS, Kim YJ, Seo YR. An Overview of Carcinogenic Heavy Metal : Molecular Toxicity Mechanism and Prevention. *J Cancer Pr* 2015; 20(4): 232-240.
12. Kuhn MA. Herbal Remedies: Drug-Herb Interactions. *Crit Care Nurse* 2002; 22(2): 22-28.
13. Al-fartusie FS, Mohssan SN. Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body. *Indian J Adv Chem Sci* 2017; 5(3): 127-136.
14. Ali Ehsani, Valiollah Mozafarian, Mohammad Fayyaz, Fereshteh Mazini, Mehrdokht Najaf Pournavaei, Fatemeh Sefidkan MA. Identification and distribution of medicinal plants in Mazandaran province [Ch 1]- Gisom book. Tehran:Forests and Rangelands Research Institute; 1393. (Persian).
15. Agrawal J, Gupta N, Bharadwaj N, Kalpana S. Determination of heavy metal contents in samples of different medicinal plants. *Int J Chem Sci* 2011; 9(3): 1126-1132.
16. Manutsewee N, Aeungmaitrepirom W, Varanusupakul P, Imyim A. Determination of Cd, Cu, and Zn in fish and mussel by AAS after ultrasound-assisted acid leaching extraction. *Food Chem* 2007; 101(2): 817-824.
17. 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.
18. Karri V, Schuhmacher M, Kumar V. Heavy metals (Pb, Cd, As and MeHg) as risk factors for cognitive dysfunction : A general review of metal mixture mechanism in brain. *Environ Toxicol Pharmacol* 2016; 48: 203-213.
19. Sarma H, Deka S, Deka H, Saikia RR. Accumulation of heavy metals in selected medicinal plants. *Rev Environ Contam Toxicol* 2011; 214: 63-86.

20. Sharma RK, Agrawal M. Biological effects of heavy metals: An overview. *J Environ Biol* 2005; 26(Suppl 2): 301-313.
21. Hamidi Ravari EM DM. Measuring the lead, arsenic, copper, zinc, selenium, sodium, potassium, nickel, and magnesium ions in black tea. *Feyz Sci Q* 2009; 13(3): 242-248 (Persian).
22. Ledda C, Loreto C, Zammit C, Marconi A, Fago L, Matera S, et al. Non-infective occupational risk factors for hepatocellular carcinoma: A review (Review). *Mol Med Rep* 2017; 15(2): 511-533.
23. Republic I. Isiri 12968. Available from: <https://standard.isiri.gov.ir>. (Persian).
24. Ghazi Marashi R, Nouri O, Deihimfard R, Salemi A. How healthy are urban horticultural products? Investigation of heavy metal accumulation in vegetables grown in Tehran. *J Environ Sci* 1396; 15(4): 113-124 (Persian).
25. Zohrehvand F, Takdastan A. Concentrations of Heavy Metals in Vegetables of Farming Lands Irrigated with Water from Karun River in Ahvaz. *Ardabil Health* 2017; 8(4): 385-393 (Persian).
26. Fotout A, Labbafi M, Ghalami SZ. Measurement of heavy metals in some edible vegetables of farms around Zanjan city using modern induction coupled plasma method-emission spectroscopy. *Iran J Nutr Sci Food Technol* 2017; 11(4): 107-116 (Persian).
27. Cheraghi M, Ghobadi A. Health hazard assessment of heavy metals (cadmium, nickel, lead and zinc) in parsley harvested from some farms in Hamadan. *J Toloo E Behdasht* 2015; 13(4): 129-143 (Persian).
28. Merian E, Anke M, Ihnat M. Elements and their compounds in the environment: Occurrence, Analysis and Biological Relevance, 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey: Wiley; 2004.
29. Alidadi H, Moghiseh Z, Dehgjan A. Concentration of heavy metals (lead and cadmium) in vegetables consumed in Mashhad in 2011. *J North Khorasan Univ Med Sci* 2014; 6(1): 89-97 (Persian).
30. Maham Kathleen L. Krause's Food & the Nutrition Care Process, 14<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2016.
31. Attar T. A mini-review on importance and role of trace elements in the human organism. *Chem Rev Lett* 2020; 3: 117-130.
32. Zhang Y, Gladyshev VN. Comparative genomics of trace elements: Emerging dynamic view of trace element utilization and function. *Chem Rev* 2009; 109(10): 4828-4861.