

# بررسی میزان فلزات سنگین در نمونه‌های کنجد خام و پوست‌گیری شده‌ی مصرفی در سطح استان خراسان با استفاده از دستگاه جذب اتمی با لامپ پیوسته

سمیه سادات فکور جنتی<sup>۱</sup>، حامدرضا بهشتی<sup>۲</sup>، جواد فیضی<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد مهندسی شیمی صنایع غذایی، آزمایشگاه کنترل کیفی تستا، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> دکتری داروساز، آزمایشگاه کنترل کیفی تستا، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، آزمایشگاه کنترل کیفی تستا، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱۰

## چکیده

کنجد به عنوان یک دانه‌ی خوراکی در سبد غذایی مردم جهان و همچنین در تهیه‌ی انواع غذاها، کیک، کلوچه و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به تاثیر سمی برخی عناصر فلزی بر سلامت مصرف کننده، در این تحقیق، میزان سرب، کادمیم و آرسنیک در ۱۳۹ نمونه‌ی کنجد (کنجد خام و کنجد پوست‌گیری شده) خریداری شده از فروشگاه‌های استان خراسان با استفاده از دستگاه جذب اتمی با روش هضم اسیدی مورد بررسی قرار گرفت. محلول حاصل از هضم اسیدی نمونه‌ها، توسط دستگاه جذب اتمی با دو سیستم شعله و هیدرید، مورد آنالیز قرار گرفت. منحنی‌های کالیبراسیون به صورت خطی و با ضریب همبستگی خوب (۰/۹۹۷-۰/۹۹۰)، درصد بازیافت عالی (۹۶/۸-۱۰۷٪) و حد آشکارسازی بین ۰/۸-۳۶/۶۱ میکروگرم در کیلوگرم به دست آمد. نتایج حاصل بیانگر وجود آرسنیک در تمامی نمونه‌ها با مقادیر ۷۵ و ۲۵ و سرب در ۲۵/۷۷٪ و ۴/۷۶٪ نمونه‌ها با مقادیر ۲۳۴ و ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم آلودگی به ترتیب در کنجد خام و پوست‌گیری شده بود. میزان کادمیم نیز در کنجد خام و پوست‌گیری شده، غیر قابل تشخیص ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: سرب، کادمیم، آرسنیک، کنجد، طیف سنجی جذب اتمی پیوسته.

۱- مقدمه

یکی از جوانب اصلی توسعه‌ی ملی و منطقه‌ای، توسعه‌ی پایدار در بخش کشاورزی است. توسعه‌ی پایدار کشاورزی نیز بر پایه‌ی افزایش تولید گیاهان با رعایت جنبه‌های زیست محیطی و استفاده‌ی بهینه از منابع آب و خاک استوار است. متأسفانه، فعالیت‌های بشر در طول دهه‌های گذشته باعث آلودگی منابع آب و خاک شده است. خاک و آب، منبع اصلی ورود بسیاری از فلزات به گیاه می‌باشند. برخی فلزات سنگین به راحتی جذب ریشه‌ی گیاه شده، سبب سمیت برای گیاهان می‌شوند.

آلودگی خاک و آب به فلزات سنگین و در پی آن ورود فلزات سنگین به زنجیره‌ی غذایی و مصرف آن به وسیله‌ی انسان و دام، سلامت افراد جامعه را با خطر مواجه می‌کند. در حال حاضر، آلودگی خاک و آب و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن، یکی از دغدغه‌های اصلی بشر می‌باشد (۱۳). همگام با توسعه‌ی صنایع و افزایش روند آلودگی محیط زیست، مساله‌ی آلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین، بخشی از مطالعات سم‌شناسی و زیست محیطی را به خود اختصاص داده است (۵). از آنجا که حدود مجاز جیوه، آرسنیک، کادمیم و سرب بسیار ناچیز می‌باشد، این فلزات برای انسان بسیار سمی محسوب می‌شود (۶). فلزات سنگین، اصولاً به دسته یا گروهی از عناصر اطلاق می‌شود که دارای وزن مخصوص بزرگ‌تر از ۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و یا جرم اتمی بیش‌تر از ۵۰ باشند (۱۱). این فلزات، از آلاینده‌های پایدار محسوب می‌شوند و در بدن موجودات زنده تمایل به تجمع زیستی یا تغلیظ زیستی دارند (۱۶ و ۲۰). پساب صنایعی نظیر متالورژی، ذوب فلزات غیر آهنی، معادن فلزی، آلیاژسازی، شیشه‌سازی، چینی و سرامیک، تولید حشره‌کش‌های شیمیایی، تولید علف‌کش‌ها، تولید کودهای شیمیایی و ساخت شوینده‌ها، پالایشگاه‌های نفت، رنگ‌سازی، تولید محافظت‌کننده‌ی چوب و صنایع تولید محافظت‌کننده‌ی پوست حاوی آرسنیک هستند (۱۶ و ۱۹). از بین مهم‌ترین اختلالات و عوارض آرسنیک می‌توان به سرطان‌زایی، اثر بر سیستم اعصاب مرکزی و محیطی، اثر بر پوست، اثر بر سیستم خون‌ساز، اثر بر سیستم قلبی و عروقی، آسیب به کلیه‌ها و تجمع در بافت‌ها، اشاره کرد (۱۶ و ۱۷).

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری فلزات در دانه‌های خوراکی روغنی گزارش شده است. این روش‌ها عموماً شامل

دو مرحله‌ی آماده‌سازی نمونه و اندازه‌گیری نهایی غلظت فلزات در نمونه‌ی آماده شده می‌باشند. مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری شامل پتانسیومتری، اسپکتروفتومتری، اسپکتروسکوپی جذب اتمی، پلاسما‌ی جفت شده القایی - اسپکترومتری جرمی، اسپکتروسکوپی جذب اتمی با کوره گرافیتی، پلاسما‌ی جفت شده القایی - اسپکتروسکوپی نشر اتمی و اسپکتروسکوپی نشر اتمی با پلاسما‌ی جریان مستقیم می‌باشد (۴، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵ و ۱۸).

با توجه به حجم بالای واردات کنجد و نقش آن در سبذ غذایی آحاد جامعه، آزمایشگاه کنترل کیفی تستا به منظور ارزیابی سطح آلودگی این محصول، به بررسی میزان فلزات سنگین در ۱۳۹ نمونه‌ی کنجد خام و پوست‌گیری شده مصرفی در سطح استان خراسان پرداخت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد شیمیایی

استانداردهای سرب، کادمیم و آرسنیک با خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. اسید نیتریک و اسید کلریدریک مورد استفاده با درجه‌ی خلوص تجزیه‌ای نیز از شرکت مرک مورد استفاده قرار گرفت. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه‌ی خلوص تجزیه‌ای از شرکت های مرک و شارلو مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی محلول‌سازی‌ها با آب مقطر دیونیزه ( $0/055 \mu\text{s/cm}$ ) انجام گردید. وسایل و لوازم شیشه‌ای ۲۴ ساعت در اسید نیتریک ۱۰٪ (حجمی/حجمی) نگهداری و سپس با آب دیونیزه شست‌و‌شو داده و خشک شدند. تمامی نمونه‌ها بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از سطح استان خراسان جمع‌آوری شد.

۲-۲- تجهیزات

در این بررسی از دستگاه جذب اتمی با لامپ پیوسته‌ی مدل ContrAA300 (Analytik Jena, Germany) مجهز به سیستم شعله، تولید هیدرید<sup>۱</sup> و لامپ پیوسته‌ی زنون، استفاده گردید. آب دیونیزه مورد استفاده با استفاده از دستگاه آب مقطرگیری SG (آلمان) تهیه گردید. عمل هضم نمونه‌ها توسط دستگاه هضم ماکروویو بخشی (ایران) انجام گردید.

<sup>۱</sup> - Hydride Generation

### ۳-۲- روش کار

پس از همگن‌سازی نمونه‌ها، میزان مشخصی از آن توزین، هضم و آماده‌سازی شد. به طوری که ۵-۱۰ گرم نمونه توسط ترازوی دقیق وزن و به بالن هضم منتقل گردید. بعد از این مرحله به نمونه‌ی موجود در بالن هضم، ۳۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ افزوده شد و به مدت ۱۵ دقیقه به آرامی در زیر هود حرارت داده تا هضم آغاز شد (نمونه نباید در حال هضم بیش از حد کف کند). جوشش نمونه به آرامی ادامه داده شد تا حجم باقی مانده به حدود ۳-۶ میلی لیتر رسید. سپس بالن هضم بلافاصله از داخل سیستم هضم برداشته و ۲۵ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ به آن اضافه شد. در ادامه، حدود ۱۵ دقیقه به آرامی حرارت داده شد تا ضربه زدن یا تکان‌های ناشی از خروج گاز کلر متوقف گردد. با افزایش درجه‌ی حرارت سیستم هضم، جوشاندن محتویات داخل ارنل ادامه داده شد تا حجم باقی مانده به حدود ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر رسید. سپس به آن حدود ۱۰ میلی لیتر آب افزوده و محتویات به یک بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتر منتقل و با آب دیونیزه به حجم رسانده شد (۷).

هر نمونه سه بار و در هر نوبت کاری یک بلانک نیز تحت عملیات مشابه واقع گردید و حد آشکارسازی در طول موج مورد نظر بررسی شد (جدول ۱).

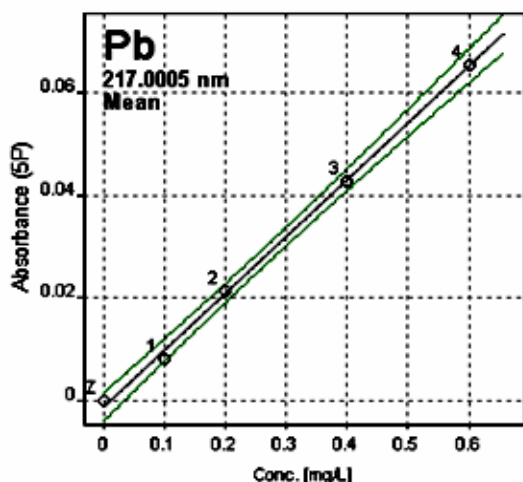
جدول ۱- داده‌های تجزیه‌ای اندازه‌گیری سرب، کادمیم و آرسنیک با استفاده از دستگاه جذب اتمی

فلز	طول موج مورد استفاده (nm)	حد آشکارسازی (LOD) (میکروگرم/کیلوگرم)
سرب	۲۱۷/۰۰۰۵	۱۰/۰۰
کادمیم	۲۲۸/۸۰۱۸	۳۶/۶۱
آرسنیک	۱۹۳/۶۹۶	۰/۸۰

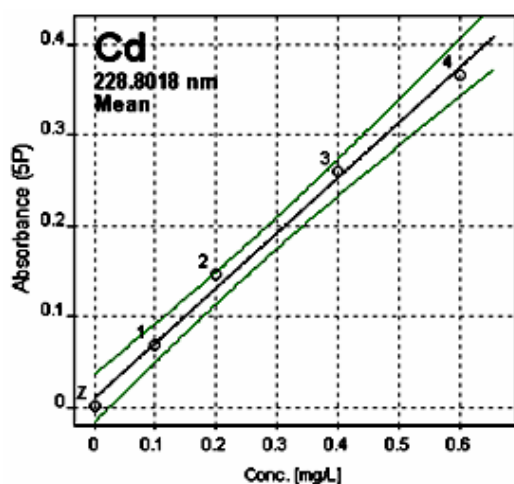
جهت رسم منحنی کالیبراسیون برای فلزات سرب و کادمیم هر کدام ۵ استاندارد به غلظت‌های ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در نظر گرفته شد (شکل ۱ و ۲) که به وسیله‌ی شعله حاصل از استیلن - هوا مورد ارزیابی قرار گرفت. منحنی کالیبراسیون آرسنیک که اندازه‌گیری آن با استفاده از روش تولید هیدرید انجام گردید نیز توسط پنج استاندارد با غلظت‌های ۰، ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میکروگرم در کیلوگرم رسم شد

(شکل ۳). همان‌طور که شکل‌های ۱ تا ۳ نشان می‌دهند، ضریب همبستگی رگرسیون خطی حاصل از غلظت بر حسب میزان جذب در سرب، کادمیم و آرسنیک به ترتیب ۰/۹۹۷، ۰/۹۹۰ و ۰/۹۹۵ می‌باشد.

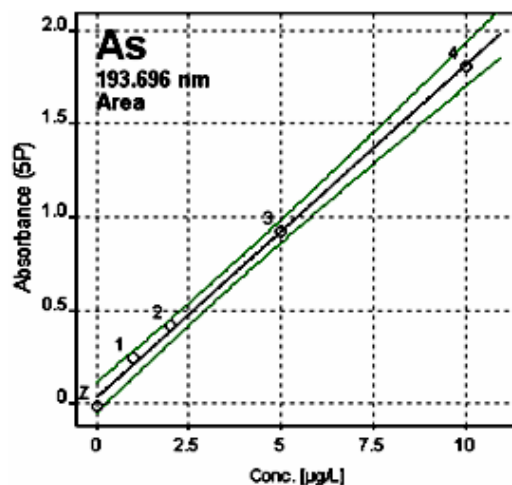
به منظور تایید روش، نمونه‌ها با مقادیر معینی از فلز آلوده شده و پس از انجام عمل هضم، میزان فلز بازیابی شده مبنای محاسبه‌ی درصد بازیافت قرار گرفت. در این تحقیق، جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون t در سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده گردید. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون سرب ( $R^2=0/997$ )



شکل ۲- منحنی کالیبراسیون کادمیم ( $R^2=0/990$ )



شکل ۳- منحنی کالیبراسیون آرسنیک ( $R^2=0.995$ )

### ۳- نتایج و بحث

به منظور تایید روش، نمونه‌ها با مقادیر معینی از فلز آلوده شده و پس از انجام عمل هضم، میزان فلز بازاریابی شده مبنای محاسبه درصد بازیافت قرار گرفت (جدول ۲). میزان درصد آلودگی برای کنجد خام و پوست‌گیری شده به طور تفکیکی در جدول ۳ ارائه گردیده است. نتایج به دست آمده نشان دهنده دقت بالای آزمون مورد استفاده می‌باشد.

جدول ۲- درصد بازیافت پس از افزودن مقادیر متفاوتی از فلزات سنگین به نمونه‌های کنجد

فلز	میزان افزوده شده (میکروگرم / م کیلوگرم)	میزان به دست آمده (میکروگرم / کیلوگرم)	درصد بازیافت
سرب	۲۰۰	۲۰۲/۵	۱۰۱/۲۵
کادمیم	۲۰۰	۲۱۴	۱۰۷
آرسنیک	۲	۱/۹۳۶	۹۶/۸

همان طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، ۲۵/۷۷٪ از کنجدهای خام قابل شناسایی با میانه‌ی ۲۳۴ میکروگرم در کیلوگرم، حاوی سرب و ۱۰۰٪ از کنجدهای خام قابل شناسایی با میانه‌ی ۷۵ میکروگرم در کیلوگرم، حاوی آرسنیک می‌باشند که برای سرب و آرسنیک به ترتیب ۲۲/۶۸٪ و ۱۹/۵۹٪ از کنجدهای خام بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۳۲۳، (۱) می‌باشند.

جدول ۳- میزان فلزات سرب، کادمیم و آرسنیک در نمونه‌های کنجد

نوع محصول	مورد ارزیابی	فلز سنگین	قابل شناسایی (%)	بالاتر از حد مجاز (%)	میکروگرم/کیلوگرم (میکروگرم/بیش‌ترین مقدار)	میانگین
کنجد خام	سرب	۲۵/۷۷	۲۲/۶۸	۷۰/۷	۲۳۴	-
	کادمیم	-	-	-	-	-
آرسنیک	سرب	۱۰۰	۱۹/۵۹	۷۵	۱۰۰	۱۰۰
	کادمیم	-	-	-	-	-
کنجد پوست‌گیری شده	سرب	۴/۷۶	۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۷
	کادمیم	-	-	-	-	-
آرسنیک	سرب	۱۰۰	۰	۲۵	۸۷	۰

این ارزیابی در ۱۳۹ نمونه‌ی کنجد خام و پوست‌گیری شده، به عنوان شاخص آلودگی کنجد به فلزات سنگین، در سطح استان خراسان انجام گردید. مهم‌ترین منبع آلودگی گیاهان به فلزات سنگین محیط رشد آن‌ها از قبیل خاک، کودها و مواد شیمیایی تغذیه‌ای مورد استفاده برای رشد آن‌هاست. فلزات سنگین نظیر سرب، آرسنیک، کادمیم و کروم می‌توانند در خاک تجمع پیدا کرده، باعث آلودگی خاک شوند. سرب و کادمیم به آسانی از خاک آلوده شده با کودهای فسفاته وارد گیاه می‌شوند. سپس با خوردن گیاهان، این فلزات می‌توانند در بدن انسان تجمع پیدا کرده، باعث مسمومیت شوند (۹).

در این تحقیق به منظور تایید صحت روش کار، ابتدا آزمون درصد بازیافت انجام شد که مقادیر آن عبارت است از ۱۰۱/۲۵، ۱۰۷ و ۹۶/۸ که به ترتیب برای سرب، کادمیم و آرسنیک، نشانگر مناسب بودن بازاریابی فلز می‌باشد. نتایج حاصله در مورد سرب و آرسنیک به ترتیب بیانگر وجود ۲۲/۶۸ و ۱۹/۵۹ درصد آلودگی بیش‌تر از حد مجاز، استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۲۳، (۱) در کنجد خام قابل شناسایی می‌باشد. به منظور مقایسه‌ی نتایج این طرح با حدود مجاز اعلام شده توسط FAO/WHO اشاره می‌شود که این حدود به صورت حداکثر قابل قبول بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برای هر سه عنصر سرب، کادمیم و آرسنیک ۰/۱، استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۳۲۳، (۱) می‌باشد. در مورد فلز کادمیم نیز کنجد خام و پوست‌گیری شده

طبق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۴۶۲ (۲) در مرحله‌ی فرآوری کنجد خام، به منظور جدا کردن سنگ، خاک و سایر ناخالصی‌های همراه با دانه‌ی کنجد، عمل بوجاری انجام می‌شود و پس از آن عملیات شست و شو و پوست‌گیری طی چندین مرحله انجام می‌گیرد که می‌تواند سبب کاهش آلودگی ناشی از فلزات سنگین شود. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که میزان سموم فلزی در کنجد پوست‌گیری شده در سطح استان خراسان رضوی کم تر از حد مجاز اعلام شده توسط استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۲۳ بوده (۱) و خطری برای مصرف کنندگان ندارد. اگر چه کنترل آلودگی فلزات سنگین مشکل است ولی به نظر می‌رسد آنالیز مداوم دانه‌های کنجد جهت کنترل آلودگی‌های فلزی می‌تواند اقدام موثری جهت کنترل این سموم خطرناک باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل بیانگر وجود آرسنیک در تمامی نمونه‌ها با مقادیر ۷۵ و ۲۵ و سرب در ۲۵/۷۷٪ و ۴/۷۶٪ نمونه‌ها با مقادیر ۲۳۴ و ۱۰۰ میکروگرم در کیلوگرم آلودگی به ترتیب در کنجد خام و پوست‌گیری شده بود. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که میزان سموم فلزی در کنجد پوست‌گیری شده در سطح استان خراسان رضوی کم تر از حد مجاز اعلام شده توسط استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۳۲۳ بوده و خطری برای مصرف کنندگان ندارد.

#### ۵- منابع

- ۱- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. دانه‌ی کنجد، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۳۲۳، چاپ اول، تجدید نظر دوم
- ۲- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. حلوا ارده، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۲۴۶۲، چاپ اول، تجدید نظر دوم
- 3-Ansari, R., Gul Kazi, T., Jamali, M.K., Arain, M.B., Wagan, M.D., Jalbani, N. and et al. 2009. Variation in accumulation of heavy metals in different varieties of sunflower seed oil with the aid of multivariate technique. *Food Chemistry*, 115: 318-323.
- 4- Arpadjan, S., Vuchkova, L. and Kostadinova, E. 1997. Sorption of As, Bi, Hg, Sb, Se and Sn on

دارای مقادیر ناچیزی بود. از طرفی، نتایج نشان داد که میانگین میزان سرب، کادمیم و آرسنیک در کنجد پوست‌گیری شده در سطح استان خراسان کم تر از حد مجاز اعلام شده توسط FAO/WHO می‌باشد.

مساله‌ی آلودگی دانه‌های روغنی و سایر مغزهای ترقلاستی به فلزات سنگین به دلایل مختلفی از جمله امکان کاربرد خوراکی مستقیم، استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی و نیز امکان انتقال به روغن‌های خوراکی دارای اهمیت است. به همین دلیل، استفاده از روش‌های مناسب آنالیز جهت تعیین مقدار میزان آلودگی‌های احتمالی دارای اهمیت می‌باشد. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری فلزات در دانه‌های خوراکی روغنی گزارش شده است. این روش‌ها عموماً شامل دو مرحله‌ی آماده‌سازی نمونه و اندازه‌گیری نهایی غلظت فلزات در نمونه‌ی آماده شده می‌باشند. مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری شامل پتانسیومتری، اسپکتروفتومتری، اسپکتروسکوپی جذب اتمی، پلاسما‌ی جفت شده القایی- اسپکترومتری جرمی، اسپکتروسکوپی جذب اتمی با کوره گرافیتی، پلاسما‌ی جفت شده القایی- اسپکتروسکوپی نشر اتمی و اسپکتروسکوپی نشر اتمی با پلاسما‌ی جریان مستقیم می‌باشد (۴، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵ و ۱۸). مهم‌ترین روش‌های آماده‌سازی نمونه شامل خاکستر کردن خشک، هضم مرطوب، استخراج با اسیدهای معدنی و رقیق کردن با حلال است.

انصاری و همکاران (۳) نشان دادند که هضم اسیدی، روش بسیار مناسبی جهت آماده‌سازی نمونه‌های روغنی در حداقل زمان است. از طرفی، محلول نهایی هضم نیز می‌تواند به طور مستقیم جهت آنالیز فلزات توسط دستگاه جذب اتمی مورد استفاده قرار گیرد. این محققین در بررسی‌های خود بر روی ۱۶ واریته‌ی دانه آفتابگردان روغنی در پاکستان نشان دادند که همه واریته‌های مورد بررسی حاوی مقادیر قابل توجهی روی بوده و برخی واریته‌ها نیز دارای مقادیر زیادی کادمیم و سرب هستند که می‌تواند کیفیت روغن حاصل و سلامتی مصرف کننده را تحت تاثیر قرار دهد. اختلاف اندکی بین میزان فلزات سنگین در نمونه‌های کنجد مورد مطالعه با یافته‌های قبلی در مورد سایر دانه‌های روغنی از جمله آفتابگردان در سایر کشورها مشاهده گردید (۳).

- 17-US EPA. 1984. Ambient water quality criteria for arsenic. Report No. 20450, Washington DC.
- 18-Welz, B. 1985. *Atomic Absorption Spectrometry*. VCH, Weinheim, Germany.
- 19- WHO. 2001. Arsenic in drinking water. Fact Sheet No. 210, World Health Organization, Geneva.
- 20- WHO. 2004. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1, 3rd Ed., World Health Organization, Geneva.
- dithiocarbamate loaded polyurethane foam as a preconcentration method for their determination in water samples by simultaneous inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and electrothermal atomic absorption spectrometry. *Analyst*, 122: 243-246.
- 5- Hellou, j., Warren, W.G., Payne, j.F., Blkhode, S. and Lobel, P. 1992. Heavy methals and other elements in three tissues of cod, Gudus morhua from the Northwest Atlantic, *Marine pollution Bulletin*.
- 6- Hinogoso, M., Natera, H. and Rubio, C. 1995. Concentration of volatile amines, histamine and heavy metals in canned tuna and bonito with oliver oil, *Alilimentaria*.
- 7- Horwitz, W. 2005. *Association of Official Analytical Chemists (AOAC)*. 18 th Edition, USA, Maryland, AOAC, 985.16.
- 8- Jackson, K.W. and Mahmood, T.M. 1994. Atomic Absorption, Atomic Emission, and Flame Emission Spectrometry. *Analytical Chemistry*, 66: 252R-258R.
- 9- Joel, O.F. and Amajuoyi, C.A. 2009. Determination of Selected Physicochemical Parameters and Heavy Metals in a Drilling Cutting Dump Site at Ezeogwu–Owaza, Nigeria. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 13(2): 27- 31.
- 10- Kantipuly, C.J. and Wstland, A.D. 1988. Review of methods for the determination of lanthanides in geologi cal samples. *Talanta*, 35: 1-13.
- 11- Manc, G. 1987. *Pollution threat of heavy metals in aquatic environments*. 1st Ed., Elsevier Science Publishers, New York.
- 12-Marczenko, Z. 1986. *Separation and Spectrophotometric Determination of Elements*. Ellis Harwood, London.
- 13- Resources "Isfahan University of Technology, Prospective Students." Available at: <http://prospective.iut.ac.ir/index.php/center-of-excellence> (accessed: Sep. 2010).
- 14- Shamsipur, M., Ganjali, M.R. and Rouhollahi, A. 2001. Lead-selective membrane potentiometric sensor based on an 18-membered thiacycrown derivative. *Journal of Analytical Science*, 17: 935-938.
- 15- Abbasi, S.h., Allahyari, M., Taherimaslak, Z., Nematollahi, D. and Abbasi, F. 2009. New Determination of Lead in Edible Oil and Water Samples by High Selective Adsorptive Stripping Voltammetry with SPADNS. *International Journal of Electrochemical Science*, 4: 602-613.
- 16- US EPA. 2000. Arsenic occurrence in public drinking water supplies. EPA-815-R-00-023, Washington DC.