

## بررسی میزان آرسنیک در محصولات کشاورزی، فرآورده‌های دامی و آب شرب روستاهای شهرستان قروه و بیجار استان کردستان

مقداد پیرصاحب<sup>۱</sup>، عبدالله درگاهی<sup>۲\*</sup>، حافظ گلستانی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، دانشکده بهداشت، کرمانشاه، ایران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پارس‌آباد مغان، دانش‌آموخته گروه مهندسی بهداشت محیط، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، پارس‌آباد، ایران.

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مسئول HSE مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت، تهران، ایران.

\* نویسنده مسئول مکاتبات: a.dargahi29@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۱/۷/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۲/۴/۱۰)

### چکیده

آلودگی محیط زیست و مواد غذایی به عنصر سمی آرسنیک یکی از مسائل مهمی است که موجب به خطر انداختن بهداشت عمومی و سلامت موجودات زنده می‌شود. در این تحقیق تعداد کل ۹۸۳ نمونه شامل آب شرب، محصولات کشاورزی و فرآورده‌های دامی (گوشت و شیر) از نظر آلودگی آرسنیک مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمایش بیشترین غلظت آرسنیک ( $1/737 \text{ mg/l}$ ) را در آب لوله‌کشی روستای علی‌آباد نشان داد. بالاترین میانگین آلودگی آرسنیک در گندم در نمونه‌های روستای گیکلو و گوندک ( $\text{mg/kg}$ ) ( $0/14$ ) اندازه‌گیری شد. به همین ترتیب بیشترین میانگین آلودگی در جو، نخود و عدس به ترتیب در نمونه‌های روستاهای گوندک ( $0/11 \text{ mg/kg}$ )، گیکلو ( $0/013 \text{ mg/kg}$ ) و قوجاق ( $0/017 \text{ mg/kg}$ ) به دست آمد. به علاوه، بیشترین میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های گوشت در روستای قوجاق ( $0/167 \text{ mg/kg}$ ) و برای شیر در روستای گوندک ( $0/0129 \text{ mg/l}$ ) به دست آمد. طبق نتایج مطالعه میزان آرسنیک در تمامی نمونه‌های بسیار کمتر از حداکثر میزان مجاز آرسنیک در مواد غذایی سایر کشورها قرار داشت. اما میزان آرسنیک در نمونه‌های آب در تمامی موارد در مقایسه با حداکثر میزان مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی و طبق استاندارد ملی ایران ( $0/01 \text{ mg/l}$ ) ۱۷۴ برابر بیشتر بود. بنابراین انجام مطالعات جامع در مورد آلودگی منابع آب این منطقه ضروری است.

واژه‌های کلیدی: محصولات کشاورزی، فرآورده‌های دامی، آب شرب، آرسنیک، استان کردستان

### مقدمه

آب‌های سطحی و زیرزمینی، استخراج معادن و توسعه، باعث شده محیط زیست به انواع فلزات سمی و سایر سموم آلوده شود (Arsenic and compounds, 2004). امروزه برخی از این آلاینده‌ها ضمن آلوده‌سازی محیط زیست وارد چرخه غذایی شده‌اند و برخی از آنها آب‌ها

افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون بشر برای غذا و دیگر امکانات زندگی باعث شده است که انسان محیط زیست را جهت تأمین نیازهای خود دستخوش تغییراتی نماید. کارخانه‌ها، راه‌ها، استفاده بیشتر از منابع

مقادیر اندازه‌گیری آرسنیک در نمونه‌های محصولات کشاورزی و غیره با میزان استاندارد مجاز آرسنیک در مواد غذایی سایر کشورهای مقایسه گردد.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت جغرافیایی محل انجام تحقیق

در این پژوهش تعداد چهار روستا از دو شهرستان قروه و بیجار استان کردستان شامل گیلکلو، قوجاق، گوندک و علی‌آباد جهت مطالعه انتخاب گردید. روستای گیلکلو با جمعیت حدود ۵۴۸ نفر، در فاصله ۱۴۰ کیلومتری شرق شهرستان سنندج واقع شده است. روستای قوجاق با جمعیت حدود ۸۰۰ نفر، در فاصله ۱۳۱ کیلومتری در شرق سنندج واقع شده است. روستای گوندک در فاصله ۱۳۸ کیلومتر شمال شرقی سنندج قرار دارد. جمعیت این روستا به علت شرایط جوی نامساعد در فصل زمستان ۲۵۰ نفر و در فصل تابستان ۴۲۰ نفر است که در ۷۰ خانوار متمرکز هستند. روستای علی‌آباد در فاصله ۱۴۲ کیلومتری شمال شرقی شهرستان سنندج واقع است. جمعیت در این روستا به علت نامساعد بودن شرایط جوی در فصل زمستان ۳۰ خانوار و در فصل تابستان ۸۰ خانوار می‌باشد.

#### روش نمونه‌برداری

در تحقیق حاضر محصولات کشاورزی، فرآورده‌های دامی و آب شرب روستاهای گیلکلو و قوجاق از شهرستان قروه و علی‌آباد و گوندک از شهرستان بیجار از نظر حضور آرسنیک مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه انواع محصولات کشاورزی مورد نظر با ذکر مشخصات هر نمونه (نوع محصول، نوع کشت آبی یا دیم، محل استقرار زمین در هر روستا) مجموعاً تعداد ۶۵۱ نمونه تهیه گردید. این تعداد نمونه بر اساس

را آلوده نموده‌اند که بطور مستقیم سلامت انسان‌ها را مورد تهدید قرار داده و ضمن شیوع بیماری‌های مختلف، موجب سرطان و حتی منجر به مرگ می‌شوند (Karim, 2000; Jiang, 2001). از جمله این آلاینده‌ها آرسنیک است که آب‌های برخی از مناطق بر اثر فعالیت‌های بشری و یا طبیعی به آن آلوده شده است. فاضلاب صنایع فلزی، شیشه‌سازی و سرامیک، ساخت رنگ و آفت‌کش‌ها، پالایشگاه‌های نفت، صنایع شیمیایی و صنایع آلی، منبع اصلی آرسنیک در محیط می‌باشند (Arsenic and compounds, 2004) آب‌های آلوده به آرسنیک در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله آرژانتین، بنگلادش، هند، مکزیک، تایلند و تایوان وجود دارند. غلظت آرسنیک در آب‌های زیرزمینی این مناطق از ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر گزارش شده است (Feroze, 2005; Smedley and Kinniburgh, 2001; Alam and Mosaferi 2004; Sattar, 2000). در کشور ما نیز در مناطقی از خراسان و کردستان آلودگی منابع آب به آرسنیک مشاهده شده است. مطالعات انجام شده ارتباط مستقیم بین وجود آرسنیک در آب و بروز سرطان‌هایی چون سرطان مثانه، روده، پوست، کلیه و کبد را نشان می‌دهد (Fecher and Ruhnke, 1988; Eisler, 2000; Mosaferi, 2004).

با توجه به اینکه نشانه‌هایی از آلودگی آب و عوارض مسمومیت مزمن در اهالی بعضی از روستاهای استان کردستان مشاهده شده بود موجب گردید که میزان عنصر آرسنیک در مواد غذایی (محصولات کشاورزی، نمونه‌های گوشت و شیر دام‌ها) و آب شرب چهار روستای شاخص از شهرستان‌های قروه (گیلکلو و قوجاق) و بیجار (علی‌آباد و گوندک) از توابع استان کردستان مورد بررسی و تعیین مقدار دقیق شود. سپس

گردیدند. حدود ۰/۸ گرم از هر نمونه پودر شده، توزین و به بمب تفلونی انتقال گردید و با افزایش ۶ ml اسید نیتریک غلیظ به هر یک از نمونه‌ها مدت دو ساعت در میکروویو در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس عمل هضم انجام شد. نمونه‌های هضم‌شده به بالن‌های حجمی انتقال یافته و حجم هر کدام از نمونه‌ها در ۲۵ ml تنظیم گردید. به منظور دستیابی به شرایط ایتیمم هضم از میکروویو با مشخصات مولتی‌ویو ۳۰۰۰ در طی بررسی تغییرات عوامل مؤثر (درجه حرارت، فشار، معرف‌های شیمیائی و زمان هضم) استفاده گردید.

#### هضم نمونه‌های دامی جهت تعیین مقدار آرسنیک

هر یک از هشت نوع نمونه اجزاء بدن دام (کبد، بافت ریه، طحال، کلیه، قلب، گوشت دست، گوشت ران و گوشت راسته) با استفاده از ماشین خردکن آزمایشگاهی کاملاً خرد شده و به صورت مخلوط یکنواخت تهیه گردیدند. سپس حدود ۱/۵ گرم از هر نمونه دامی خرد شده، توزین و به بمب تفلونی انتقال داده شد و مقادیر ۱۰ ml اسید نیتریک غلیظ و ۲ ml اسید پرکلریک غلیظ به هر یک از نمونه‌ها افزوده و به مدت ۱/۵ ساعت در میکروویو در دمای ۹۰ درجه سلسیوس عمل هضم انجام گردید. نمونه‌های هضم‌شده که به صورت محلول شفاف تغییر حالت یافته بودند به بالن‌های حجمی انتقال داده و در حجم ۲۵ ml جهت اندازه‌گیری جذب آماده شدند.

#### هضم نمونه‌های شیر جهت تعیین مقدار آرسنیک

جهت برداشت دقیق نمونه شیر برای هضم شیمیائی و آنالیز، ابتدا نمونه‌ها به کمک هموژن‌کننده آزمایشگاهی در دمای محیط آزمایشگاه کاملاً یکنواخت گردیده،

امکانات موجود در هر روستا بود. انواع محصولات نمونه‌برداری شده به طریق کشت دیم حاصل شده بودند و محصول کشت آبی فقط سیب‌زمینی را شامل می‌گردد. همچنین تعداد ۱۰۵ نمونه آب مصرفی در روستاها (رودخانه، لوله‌کشی، چشمه و چاه) جهت تعیین مقدار آرسنیک برداشت شد. نمونه‌برداری از دام در هر روستا شامل ۸ نوع بافت گوسفند (کبد، بافت ریه، طحال، کلیه، قلب، گوشت دست، گوشت ران و گوشت راسته) می‌باشد. تعداد ۱۴۲ نمونه دامی و ۸۵ نمونه شیر دامی مورد سنجش قرار گرفت. در روستای گیلکلو شیر دام جهت نمونه‌برداری موجود نبود. تعداد کل نمونه‌های اندازه‌گیری شده آرسنیک در آب شرب، محصولات کشاورزی، فرآورده‌های دامی و شیر ۹۸۳ نمونه می‌باشد.

#### تعیین مقدار آرسنیک در نمونه‌های آب

مراحل آماده‌سازی و تعیین غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب بر اساس روش استاندارد شماره ASTM-D2927 و با روش اسپکترومتری جذب اتمی انجام گردید.

#### هضم نمونه‌های محصولات کشاورزی جهت تعیین مقدار آرسنیک

هریک از انواع محصولات کشاورزی با حفظ شرایط زمان نمونه‌برداری همراه با رطوبت طبیعی و با توجه به اینکه هیچکدام از محصولات کشاورزی در معرض سمپاشی دفع آفات قرار نگرفته‌اند مورد بودند. از لحاظ دانه‌بندی و کیفیت محصول، کاملاً یکنواخت گردیده و حدود نصف مقدار نمونه‌برداری شده (حدود ۲۵۰ گرم) را با استفاده از آسیاب برقی به صورت غیر پیوسته (جلوگیری از گرم شدن نمونه‌ها و هدر رفتن احتمالی ترکیبات فرار آرسنیک) تبدیل به پودر ۲۰۰ mesh

مجاز ملی و سازمان جهانی بهداشت) مشاهده گردید (جدول ۱).

با توجه به اینکه استاندارد ملی حداکثر مجاز آرسنیک در محصولات کشاورزی و یا فرآورده‌های دامی تاکنون تدوین نگردیده است و همان طوریکه در نتایج تعیین مقدار آرسنیک در انواع محصولات نمونه‌برداری شده ملاحظه گردید که میزان آرسنیک بیشتر از حداکثر مجاز تعیین شده (۱ mg/l) در مواد غذایی کشورهای جهان نمی‌باشد به عبارت دیگر میزان آرسنیک در کلیه محصولات نمونه‌برداری شده در حد مجاز می‌باشد (جدول ۲).

میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های دامی روستاهای قوجاق و گیلکلو نسبت به دو روستای گوندک و علی‌آباد بیشتر است، در حالی که غلظت این عنصر در محصول جو در روستای گوندک در بالاترین سطح قرار دارد و با توجه به تغذیه دام‌ها با محصول جو، انتظار می‌رفت غلظت این عنصر در نمونه‌های دامی و شیر در این روستا بیشتر باشد، اما نتایج برخلاف انتظار حاصل شده است (جدول ۲).

همان‌طوری که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌گردد میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های گندم در چهار روستا در حدود ۰/۱۴ - ۰/۰۴ mg/Kg متغیر است که بالاترین آن در نمونه روستای گیلکلو و گوندک می‌باشد. میانگین تغییرات غلظت آرسنیک در ۲۱ نمونه جو در حدود ۰/۱۱ - ۰/۰۱۵ mg/Kg متغیر بوده که بالاترین غلظت آن در نمونه روستای گوندک می‌باشد. میانگین غلظت آرسنیک تعیین مقدار شده در نمونه نخود در حدود ۰/۱۳ - ۰/۰۱ mg/Kg است بطوری‌که غلظت این عنصر در نمونه‌های اندازه‌گیری شده تمامی روستاها

سپس مقدار ۵ ml از هر نمونه شیر یکنواخت شده به بمب تفلونی انتقال داده شد و به هر کدام از نمونه‌ها مقادیر ۵ ml اسید نیتریک غلیظ و ۱ ml اسید پرکلریک غلیظ افزوده و به مدت یک ساعت در میکروویو در دمای ۹۰ درجه سلسیوس عمل هضم انجام گردید. محلول نمونه‌های شیر هضم شده پس از صاف کردن بصورت محلول شفاف به بالن‌های حجمی انتقال یافته و در حجم ۲۵ ml جهت اندازه‌گیری جذب آماده گردید. مراحل اندازه‌گیری میزان جذب نمونه‌ها مشابه نمونه‌های دامی انجام شد و نهایتاً غلظت آرسنیک در نمونه‌های شیر محاسبه گردید.

#### اندازه‌گیری آرسنیک نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری میزان آرسنیک در محصولات کشاورزی، دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی مدل GTA-110 شرکت ورین و اتمایزر کوره گرافیتی مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان آرسنیک در نمونه‌ها، دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی به تکنیک مولد بخار مدل زمین 280Z شرکت ورین و دستگاه تولید بخار مدل VGA-77 شرکت ورین مجهز گردید. تکنیک مولد بخار جهت تعیین مقدار بعضی از عناصر مانند آرسنیک و سلنیوم و غیره در مواردی که غلظت‌ها پائین‌تر از حد تشخیص در روش اندازه‌گیری جذب با شعله باشد بکار گرفته می‌شود. استاندارد آرسنیک مورد استفاده از شرکت مرک (Arsenic Standard Cat-No. 109939, Merck Compay) تهیه شد.

#### یافته‌ها

نتایج بیانگر آن است ضریب افزایش غلظت آرسنیک در نمونه آب روستاها متغیر است و حداکثر آن در آب لوله‌کشی روستای علی‌آباد (۱۷۴) برابر بیشتر از مقدار

مطابق جدول شماره ۲، تغییرات میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های شیر در سه روستای مذکور در حد ۰/۰۱۲۹ - ۰/۰۰۸۷ میلی‌گرم در لیتر بوده که نسبت به حداکثر مجاز بسیار کمتر است (در روستای گیلکلو شیر جهت نمونه‌برداری موجود نبود). با مقایسه تغییرات میزان آرسنیک در نمونه‌های دامی و در نمونه‌های شیر دام‌ها در همان روستاها نشان داد که میزان آرسنیک در نمونه‌های دامی در حد چندین برابر بیشتر از نمونه‌های شیر می‌باشند. بطوری‌که بیشترین میانگین میزان آرسنیک در نمونه‌های دامی روستای قوجاق ۱۹/۱۹ برابر بیشتر از میزان آرسنیک در میانگین نمونه‌های شیر در همین روستا بدست آمد (نمودار ۲).

جدول ۳ بیانگر آن است که بیشترین میزان غلظت آرسنیک در نمونه‌های گندم، جو، نخود و عدس چهار روستا از نظر موقعیت جغرافیایی به ترتیب در غرب روستای گوندک (۰/۲۲۵ mg/kg)، جنوب روستای گوندک (۰/۱۸۵ mg/kg)، شمال روستای گیلکلو (۰/۰۱۵ mg/kg) و شرق روستای قوجاق (۰/۰۲۴ mg/kg) بدست آمد.

به‌جزء نمونه روستای گیلکلو (معادل ۰/۰۲۵ mg/Kg) حدود ۰/۰۱ mg/Kg می‌باشد. تغییرات غلظت آرسنیک در عدس سه روستای نمونه‌برداری شده (در روستای علی‌آباد نمونه عدس موجود نبود) در حدود mg/Kg ۰/۰۱۷ - ۰/۰۱ بود. میانگین غلظت آرسنیک در نمونه سیب‌زمینی و لوبیای قرمز موجود در روستای قوجاق که زمین کشت آن از نوع آبی بود کمتر از mg/Kg ۰/۰۱ بدست آمد.

جدول ۲ و نمودار ۱ بیانگر آن است که میانگین آرسنیک تعیین مقدار شده در اجزاء نمونه‌های دامی در چهار روستای نمونه‌برداری شده در حد ۰/۱۶۷ - ۰/۰۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم نمونه‌ها متغیر است. بطوری‌که میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های دامی روستاها ۱۸-۶ بار از حداکثر میزان مجاز قانونی مواد غذایی کشور استرالیا (۱۹-۲) کمتر است. همچنین نمودار ۱ بیانگر آن است که بیشترین و کمترین میزان آرسنیک اندازه‌گیری شده در هشت نوع نمونه اجزاء بدن دام (کبد، بافت ریه، طحال، کلیه، قلب، گوشت دست، گوشت ران و گوشت راسته) به ترتیب در گوشت ران (۰/۱۴۳ mg/kg) و کلیه (۰/۰۷ mg/kg) بدست آمد.

جدول ۱- میزان غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب چهار روستای مورد نظر برحسب میلی‌گرم در لیتر

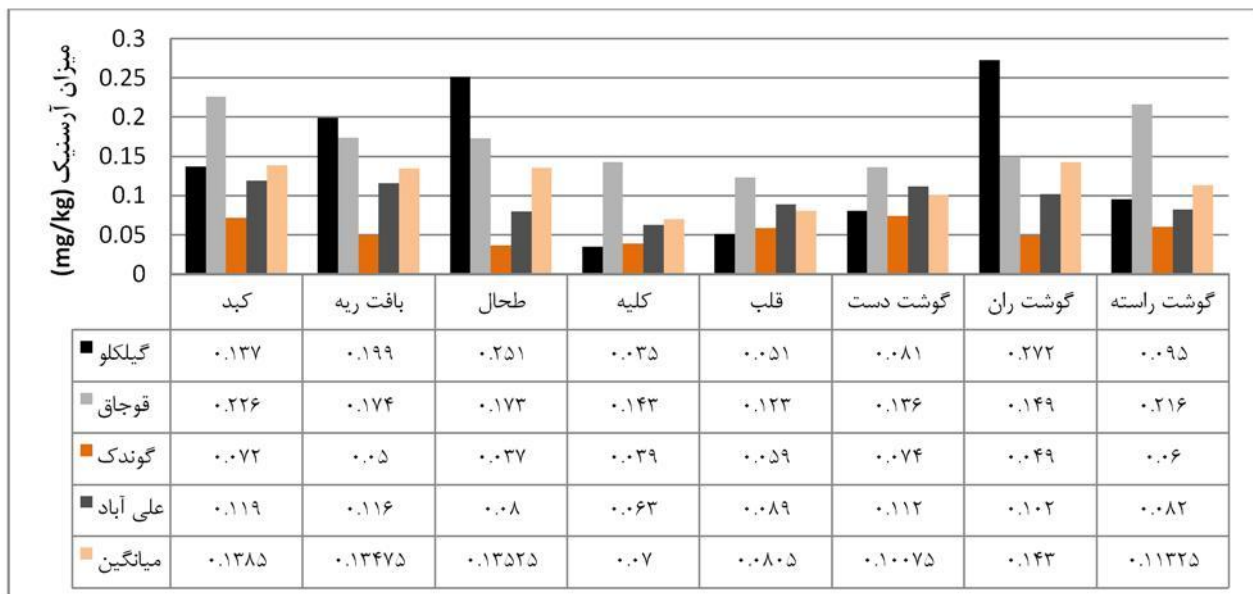
نام روستا	محل نمونه	تعداد نمونه	غلظت آرسنیک mg/L	استاندارد آرسنیک در آب آشامیدنی (WHO, 2003) mg/L	فاکتور افزایش غلظت آرسنیک نسبت به استاندارد
قوجاق	آب لوله	۲۰	۰/۲۸۶	۰/۰۱	۲۸/۶
قوجاق	آب چاه	۱۵	۰/۱۶۷	۰/۰۱	۱۶/۷
قوجاق	آب قنات	۱۲	۰/۱۳۳	۰/۰۱	۱۳/۳
گیلکلو	آب لوله	۱۰	۰/۱۷۵	۰/۰۱	۱۷/۵
گیلکلو	آب رودخانه	۱۵	۰/۱۶۲	۰/۰۱	۱۶/۲
گوندک	آب لوله	۱۰	۰/۴۴۵	۰/۰۱	۴۴/۵
علی‌آباد	آب لوله	۱۰	۱/۷۳۷	۰/۰۱	۱۷۳/۷
علی‌آباد	آب چشمه	۱۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۱/۷

جدول ۲- میزان آرسنیک ۴ روستا در ۱۵۲ نمونه محصولات کشاورزی، دامی و شیر دامها بر حسب میلی گرم در کیلوگرم (شیر بر حسب میلی گرم در لیتر)

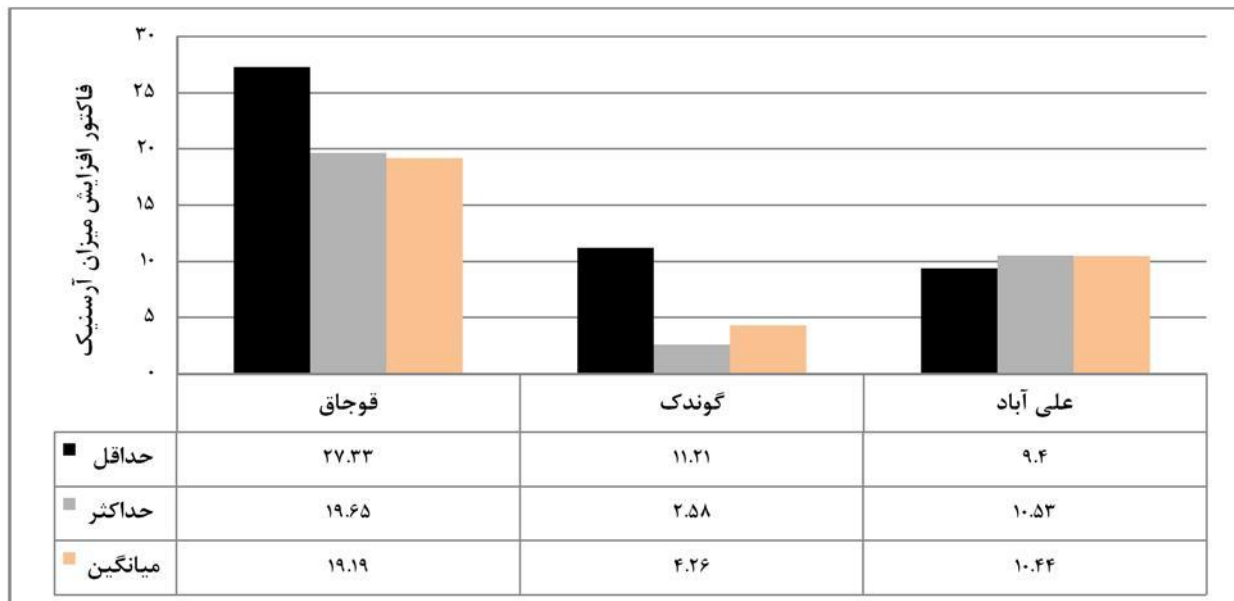
نام روستا	گندم			جو			نخود			عدس			سیب زمینی		لوبیا			نمونه دامی			شیر دام				
	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	
قوجاق	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	>۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
گیلکلو	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱۳	>۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-	-	-	۰/۲۷۲	۰/۰۳۵	۰/۱۴	-	-	-	-	-
گوندک	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۶۱	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۰۱	>۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-	-	-	۰/۰۷۴	۰/۰۳۷	۰/۰۵۵	-	-	-	-	-
علی آباد	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	>۰/۰۱	۰/۰۱	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۱۱۹	۰/۰۶۳	۰/۰۹۵	-	-	-	-	-
تعداد کل نمونه‌ها			۱۵۶			۱۵۰			۱۷۵			۱۶۰			۵	۵	۵	۱۴۲			۸۵				

جدول ۳- میانگین میزان آرسنیک در نمونه های اندازه گیری شده بر حسب میلی گرم در کیلوگرم و موقعیت جغرافیایی

نام روستا	قوجاق				گوندک				گیلکلو				علی آباد							
	موقعیت جغرافیایی	غرب	شرق	شمال شرقی	جنوب	شمال	جنوب شرقی	شمال شرقی	غرب	شرق	شمال	جنوب	غرب	شرق	جنوب شرقی	شمال شرقی				
گندم	۰/۰۴	۰/۱۱	-	-	۰/۲۲۵	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۷۲	-	-	۰/۰۸	۰/۱۵۵	۰/۱۹	-	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۵۷	۰/۰۲	-	-
جو	-	۰/۰۱	۰/۰۳	-	-	-	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۸۵	۰/۰۲	-	۰/۰۲۵	۰/۰۲	-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	-
نخود	۰/۰۱	-	-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-	-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-	-
عدس	۰/۰۱	۰/۰۲۴	-	-	-	-	-	۰/۰۱	-	-	-	-	۰/۰۱	-	-	-	-	-	-	-



نمودار ۱- میانگین غلظت آرسنیک در بافت‌های مختلف گوسفند



نمودار ۲- فاکتور افزایش میزان آرسنیک در نمونه‌های دامی نسبت به نمونه‌های شیر در روستای مربوطه

## بحث و نتیجه‌گیری

آرسنیک غیرآلی در آب شرب یک نگرانی بزرگ بهداشتی است (Smedley and Kinniburgh, 2002). آرسنیک به عنوان یک ماده شیمیایی می‌تواند از طرق پوسته زمین وارد منابع آب زیر زمینی شود. براساس

دسترسی به شبکه‌های آب آشامیدنی یکی از شاخص‌های مهم بهداشت و توسعه‌یافتگی می‌باشد. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، غلظت بالای

( $0/0087 \text{ mg/l}$ ) می‌باشد. میزان آرسنیک در سیب‌زمینی و لوبیا حدود  $0/01 \text{ mg/kg}$  بدست آمد. مطالعه‌ای که توسط وزارت کشاورزی، شیلات و غذا در کشور انگلستان انجام شد نشان داد که میانگین غلظت آرسنیک در غلات و حبوبات کمتر از  $0/02 \text{ mg/kg}$ ، گوشت کمتر از  $0/03 \text{ mg/kg}$  و برای شیر کمتر از  $0/01 \text{ mg/l}$  می‌باشد. [www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/V18j17.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/V18j17.htm). نتایج مطالعه Cevval Ulman و همکاران که میزان آرسنیک را در شیر گاو بررسی کرده بودند نشان داد که میانگین میزان آرسنیک در شیر گاو  $4/932$  میکروگرم در لیتر می‌باشد (Cevval et al., 1998). مطالعه Fang-Jie Zhao و همکاران که میزان آرسنیک را در دانه گندم بررسی کرده بودند نشان داد که غلظت این عنصر در دانه گندم  $7/7 \mu\text{g/kg}$  بدست آمد (Zhao et al., 2010).

بر اساس مطالعاتی که در کشور استرالیا با هماهنگی تحقیقاتی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انجام گرفته، حداکثر میزان آرسنیک در غلات و حبوبات، گوشت، سبزیجات به ترتیب  $0/07$ ،  $0/09$ ،  $0/08$  میلی‌گرم در کیلوگرم و حداقل میزان آن‌ها  $0/01$  میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. میزان آرسنیک در اجزاء مختلف گوسفند مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین و کمترین میانگین غلظت آرسنیک به ترتیب در گوشت ران ( $0/143 \text{ mg/kg}$ ) و کلیه ( $0/07 \text{ mg/kg}$ ) می‌باشد که با مطالعه Ger Vos و همکاران مطابقت دارد. مطالعه گیر ووس و همکاران نشان داد که میزان آرسنیک در گوشت، کبد و کلیه به ترتیب  $0/003$ ،  $0/054$  و  $0/098 \text{ mg/kg}$  است (Ger et al., 1988).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر غلظت آرسنیک در تمامی نمونه‌های اندازه‌گیری شده ۴ روستا بالاتر از استاندارد ملی ایران ( $0/01 \text{ mg/l}$ ) بدست آمد، بطوری‌که بالاترین میزان آن مربوط به آب لوله‌کشی روستای علی‌آباد ( $1/737 \text{ mg/l}$ ) است که حدود  $173/7$  برابر بیشتر از استاندارد ایران می‌باشد. این مطالعه با تحقیق Mosaferi و همکاران هم‌خوانی دارد. در مطالعه Mosaferi و همکاران بیشترین میزان آرسنیک در آب شرب روستای قوپوز با غلظت حدود  $2000 \mu\text{g/l}$  (حدود ۲۰۰ برابر استاندارد ایران) گزارش شد (Mosaferi et al., 2008). از نظر موقعیت جغرافیایی بیشترین میانگین میزان غلظت آرسنیک برای گندم در غرب روستای گوندک ( $0/225 \text{ mg/kg}$ )، جو در جنوب روستای گوندک ( $0/185 \text{ mg/kg}$ )، نخود در شمال روستای گیکلو ( $0/015 \text{ mg/kg}$ ) و عدس در شرق روستای قوجاق ( $0/024 \text{ mg/kg}$ ) می‌باشد. بطورکلی بیشترین و کمترین میانگین میزان غلظت آرسنیک در محصولات کشاورزی برای گندم به ترتیب در روستای گیکلو و گوندک ( $0/14 \text{ mg/kg}$ ) و روستای علی‌آباد ( $0/04 \text{ mg/kg}$ )، برای جو به ترتیب در روستای گوندک ( $0/11 \text{ mg/kg}$ ) و روستای قوجاق ( $0/015 \text{ mg/kg}$ )، برای نخود به ترتیب در روستای گیکلو ( $0/013 \text{ mg/kg}$ ) و بقیه روستاها ( $0/01 \text{ mg/kg}$ ) و برای عدس به ترتیب در روستای قوجاق ( $0/017 \text{ mg/kg}$ ) و روستای گیکلو و گوندک ( $0/01 \text{ mg/kg}$ ) بدست آمد. همچنین بیشترین و کمترین میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های دامی به ترتیب در روستای قوجاق ( $0/167 \text{ mg/kg}$ ) و روستای گوندک ( $0/055 \text{ mg/kg}$ )، برای شیر دام به ترتیب در روستای گوندک ( $0/0129 \text{ mg/l}$ ) و روستای قوجاق



نتایج آرسنیک اندازه‌گیری شده در تمامی نمونه‌های انواع محصولات کشاورزی، نمونه‌های دامی و شیر دام‌ها در مقایسه با حداکثر میزان مجاز آرسنیک در مواد غذایی سایر کشورها در سطوح خیلی پائین‌تری قرار دارند (حداکثر میزان مجاز آرسنیک در مواد مورد نظر مذکور در استاندارد جهانی معادل  $1 \text{ mg/Kg}$  می‌باشد. هر چند تاکنون استاندارد ملی در این موارد تدوین نگردیده است). میزان آرسنیک تعیین مقدار شده در نمونه آب روستاها در تمامی موارد در مقایسه با حداکثر میزان مجاز آرسنیک در آب آشامیدنی (استاندارد ملی

۱۷۴ (۰/۰۱ mg/l) برابر بیشتر است که در این زمینه بررسی جامع‌تر باید انجام گیرد.

### سیاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر خود را از مدیریت شرکت آب و فاضلاب روستائی استان کردستان به خاطر تأمین بودجه پروژه تحقیقاتی و نیز کارکنان شرکت تعاونی چند منظوره پژوهش گستران انرژی (وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران) بخاطر در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی به عمل می‌آورند.

### منابع

• مسافری، محمد (۱۳۸۴). بررسی عوارض بهداشتی ناشی از آرسنیک در آب استان کردستان و روشهای حذف آن از آب آشامیدنی. پایان‌نامه دکتری در رشته بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی گروه مهندسی بهداشت محیط.

- Arsenic and compounds. (2004). <http://www.scorecard.org/chemical-rofiles/html/arsenic.html>.
- Karim, M. (2000). Arsenic in groundwater and health problems in Bangladesh. *Water Research*, 34(1): 304-310.
- Jiang, J.Q. (2001). Removing arsenic from groundwater for the developing word-a review. *Water Science and Technology*, 44(6): 89-98.
- Feroze, A.M. (2005). An Overview of Arsenic Removal Technologies in Bangladesh and India. <http://www.unu.edu/env/Arsenic/Ahmed>.
- Smedley, P.L. and Kinniburgh, A. (2001). Review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17: 517-568.
- Alam, M.B. and Sattar, M.A. (2000). Assessment of arsenic contamination in soils and waters in some areas of Bangladesh. *Water Sience and Technology*, 42(7-8):185-193.
- Mosaféri, M. (2004). Examine the health effects of arsenic removal from drinking water and methods of Kurdistan. Thesis for PhD of Tehran University of Medical Sciences.
- Eisler, R. (2000). Handbook of chemical, Risk assessment/ Arsenic. Vol 3, Chapter 28, pp. 1501-1566.
- Fecher, P. and Ruhnke, G. (1988). Determination of arsenic and selenium in foodstuff, methods and Erros, *Atomic Spectroscopy*, 19 (6): 204-206.
- Shaole, W.U., Xinbang, F. and Adolph, W. (1997). Microwave Digestion of Plant and Grain Reference Materials in Nitric Acid or a Mixture of Nitric Acid or a Mixture of Nitric Acid and Hydrogen Peroxide for the Determination of Multi-elements by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 12(8): 797-806.
- WHO. (2003). Arsenic in drinking water. Background Document for Preparation of WHO Guidelines for Drinking Water Quality. Geneva: World Health Organization.

- Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G.A. (2002). Review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. *Journal of Applied Geochemistry*, 17: 517.
- Mosafieri, M., Taghipor, H., Hasani, A. and Borghee, M. (2008). Study of arsenic levels in drinking water: a case study. *Journal of Health and Environment*, 1(1): 19-28.
- [www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v18je17.Htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v18je17.Htm)
- Cevval, K., Semra, G., Ozden, A. and Uzeyir, K. (1998). Arsenic in Human and Cows Milk: A Reflection of Environmental Pollution. *Water, Air, and Soil Pollution*, 101: 411–416.
- Zhao, F.J., Stroud, J.L., Eagling, T., Dunham, S.J., McGrath, S.P. and Shewry, P.R. (2010). Accumulation, Distribution, and Speciation of Arsenic in Wheat Grain. *Journal of Environmental Science & Technology*, 44 (14): 5464–5468.
- Ger, V., Hans, L. and Woutvan, D. (1988). Arsenic, cadmium, lead and mercury in meat, livers and kidneys of sheep slaughtered in The Netherlands. *European Food Research and Technology*, 187(1): 1-7.

## **Determination of arsenic in agricultural products, animal products and drinking water of rural areas of Bijar and Gharve, Kurdistan Province**

**Pirsaheb, M.<sup>1</sup>, Dargahi, A.<sup>2\*</sup>, Golestanifar, H.<sup>3</sup>**

1- Assistant Professor of Kermanshah Health Research Center, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

2 - Graduated of Environmental Health Engineering, Young Researchers Club, Parsabad Moghan Branch, Islamic Azad University, Parsabad, Iran.

3- MSc of Environmental Health Engineering, HSE Exploration Directorate NIOC, Tehran, Iran.

\*Corresponding author email: a.dargahi29@yahoo.com

(Received: 2012/10/16 Accepted: 2013/7/1)

### **Abstract**

Environmental and food contamination with toxic element arsenic is one of the important issues that are threatening public health and other creatures. In this study, a total sample of 983 consisting agricultural and animal products as well as water samples was analyzed for arsenic contamination. According to the results, the highest concentration of arsenic (1.737 mg/l) was found in the piped water of Aliabad. Moreover, the highest level of arsenic contamination was detected in wheat obtained from Giklo and Gondak (0.14 mg/kg). Accordingly, highest arsenic level in barley, peas and lentils, was estimated in the samples of Gondak (0.11 mg/kg), Giklo (mg/kg 0.013) and Ghojagh (0.017 mg/kg), respectively. In addition, the highest mean concentration of arsenic in meat and milk samples was found in Ghojagh (0.167 mg/kg) and Gondak (0.0129 mg/l). The results revealed that the contamination level of arsenic in all crops, meat and milk samples were lower than the maximum acceptable limit adopted in many other countries. However, the concentration of arsenic in water samples was 174 times higher than the acceptable limit (0.01 mg/l) determined by the Iranian National Standard. Therefore, it is necessary to perform comprehensive studies on contaminations of water sources in this area.

**Key words:** Agricultural products, Animal products, Drinking water, Arsenic, Kurdistan