مطالعه و تعیین میزان آلاینده‌های فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی (نیتریت و نیترات) در آب‌های معدنی موجود در بازار استان آذربایجان غربی

رقیه اشرفی یورقانلو[1*]

۱- گروه صنایع غذایی، آموزشکده فنی دختران ارومیه، دانشگاه فنی و حرفه ای استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶ /۰۷/۰٤ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۸)

چکیده

آب مهم‌ترین ترکیب غیرآلی برای سلول زنده است. آلودگی آب‌ها به فلزات سنگین و آفت کش‌ها یکی از مشکلات مهم زیست‌محیطی و یکی از نگرانی‌های بهداشت مواد غذایی به شمار می‌آید. با توجه به افزایش مصرف آب معدنی در جامعه ارزیابی آلودگی‌های احتمالی آن امری ضروری می‌باشد. هدف این پژوهش تعیین میزان آلاینده‌های فلزی از جمله آرسنیک، سرب، کادمیوم و ترکیبات شیمیایی(نیتریت و نیترات) در آب‌های معدنی می باشد. برای این منظور از ۱۰نام تجاری آب معدنی تولیدی و عرضه شده در بازار استان آذربایجان‌غربی استفاده شد و غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم با دستگاه جذب اتمی کوره‌ای ، آرسنیک با دستگاه جذب اتمی بر پایه تولید بخار هیدرید(VGAAS)، نیتریت و نیترات با دستگاه طیف سنج نوری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد محدوده غلظت آرسنیک، سرب، کادمیوم در نمونه‌های آب معدنی به ترتیب از ۰/۰۰۰۸ppm تا ۰/۰۵۲۰ppm، ۰/۰۰۰۲ppm تا ۰/۰۰۶۱ppm و ۰/۰۰۰۱ppm تا ۰/۰۰۳۰ppm متغیر بودند، که تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین فوق و استاندارد ملی ایران مشاهده شد. محدوده غلظت نیتریت در نمونه‌های آب معدنی از ۰/۰۰٤۸ppm تا ۰/۰۱۵۲ppm و برای نیترات از ۰/۳٦٤ppm تا ۸/۹۹٤ppm متغیر بودند. میانگین اندازه‌گیری شده نیتریت بر خلاف میزان نیترات با میزان استاندارد آب معدنی تفاوت معنی‌داری داشت. غلظت تمامی فلزات فوق، نیتریت و نیترات در نمونه‌ها کمتر از بیشینه استاندارد ملی ایران بود. لذا تهدیدی در خصوص استفاده از آب‌های معدنی بطری شده برای سلامت مصرف‌کنندگان وجود ندارد با این همه انجام مطالعات بیشتر و اندازه‌گیری متناوب به دلیل اهمیت سم‌شناسی امری ضروری است.

کلید واژگان: آب معدنی، جذب اتمی کوره ای ، فلزات سنگین، نیتریت، نیترات

* مسئول مکاتبات: r.ashrafi1@yahoo.com

۱- مقدمه

از آغاز حیات بر روی زمین تا زمان حاضر، آب دارای اهمیت بسیار زیاد در تکامل اشکال زندگی داشته است. بنابراین می‌توان گفت که آب محافظ حیات روی زمین است . تأثیر حیات‌بخش آب بر روی توسعه و زندگی از یک سو و افزایش جمعیت و رشد مصارف کشاورزی، خانگی و صنعتی و کمبود این ماده حیاتی در کشورهای خشک و نیمه خشک (مثل ایران) از سوی دیگر سبب شده است تا استفاده بهینه از آب در مصارف مختلف شرب، بهداشت، کشاورزی و... صورت گیرد و دغدغه بسیاری از سیاستگذاران و مجریان بخش آب کشور باشد و استفاده از آب بسته بندی شده به عنوان یک راهکار جدی در توزیع عادلانه و بهداشتی آب مورد توجه قرار گیرد [۱].

فلزات سنگین در محیط زیست پایدارند و تمایل دارند در بافت‌های گیاهی و حیوانی تجمع یابند[۲]. این فلزات از راه‌های مصنوعی مثل سوختن فسیل، استخراج معادن، فاضلاب‌های کشاورزی، فاضلاب کارخانجات، فاضلاب‌های آزمایشگاهی، تراکم ترافیک، استفاده از کود، استفاده از عوامل حفاظت کننده گیاه و از راه‌های طبیعی مثل بارندگی، خوردگی صخره‌های سنگی، فرسایش خاک، گردوغبار موجود در جو، حل شدن نمک‌های محلول وارد مخازن آب می‌شود [۳].

با توجه به بررسی مصرف آب معدنی توسط بازارهای جهانی در سال ۲۰۰۹، امارت متحده عربی با ۹۸٪ بالاترین میزان مصرف آب معدنی در جهان را به خود اختصاص داده است بر اساس این گزارش بحرین و قطر هر دو با ۹۵٪ مصرف در رتبه دوم جهان قرار دارند. براساس آمار جهانی مصرف آب معدنی، ایران در رده ۱٤ این رتبه بندی واقع شده است [٤].

از آنجایی که فلزات سنگین در محیط‌های تالابی و دریایی بسیار پایدارند و این عناصر به سهولت و به مقدار زیاد در دسترس جانوران به ویژه کفزیان قرار می‌گیرد با افزایش غلظت فلزات سنگین در آب، حجم این مواد در بافت بدن موجودات آبزی افزایش یافته و از طریق زنجیره غذایی وارد بدن انسان می‌شود. به طور متوسط تخمین زده می‌شود که ۱۰ تا ۲۰ درصد آلودگی‌ها در آب آشامیدنی را سرب شامل می‌شود [۱].

ورود فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی به نهرهای آب به معنی وجود نیتروزآمین، ترکیبات سرطانزا و فلزات سنگین است. علاوه بر کود نیتروژن خاک به فرم آلی از تجزیه گیاهان و حیوانات به وجود می‌آید. فرم‌های مختلف نیتروژن در خاک توسط باکتری‌ها به نیترات تبدیل می‌شود نیترات به راحتی با عبور از لایه‌های خاک به زمین نفوذ کرده و در اثر بارش باران به ریشه گیاهان و نهایتا به آب‌های زیر زمینی می‌رسد [۵و ٦].

با توجه به اهمیت فلزات سنگین، نیتریت و نیترات در اکوسیستم‌های مختلف و تاثیر آن‌ها بر سلامتی موجودات زنده به خصوص انسان تلاش‌های بسیاری در جهت شناسایی منابع آلاینده‌ی فلزات سنگین، نیتریت ونیترات و مبارزه با اثرات سمی آن انجام گرفته است. [۷]. .Farmer و همکاران (۱۹۸۵) روی ۲۳ نمونه آب معدنی بطری شده و عرضه شده در منطقه بریتانیا مقدار آرسنیک را بررسی کردند نتایج به دست آمده حاکی از آن است که از ۲۳ نمونه، میزان آرسنیک ۷ نمونه بیش از حد مجاز بود که ٤ مورد آن مربوط به آب‌های معدنی تولیدی در فرانسه، یک مورد در ایتالیا، یک مورد مربوط به آلمان و یک مورد نیز مربوط به آب معدنی تولیدی در انگلستان بود.

العبدالعلی و همکاران (۱۹۹۷) روی ١٤ نام تجاری آب بطری شده وارداتی و ۷ نام تجاری داخلی پارامترهای فیزیکوشیمیایی را ارزیابی کردند در این تحقیق نتایج حاصل نشان داد که سطح نیترات برای آب‌های محلی از ۱/۹۲ تا ١٦/۷ میلی‌گرم در لیتر و برای آب‌های وارداتی از ۳/۵ تا ۷/٤ میلی‌گرم در لیتر متغییر بود با این حال غلظت هیچ کدام بیشتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت[1] و سازمان استاندارد کشور عربستان[2] نبود و مقدار آرسنیک، سرب، کادمیوم، مس و سلنیوم نیز در زیر حد استاندارد بود [۸].

در مطالعه‌ای که توسط جمک و همکاران (۲۰۰۷) بر روی سیزده نام تجاری آب معدنی طبیعی و آب میوه داخلی انجام شد گزارش کردند که میزان نیترات آب معدنی طبیعی ۱۳/۲۰–۱/۰۹ میلی‌گرم در لیتر و برای آب میوه ۷/۵۰–۱/۰۲ میلی‌گرم در لیتر بود و میزان نیتریت برای آب معدنی طبیعی ۰/۰۸۷–۰/۰۰۸ میلی‌گرم در لیتر و برای آب میوه ۰/۰٤۹–۰/۰۰۹ میلی‌گرم در لیتر بود. باتوجه به

1. World Health Organization(WHO)
2. SASO

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیتریت و نیترات در آب معدنی طبیعی و آب میوه از نظر وضع بهداشتی عمومی خطرناک نمی‌باشد [۱].

میران‌زاده و همکاران(۱۳۹۰) با بررسی کیفیت میکروبی و غلظت فلزات سنگین در ۱۵ نام تجاری آب بطری شده تولیدی در ایران بین سالهای ۸۹-۸۸ به نتایج زیر دست یافتند، کیفیت میکروبی و غلظت فلزات سنگین در تمام نمونه‌های مورد آزمایش مطابق استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی و حفاظ محیط زیست بوده واز این نظر خطری سلامت عمومی را تهدید نمی‌کند[۲].

لولویی و ذوالعلی (۱۳۸۸) کیفیت ۱۳ نوع آب معدنی بطری شده در سطح شهر کرمان را بررسی نمودند، نتایج نشان داد که ٥٤٪ آب‌های مورد بررسی جزء آب‌های سخت یا خیلی سخت دسته‌بندی می‌شوند، هیچ کدام اثر شفا بخشی نداشته و دارای آلودگی میکروبی نمی‌باشند. مقایسه این آب‌ها با استاندارد آب آشامیدنی و معدنی نشان داد که میزان فلوئور در همه نمونه‌ها پایین تر از حداکثر میزان مجاز استاندارد (٤ ppm) و در ۷٪ نمونه‌ها نیز مقدار نیترات بیش از حداکثر میزان مجاز استاندارد (٥٠ppm) بوده است. از لحاظ مقایسه با میزان توصیه شده بهداشتی،۲۳٪ موارد دارای پتاسیم بیش از استاندارد و٤٦٪ دارای سدیم بالاتر از میزان توصیه شده بودند[۹]. فروزان و همکاران (۱۳۸٦) با بررسی وجود فلزات سنگین، مقادیر نیتریت و نیترات و ویژگی‌های میکروبی آب‌های معدنی موجود در بازار استان آذربایجان غربی گزارش کردند که میانگین مقدار نیترات و نیتریت در آب‌های معدنیppm ۰/۰۳، مجموع نسبت غلظت نیترات و نیتریت ppm ۱/۹۸ و نیترات ppm ۲۳/۷۲ بود که میزان دو شاخص اول در بیشتر نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بوده و برای سلامتی بشر مخاطره آمیز می‌باشد، همچنین دو نام تجاری مختلف آب از نظر این دو شاخص دارای اختلاف معنی‌دار بودند($p<۰/۰۱$). در صورتیکه مقادیر فلزات سنگین در دو نام تجاری مختلف آب در حد استاندارد بوده و دارای اختلاف معنی‌دار نبودند($p<۰/۰۵$).از نظر ویژگی‌های میکروبی نیز مشکل نداشتند [٦].

صالحی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی میزان غلظت فلزات سنگین (کروم، کادمیوم و سرب) در ۱۰ نام تجاری آب‌های بطری شده در شهر همدان گزارش کردند که حداکثر غلظت کروم، کادمیوم، سرب در نمونه‌ها به ترتیب مربوط به کادمیوم و کروم است نتایج حاصل از یافته‌های به دست آمده حاکی از آن است که غلظت فلزات سنگین در مقایسه با استاندارد جهانی آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا[3] و سازمان ملی استاندارد ایران مطابقت داشته و کمتر از استانداردهای ذکر شده بود. لذا خطری در خصوص استفاده از آب‌های بطری شده برای تهدید سلامت مصرف کنندگان وجود نداشت [۱۰].

هدف این مطالعه بررسی میزان آلاینده های فلزات سنگین و نیتریت و نیترات‌ها در آب‌های معدنی موجود در بازار استان آذربایجان غربی می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

نمونه‌های آب معدنی از ۱۰ نام تجاری عرضه شده در بازار استان آذربایجان غربی، هر کدام در پنج تکرار، به طور کاملا تصادفی در بازه‌زمانی سه ماهه (اسفند، فروردین، اردیبهشت) از قسمت‌های مختلف شهر جمع‌آوری گردید. با توجه به شفاف بودن نمونه‌های آب، بدون نیاز به آماده سازی برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت [۹].

آب مقطر دیونیزه با استفاده از دستگاه آب مقطرگیری مدل PURE 400 RDUV,شرکت آرا تجهیز از آزمایشگاه غذا و دارو آذربایجان غربی تهیه شد. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده دارای درجه خلوص تجزیه‌ای بوده و از شرکت مرک آلمان تهیه شده اند.

تجزیه و تحلیل فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیوم، سرب) و نیتریت و نیترات در نمونه‌های آب معدنی توسط دستگاه جذب اتمی کوره‌ای **VARIN** مدل **AA240,** شرکت Agilent آمریکا، و دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی فرابنفش مدل

3. EPA

Cary 100شرکت Agilent آمریکا در سازمان غذا دارو استان آذربایجان غربی انجام شد.

۲-۲- روش‌های اندازه گیری

۲-۱-۱- اندازه گیری سرب و کادمیوم

اندزه‌گیری سرب و کادمیوم بر اساس استاندارد ملی ایران شماره۲۳۵٤ انجام شد. جهت اندازه‌گیری دستگاهی میزان سرب و کادمیوم مواد اولیه‌ی مورد نیاز شامل اسید نیتریک (HNO_3) ٦٥٪، محلول تجاری استوک سرب $\beta(Bb^{2+})=1g/L$ و محلول تجاری استوک کادمیوم$\beta(Cd^{2+})=1g/L$ می‌باشد. اندازه‌گیری میزان کادمیوم در طول موج ۲۲۸/۸nm و سرب در طول موج ۲۸۳/۳nm بر حسب میکرو گرم بر لیتر (ppb) انجام و نتایج بر حسب ppm گزارش شد[۱۱].

۲-۱-۲- اندازه گیری آرسنیک

اندازه‌گیری آرسنیک در دستگاه جذب اتمی شعله – هیدرید و در طول موج nm7/193 بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۰۹ انجام و نتایج برحسب میلی گرم در لیتر گزارش شد.

مواد اولیه مورد نیاز جهت سنجش آرسنیک شامل پودر پتاسیم یدید (KI) با وزن مولکولی ١٦٦g/mol، آسکوربیک اسید (L(+) – ascorbic acid)، هیدروکلریدریک غلیظ ۳۷٪، پودر سدیم تترا هیدروبورات ($NaBH_4$) با وزن مولکولی g/mol ۳۷/۸۳، پودر سدیم هیدروکسید ٤٠(NaOH)g/mol و محلول تجاری استوک آرسنیک $\beta\{AS(v)\}=1g/L$ بود [۱۱].

۲-۱-۳- اندازه گیری نیترات

جهت آماده سازی نمونه مقدار ۵ میلی لیتر نمونه داخل یک بشر ۵۰ میلی لیتری خشک و تمیز منتقل شده و مقدار یک میلی لیتر معرف بروسین – اسید سولفانیلیک به آن اضافه می‌شود سپس محتویات این بشر بر روی ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک موجود در بشر ۵۰ میلی لیتری دیگر اضافه می‌شود. جهت اطمینان از اختلاط عمل برگرداندن محتویات بشرها به هم چندین بار تکرار می‌شود. بعد از نگهداری به مدت ۱۰ دقیقه در جای تاریک و ظاهر شدن رنگ، مجددا ۱۰ میلی لیتر آب به نمونه‌ها اضافه شده و نگهداری در جای تاریک ۲۰ دقیقه ادامه می‌یابد در نهایت مقدار جذب نمونه در طول موج ٤١٠ نانومتر در مقابل محول شاهد اندازه گرفته می‌شود(استاندارد ملی ایران شماره،۲۳۵۲) [۱۳].

۲-۱-٤- اندازه گیری یون نیتریت

جهت آماده سازی نمونه به ۵۰ میلی لیتر از نمونه ۱ میلی لیتر معرف سولفانیل آمید اضافه و پس از ۲ تا ۸ دقیقه یک میلی لیتر محلول N – (۱–نفتیل)–اتیل دی آمین هیدروکلراید اضافه می‌شود پس از اختلاط و نگهداری به مدت ۱۰ دقیقه معرف رنگی به نمونه و استانداردها اضافه و میزان جذب در طول موج ٥٤٣ نانومتر در مقابل شاهد قرائت و نتایج بر حسب ppmگزارش می‌شود[٦].

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه بین میانگین به دست آمده از ۵ تکرار برای هر نمونه آب معدنی در مورد هر یک از شاخص‌های مورد آزمایش (آرسنیک، سرب، کادمیوم، نیترات و نیتریت) با مقادیر استاندارد مربوطه مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ٢٤٤١ با کمک آزمون توکی (One Sample T-Test) در نرم افزار Minitab16 با سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اندازه گیری آرسنیک

نتایج در شکل ۳-۱ ارائه شده است. همان گونه که نتایج نشان می‌دهد غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب معدنی از ppm ۰/۰۰۱ تا ppm ۰/۰۰۵۵ متغییر بوده و میانگین غلظت آرسنیک برای کل نمونه‌ها ppm ۰/۰۰۳۱ ±۰/۰۰۳۳٦تعیین شد[۱۲].

حداقل غلظت آرسنیک مربوط به نمونه H و حداکثر غلظت آرسنیک مربوط به نمونه I می‌باشد (شکل۱).

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ٢٤٤١، حداکثر غلظت مجاز آرسنیک در آب معدنی برابر ppm۰/۰۱ است. در غلظت‌های

میانگین آرسنیک تفاوت معنی‌داری با میزان استاندارد مشاهده شد (P<۰/۰۵). میزان فلز آرسنیک در تمامی نمونه‌ها کمتر از حد بیشینه استاندارد ملی ایران بود.

Tudorache و همکاران (سال ۲۰۱۰) با اندازه‌گیری میزان آرسنیک در ۲۳ نمونه آب‌های معدنی طبیعی در مناطق شمال، مرکز و غرب رومانی گزارش کردند که بسته به غلظت آرسنیک آب‌ها را به سه دسته تقسیم کردند، آب‌های معدنی حاوی کمتر از ۱۰ میکروگرم در لیتر آرسنیک، آب معدنی‌های حاوی بیشتراز ۱۰ میکرو گرم در لیتر اما کمتر از ۱۰۰ میکرو گرم در لیتر آرسنیک و آب معدنی های طبیعی حاوی آرسنیک ده تا صد برابر بیشتر از حد مجاز (۱۰ میکرو گرم در لیتر) با توجه به این تقسیم‌بندی نتایج نشان داد که در مناطق شمال رومانی مقدار آرسنیک از ۱۰ میکروگرم در لیتر تجاوز نمی‌کند ولی در مناطق مرکزی و غرب رومانی مقدار آرسنیک بیش از حد مجاز می باشد ودر کل هفت منبع برای مصرف انسان و حیوان ممنوع شناخته شدند[۷].

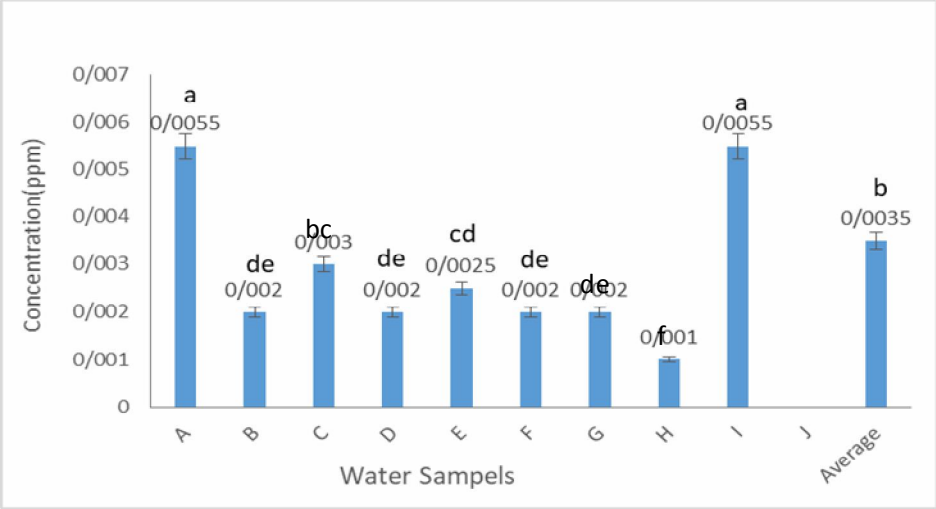

Fig 1 Arsenic Concentration in Mineral Water Samples

۳-۲- نتایج اندازه گیری سرب

با توجه به نتایج، غلظت سرب در نمونه‌ها از ۰/۰۰۱ppm تا ۰/۰۰۷۵ppm متغییر بوده و میانگین غلظت سرب برای کل نمونه‌ها ۰/۰۰۱۷ ppm ± ۰/۰۰۲۹ تعیین شد. حداقل غلظت سرب مربوط به نمونه J و حداکثر غلظت سرب مربوط به نمونه I می‌باشد (شکل۲).

در غلظت‌های میانگین سرب تفاوت معنی‌داری با میزان استاندارد مشاهده شد (P<۰/۰۵).میزان فلز سرب در تمامی نمونه‌ها کمتر ار حد بیشینه استاندارد ملی ایران بود. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲٤٤۱، حداکثر غلظت مجاز سرب درآب معدنی برابر ۰/۰۱ppm است [۱۲]. علیدادی و همکاران (سال ۱۳۹۰) با بررسی غلظت فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب) در آب آشامیدنی شهر مشهد گزارش کردند که غلظت فلزات کروم، کادمیوم در آب از حد استاندارد ملی و بین المللی کمتر بود، تنها غلظت سرب در برخی مناطق اندکی از میزان استاندارد بالاتر و اختلاف میانگین آن ها در دو فصل بهار و تابستان معنی دار بود. در حالی که این اختلاف برای دو فلز کروم و کادمیوم معنی دار نبود. رابطه معنی‌داری بین غلظت فلزات و نوع منبع آب مشاهده نشد[۱۵].

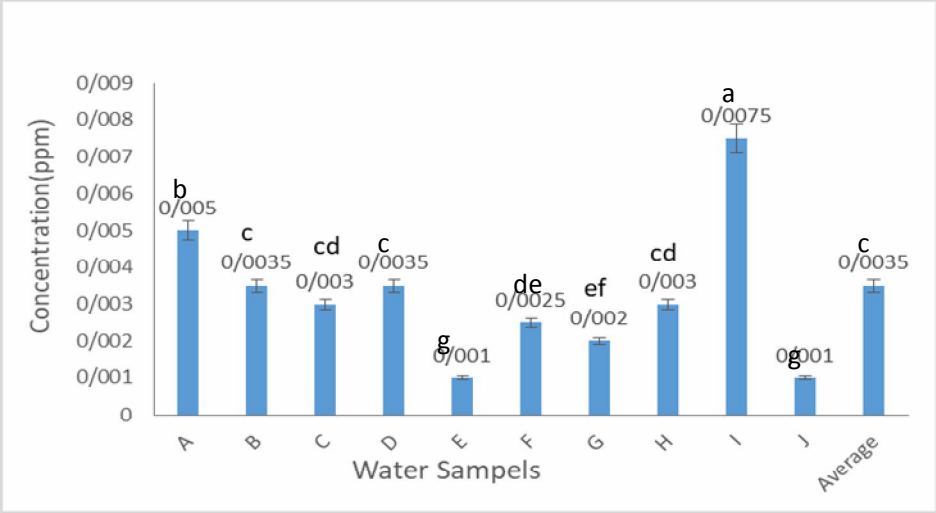

Fig 2 Lead Concentration in Mineral Water Samples

۳-۳- نتایج اندازه گیری کادمیوم

غلظت کادمیوم در نمونه‌های آب معدنی از۰/۰۰۰۲۵ ppm تا ۰/۰۰۲۵ ppm متغییر بوده و میانگین غلظت کادمیوم برای کل نمونه‌ها ۰/۰۰۰۶ ppm ± ۰/۰۰۱۲ تعیین شد. در غلظت های میانگین کادمیوم تفاوت معنی داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). فقط در نمونه H تفاوت معنی داری در مقایسه با استاندارد مشاهده نشد. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲٤٤۱، حداکثر غلظت مجازکادمیم در آب معدنی برابر ۰/۰۰۳ppm است [۱۲].

در مطالعه‌ای دیگر ، میران زاده و همکاران (۲۰۱۰) در رابطه با بررسی غلظت فلزات سنگین (نیکل، نقره، کروم، کادمیوم، منگنز، روی، کبالت، سرب) در ۵ ناحیه شبکه توزیع آب شهر کاشان، به این نتیجه رسیدند که میانگین غلظت کروم، روی، سرب، نقره، کبالت، نیکل، روی در طی سه فصل نمونه برداری به ترتیب ۳/٦٦، ۱٦۷/۸، ۲/۸۷، ۳/۷٤، ۵/۱، ۰/٤۵ میکرو گرم در لیتر بوده که بالاتر از حد استانداردهای ملی و بین المللی نمی باشد[۲].

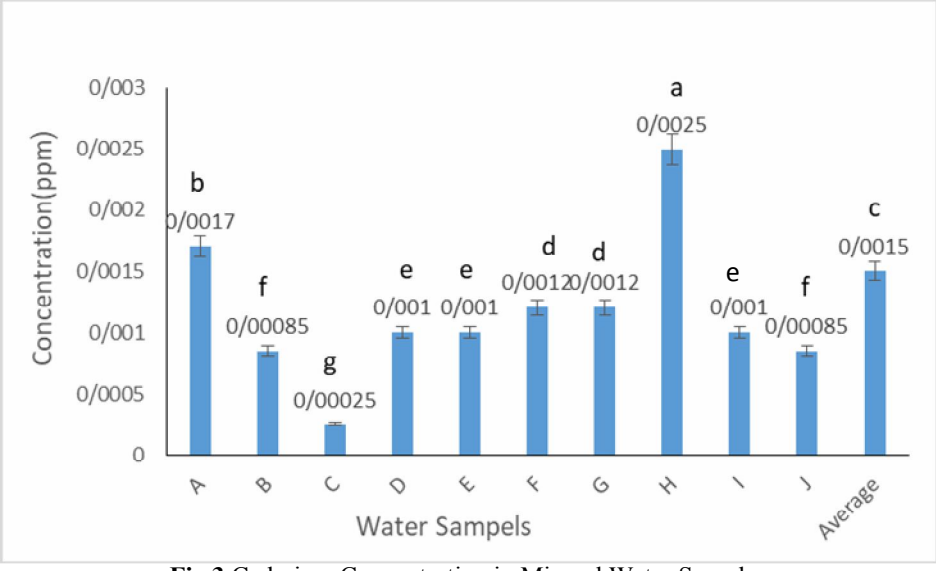

Fig 3 Cadmium Concentration in Mineral Water Samples

در رابطه با کادمیوم حداقل غلظت مربوط به نمونه ی C و حداکثر غلظت کادمیوم مربوط به نمونه ی H می‌باشد (شکل۳). غلظت کادمیوم در آب معدنی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲٤٤۱، ppm ۰/۰۰۳ می‌باشد. که میزان فلز کادمیوم در تمامی نمونه‌ها کمتر ار حد بیشینه استاندارد ملی ایران (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲٤٤۱، حداکثر غلظت مجازکادمیم در آب معدنی برابر ppm۰/۰۰۳ است) بود [۱۲].

۳-٤- نتایج اندازه گیری نیترات

غلظت نیترات در نمونه‌های آب معدنی ازppm ۲ تا ppm ۸/۹۹٤ متغییر بوده و غلظت میانگین نیترات برای کل نمونه‌های آب معدنیppm ۲/٤٥۹ ± ٤/۷۰۳ تعیین شد. با توجه به غلظت میانگین کل نیترات نشان داده شده در شکل ٤ و آنالیزهای صورت گرفته، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود نداشت (**P>** ۰/۰۵).

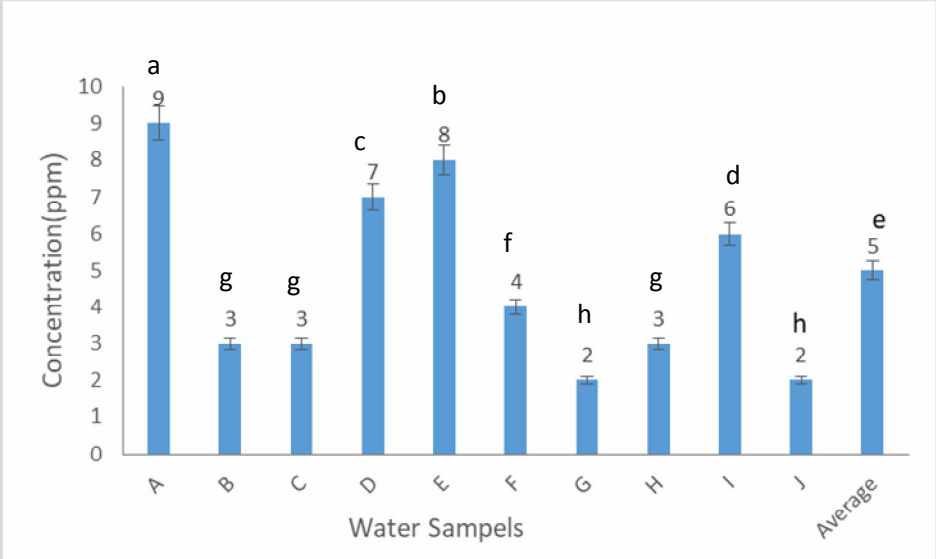

Fig 4 Nitrate Concentration in Mineral Water Samples

حداقل غلظت نیترات با توجه به شکل ٤ مربوط به نمونه ی G بوده و حداکثر غلظت مربوط به نمونه A می‌باشد. مقدار مجاز نیترات با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره ۲٤٤۱، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر می باشد [۱۲]. با توجه به نتایج در همه موارد میزان نیترات پایین تر از محدوده استاندارد بوده ولی در ۱۰۰٪ موارد اختلاف قابل توجهی بین مقادیر اندازه گیری شده، با مقادیر ذکر شده روی برچسب وجود داشت. هم چنین در دو نام تجاری(A and E) از آب معدنی‌های مورد تجزیه و تحلیل غلظت نیترات بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم برلیتر بود که مطابق استاندارد ملی ایران چنانچه مقدار نیترات در آب معدنی بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر باشد باید روی برچسب عبارت " برای نوزادان مناسب نمی‌باشد " درج شود که لحاظ نشده بود. دلیل بالا بودن میزان نیترات قرارگرفتن منبع آب در میان اراضی کشاورزی و استفاده بیش از اندازه کشاورزان از کود شیمیایی می‌باشد. با توجه به طبقه بندی آلودگی برحسب وجود نیترات که چنانچه ۲۰ میلی گرم در لیتر کمتر باشد، آب‌های مورد مطالعه از نظر نیترات کاملا سالم بودند.

Alabdulaali و همکاران (سال ۱۹۹۷) روی ۱٤ نام تجاری آب بطری شده وارداتی و ۷ نام تجاری داخلی پارامترهای فیزیکو شیمیایی را ارزیابی کردند در این تحقیق نتایج حاصل نشان داد که سطح نیترات برای آب‌های محلی از ۱/۹۲ تا۱٦/۷ میلی‌گرم در لیتر و برای آب‌های وارداتی از ۳/۵ تا ۷/٤ میلی گرم در لیتر متغییر بود[۸].

۳-۵- نتایج اندازه گیری نیتریت

نتایج تجزیه و تحلیل آماری غلظت نیتریت در نمونه‌های بررسی شده آب معدنی و مقایسه آن با بیشینه حد مجاز استاندارد ملی نشان داد غلظت نیتریت در نمونه‌های آب معدنی ازppm ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۹۷ppm متغیر بوده و میانگین کل برای این پارامترppm ۰/۰۳۵ ± ۰/۰۲۰۷ تعیین شد. مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲٤٤۱، حداکثر غلظت مجاز سرب در آب معدنی برابر ۰/۰۲ppm است [۱۲].

در غلظت میانگین نیتریت در سطح معنی دار ۵٪ دارای اختلاف بودند (P< ۰/۰۵). از ۱۰ نام تجاری آب معدنی تنها در ۱ نمونه از نام تجاری (A) تفاوت معنی‌دار در غلظت نیتریت وجود نداشت (P> ۰/۰۵). حداکثر مجاز نیتریت در آب معدنی مطابق استاندارد ملی ایران شماره ی ۲٤٤۱، ۰/۱ میلی گرم در لیتر می‌باشد.

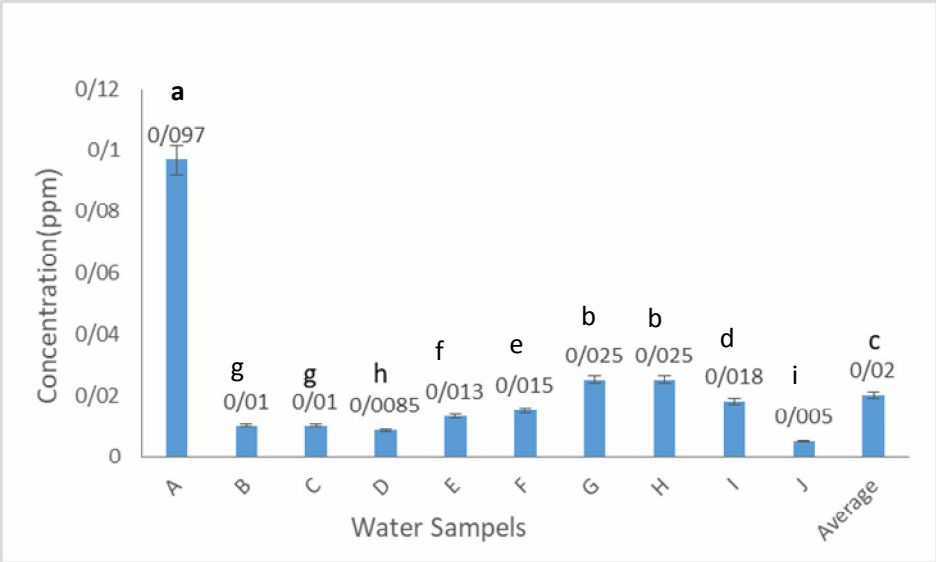

Fig 5 Nitrite Concentration in Mineral Water Samples

با توجه به نتایج در همه موارد میزان نیتریت پایین تر از محدوده استاندارد بوده ولی در ۱۰۰٪ موارد اختلاف قابل توجهی بین مقادیر اندازه گیری شده، با مقادیر ذکر شده روی برچسب وجود داشت. حداقل غلظت نیتریت مربوط به نمونه J و حداکثر غلظت نیتریت مربوط به نمونه A می‌باشد (شکل۵) نشان داده شده است.

Dellavalle و همکاران (سال ۲۰۱٤) با بررسی ارتباط بین میزان دریافت نیتریت و نیترات در رژیم غذایی و خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ در یک گروه از زنان شانگهای (۷۳۱۱۸ نفر بین سن ٤۰ تا ۷۰ سال) گزارش کردند که در بیش از ۱۱ سال پیگیری حدود ٦۱۹ مورد سرطان مشخص شد که تعداد ۳۸۳ نفر از آنها به سرطان روده بزرگ و ۲۳٦ نفر به سرطان رکتوم مبتلا شده اند. یافته‌ها نشان می‌دهد دریافت بالای نیتریت در رژیم غذایی افراد زیرگروه مقایسه انتظار می رود که تشکیل ترکیبات N- نیتروز افزایش یافته و خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ افزایش یابد[۱٦].

٤- نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین آرسنیک، سرب، کادمیم، نیتریت و نیترات در آب‌های معدنی عرضه شده در بازار استان آذربایجان غربی در مقایسه با بیشینه آلاینده‌های فلزی و ترکیبات شیمیایی استاندارد ملی ایران شماره ۲٤٤۱ در کمتر از حد مجاز قرار دارد و مصرف این محصول خطری برای مصرف کننده ندارد با این همه انجام مطالعات بعدی و اندازه گیری متناوب به دلیل اهمیت سم شناسی امری ضروری می‌باشد.

۵- منابع

[1] Cemek, M.; Akkaya, L.; Bidane, Y. O.; Seyrek, K.; Bulut, S. and Konuk, M., "Nitrate and nitrite levels in fruity and natural waters marketed in western Turkey," vol. 20, pp. 236-240, 2007.

[2] Miranzadeh, Mohammad Bagher; Hesam Hasani; Amir; Iranshahi; Leyla; Ehsanifar; Mojtaba; Heydari, Mohsen" , Evaluation of microbial quality and concentration of heavy metals in 15 brands of bottled water in Iran between 2009-2010 ",.pp. 40-48, 2011

[3] Hashemi Asl, Ahmad, Hosseini, Iqbal, "An Analysis of the Quality of Mineral Waters Bottled in Iran," in *Second Specialized Conference on Environmental Engineering.*, teran, 2008.

[4] Rajkovic, M. B.; Sredovic, I. D.; Racovic, M. B. and Stojanovic, M. D., "Analysis of Quality Mineral Water of Serbia: Region Arandjelovac," *Journal of Water Resource and Protection,* vol. 4, pp. 783-794, 2012.

[5] A. Jafari Malekabadi, M. Afyuni, S. F. Mousavi, A. Khosravi., "Nitrate Concentration in Groundwater in Isfahan Province.," *JWSS.,* vol. 8, no. 3, pp. 69-83, 2004.

[6] Forouzan, Shirin, Bani Habib, Khalil, Rahimi Rad, Amir Motamedian, Nooshin, Mohammadi, Danesh, Yeganeh, Samal, "Investigating the presence of heavy metals, nitrite and nitrate values and microbial properties of mineral water in the West Azererbayjan inovience market," in *18th National Congress of Science and Technology of Mashhad,*, Mashhad, 2008.

[7] Tudorache, A.; Marin, C.; Adrina Badea, I. and Vladescu, L. , "Determination of arsenic contenc of some Romanian natural mineral groundwaters," *Environ Monit Assess,* vol. 173, pp. 79-89, 2011.

[8] ALabdulaali, A.I. and Khan, M. A., "Chemical Composition of Water in Saudi Arabia," vol. 54, pp. 173-189, 1997.

[9] M. Z. F. Loloubi, "Evaluation of the quality of mineral water bottled in Kerman province," vol. 10, pp. 183-192, 2009.

[10] Salehi, Amineh, Khashij, Maryam; Asadi Ghotbi, Zohreh, "Evaluation of heavy metals concentration (chromium, cadmium, lead) in bottled water used in Hamedan," vol. 22, no. 7, 2014.

[11] Anonymous, Water quality - Determination of trace elements using atomic Absorption spectrometry with graphite furnace, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2009.

[12] Natural mineral water – Specifications and test methods, tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1994.

[13] P. Binaii motlagh, Recipes and Methods for Measuring Physicochemicals Factors and Minerals in Drinking Water, tehran: Ministry of Health, Medical Education of iran, 2010.

[14] Anonymous, Water Quality - Arsenic Measurement - Atomic Absorption Spectrometry Technique - Hydride Production Technique,, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2002.

[15] anonymous, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, thran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2015.

[16] Pourfizi, Mohammad Ali; Pasargi, Mohammad; Arrest; Saeed; Zallali; Shahin; Poladi; Naser; Azarfam; Irani, Parvin, "The prevalence of health complications in the East Azarbaijan Qopuz Village and its relationship with arsenic levels in drinking water," vol. 3, no. 3&4, pp. 21-27, 2007.

[17] Jannati, Fakor. Sadat Somayeh , Beheshti, Hamed Reza, Feizi, Javad, "Study of heavy metals in raw and peeled sesame samples in Khorasan province using a continuous lamp with atomic absorption," *Journal of Food Science and Technology,* 2010.

[18] Alidadi, Hussein; follow the Minean, Dream; Peasant, Ali Akbar; Vahadian, Mohammad; Teacher Zadeh Haghighi, Hamideh; Rezaami, Amin, "Investigating the concentration of heavy metals (chromium, cadmium and lead) in drinking water of Mashhad," vol. 116, pp. 27-34, 2014.

[19] "Investigating of the concentration of heavy metals (cadmium, lead, zinc) in drinking water supplies in the villages of Bandar Abbas," Hormozgan Medical Journal, vol. 8, no. 3, pp. 239-245, 2014.

[20] Moshtaghi, Mojtaba. Nematollahi, Hamdoleh. Naghavi,Amin. Zainab, "an Study of lead, tin, copper and cadmium in canned fish produced in Iran," Journal of Food Science and Technology, vol. 8, no. 29, pp. 27-32, 2011.

[21] Ebrahimi Sirizi, Zohreh, Mohammad esmaili-Sari, Abbas Bahrami; curled rare; ghasempuri, Seyed Mahmoud; Abbasi, Keyvan, "an

investigation of heavy metals of cadmium, lead, copper and zinc in the muscle tissue of the fish duck; Anzali, Accumulation and Risk Assessors," Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, vol. 22, no. 18, pp. 57-63, 2012.

[22] Ahamedizadeh, Masoomeh : Industrial Toxicology (Heavy Metals), Second ed., Tehran, (2001), p. 144.

[23] Fattahi, S.; Alipourfard, S. and Habibi, H. , "Analysis of Determinants of Mineral water consumption: the case of Tehran," vol. 2, no. 1, pp. 41-55, 2013.

[24] Rezaei S, Raygan Shirazi A, Fararoei M, Jamshidi, Sadat AM, "Evaluation of the Chemical and Microbial Quality of Bottled Waters distributed in Yasouj, 2008," Armaghan Danesh journal, vol. 6, no. 3, pp. 291-299, 2011.

[25] Anonymous, Determination Of Nitrate- Ion In Water, 3 ed., Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2003

Survey on heavy metals, nitrate and nitrite contents in mineral water distributed in West Azerbaijan province markets

Ashrafi Yorqanlu, R. [1*]

1. Department of food science & technology, west Azarbayjan branch, Technichal& Vocational university (TVU),Urmia, Iran.

(Received: 2017/09/26 Accepted:2018/07/30)

Water is the most important inorganic compounds for living cells. Water Contamination with heavy metals and pesticides is one of the most important concerns of the health food and environmental problems. The increasing consumption of mineral water in societies, make it essential to assess the possible contaminations. Therefore, the aim of this study was to determine the amount of metal contaminants such as arsenic, lead, cadmium and pesticides (nitrate and nitrite) in mineral water. For this purpose, 10 brands of bottled mineral water were chosen from the market of West Azerbaijan province and concentration of heavy metals such as lead and cadmium were measured by atomic absorption furnace and arsenic by using Atomic Absorption System Based on Hydride Steam Production , nitrate and nitrite contents were measured by spectrophotometer technique. The results showed that the concentration range for arsenic, lead and cadmium in the samples were variable between 0.00008-0.0520 ppm, 0.0002 - 0.0061 ppm and 0.0001 - 0.0030 ppm respectively. Nitrite concentrations in samples varied from 0.0048 ppm to 0.0152 ppm and for nitrate from 0.364ppm to 8.994ppm. There was a significant difference between the average concentration of arsenic, lead, cadmium and nitrite, but not for nitrate. The concentrations of these heavy metals, nitrite and nitrate in the samples were less than the maximum limit of ISIRI standard No. 2441. Therefore, there is no threat in the use of bottled mineral water for the consumers' health. However, because of the importance of toxicology, further studies and periodic measurments are essential.

Keywords: Mineral water, Heavy metals, Pesticides, Atomic absorption furnace, Nitrate, Nitrite

* Corresponding Author E-Mail Address: r.ashrafi1@yahoo.com