J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 27, pp. 48-54, 2003

مجله علوم و فنون هسته‌اي
شماره ۲۷، صفحات ٥٤- ٤٨،

بهينه سازي روش اندازه‌گيري عناصر كم مقدار آرسنيك و كروم در خون و سرم انسان به وسيلة طيف سنجي جذب اتمي مجهّز به كوره گرافيتي(۱)

محمدامين احمدي فقيه*، فريدون افلاكي
مركز تحقيقات هسته‌اي، سازمان انرژي اتمي ايران، صندوق پستي: ۸٤۸٦ - ۱۱۳٦٥، تهران - ايران

چكيده: تعيين عناصر كم مقدار(۲) در مايعات زيستشناختي و شناسايي بيماريها و كنترل آنها به لحاظ تشخيص سلامتي حائز اهميّت بسيار است. افزايش غلظت اين عناصر در خون ناهنجاريهايي به وجود مي آورد كه نتيجه آن اختلال در كار آنزيم‌ها و سوخت و ساز (متابوليسم) بدن است. دو عنصر آرسنيك و كروم در خون معمولاً با روش فعّال‌سازي نوتروني(۳) اندازه‌گيري مي‌شوند. با توجّه به تقاضاي روزافزن مراكز متعدّد درماني و دانشگاهي براي تعيين عناصر كم مقدار، استفاده از روش طيف سنجي جذب اتمي مجهّز به كوره گرافيتي (الكتروترمال) مورد توجّه بيشتري قرار گرفته است، زيرا اين روش از سهولت و حساسيت و سرعت عمل كافي برخوردار بوده و به لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه است. در اين كار پژوهشي روشهاي مختلف نمونه سازي خون وسرم به منظور اندازه‌گيري عناصر سمّي كم مقدار آرسنيك و كروم بررسي شده و شرايط مناسب براي اندازه‌گيري اين عناصر به وسيلة دستگاه طيف سنجي جذب اتمي مجهّز به كوره گرافيتي تعيين گرديده اند.

واژه هاي كليدي: *عناصر كم مقدار، طيف سنجي جذب اتمي، كورة گرافيتي*

Optimization of Trace Elements Determination (*Arsenic and Chromium*) in Blood and Serum of Human by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry

M. A. Ahmadi Faghih*, F. Aflaki
Nuclear Research Center, AEOI, P.O.Box: 11365 - 8486, Tehran - Iran

Abstract: Trace elements play an important role in the biophysiology of cells by affecting their growth and contributions to various biological processes such as wound healing. Determination of toxic trace elements in biological fluids is an important subject of interest for toxicological purposes. Increasing the concentration of these elements in the blood levels, cause serious diseases in patients. Recently instrumental analysis procedures such as atomic absorption spectrometry have been used in clinical measurements for determination of many toxic trace elements in the biological samples. In this paper we are reporting the study of various methods of blood and serum samples preparation for determining the toxic trace elements of Arsenic and Chromium. The measurement of this elements performed by using electrothermal atomic absorption spectrometry. The best and reliable results for Chromium analysis was achived by injection of diluted serum samples, where the samples were diluted with HCl 0.1N. In Arsenic analysis, the best results obtained by extraction of blood with aqueous solution of TCA. For determining all of these elements the RSD% was less than 5%.

Keywords: ***trace elements, atomic absorption spectrometry, electrothermal***

تاريخ دريافت مقاله: ۱۳۸۱/۵/۲۸ تاريخ پذيرش مقاله: ۱۳۸۲/۱/۲۰
*email: nrahimi@seai.neda.net.ir

۱- مقدمه

براي اندازه‌گيري عناصر كم مقدار در مواد زيست‌شناختي روشهاي مختلفي وجود دارد كه هريك از آنها قابليت‌ها و محدوديت‌هايي دارند. در اندازه‌گيريهاي باليني امروزه بيشتر از روشهاي تجزيه دستگاهي، از جمله طيف سنجي جذب اتمي كه روش ساده و دقيقي است استفاده مي‌شود [۱]. اين روش تجزيه در مورد تعيين بعضي از عناصركم مقدار در مايعات زيست‌شناختي دقّت مطلوبي دارد. روشهاي دستگاهي كه براي اندازه‌گيري آرسنيك و كروم در مايعات زيست‌شناختي به كار مي‌روند عبارتند از طيف سنجي جذب اتمي شعله‌اي، طيف‌سنجي نشري شعله‌اي، فعّال‌سازي نوتروني، طيف سنجي نشريICP(۴) و طيف سنجي جذب اتمي مجهّز به كوره گرافيتي. فعّال‌سازي نوتروني با آنكه براي تعيين مقادير كم روش مناسبي است، امّا وقت‌گير است و امكانات لازم براي اندازه‌گيري‌ها نيز به راحتي فراهم نمي‌شوند. در بين روشهاي مختلف جذب اتمي، دقّت روش كوره گرافيتي بيشتر است و تعداد زيادي از عناصر را كه حدّ اندازه‌گيري آنها با روش شعله‌اي بالا است، با اين روش مي‌توان در حدّ پايين‌تر (ميكروگرم در ليتر) اندازه‌گيري كرد [۲].

يكي از ويژگيهاي قابل توجّه اين روش امكان بررسي و اندازه‌گيري عناصر در نمونه‌هاي ميكروليتري مي باشد و اين موضوع در تجزيه‌هاي باليني بسيار مهم است، امّا به سبب رفتار غير قابل پيش‌بيني مايعات زيست‌شناختي رقيق نشده در كوره گرافيتي، همچنين به علّت اختلالهايي كه آلودگي نمكي در اندازه‌گيري‌ها ايجاد مي‌كند، معمولاً روش مستقيم تزريق اين مايعات به كار نمي‌رود. براي اين نوع اندازه‌گيري‌ها، معمولاً در مقالات عرضه شده، دو روش ارائه شده است: ۱- روش مستقيم، كه روي نمونة كم مقدار، بدون عمليّات مقدماتي، امّا در شرايط دستگاهي مناسب، اندازه‌گيري اعمال مي‌شود. ۲- روش خاكسترسازي مرطوب نمونه‌ها كه در آن ابتدا هضم اسيدي صورت مي‌گيرد سپس نمونه به دستگاه اندازه‌گيري تزريق مي‌شود. با استفاده از روش كوره گرافيتي، اندازه‌گيري عناصر در انواع نمونه‌ها توسعه بيشتري يافته و همواره در اين زمينه مقالات جديدي عرضه مي‌شوند [۳].

تعداد بسياري از عناصركم مقدار را در حال حاضر مي‌توان با دقّت زياد تعيين و اندازه‌گيري كرد. اين امر در عرصه پزشكي مورد توجّه بسياري از محققين اين عناصر قرار گرفته است. هم اكنون تعداد زيادي از عناصر كم مقدار كه براي زندگي انسان ضروري است بخوبي شناخته شده‌اند و بيماريهاي ويژة معالجه‌شدني متعدّدي در ارتباط با زياد يا كم‌بودن اين عناصر در بدن نيز تشخيص داده شده‌اند. در رژيم‌هاي غذايي جوامع بشري، در كشورها يا مناطق مختلف ممكن است پاره‌اي از عناصر به مقدار كمتر از حد نياز و يا بيشتر از حد مجاز وجود داشته باشند، بنابراين، آگاهي از تراز اين عناصر در رژيم‌هاي تغذيه‌اي، همچنين در مايعات زيست‌شناختي به لحاظ سلامت و بهداشت جامعه و كنترل بيماريها حائز اهميت است. هدف اصلي از تجزيه و تحليل عناصركم مقدار در محيط پزشكي، آشكارسازي كمبود يا حالت سمّي‌بودن عناصر كم مقدار در محيط زيست انسان است. مهم‌ترين و رايج‌ترين مايع زيست‌شناختي در بدن انسان، خون وسرم است كه عامل مؤثّري براي انباشت مواد در بدن مي‌باشد. با

آنكه در مقالات متعدّدي ترازهاي هنجار و ناهنجار عناصر عرضه مي‌شوند، درطيف وسيعي از بيماريها، تراز ناهنجاري عناصر در اثر عاملهاي فيزيولوژيكي و محيطي، تغيير مي‌كند. مراجع و منابع متعدّدي دربارة سادگي و دقّت روشهاي تجزيه وجود دارد، امّا در آنها به عاملهاي ديگري مانند تفاوت انحرافهاي زيستشناختي به لحاظ انحرافات دستگاهي كه باعث تغيير نتايج مي‌شوند، توجّه كافي نشده است [٦-٤].

در اين كار پژوهشي روشهاي مختلف نمونه‌سازي خون و سرم (مستقيم، استخراج، هضم) به منظور اندازه‌گيري عناصركم مقدار آرسنيك و كروم بررسي شده و شرايط مناسب دستگاهي براي اندازه‌گيري اين عناصر تعيين شده است.

٢- آرسنيك (As)

آرسنيك به عنوان عنصري غيرفلزي، داراي عدد اتمي ٣٣ است كه در گروه VA و در دوره چهارم جدول تناوبي جاي دارد. جرم اتمي آن ٧۴/٩٢١۶، ظرفيتهايش ٢+، ٣+، ۵+ است و فقط يك ايزوتوپ پايدار دارد. آرسنيك غيرفلز فرّاري است كه بويي شبيه بوي سير از آن استشمام مي‌شود. در مجاورت يك اكسيدكننده در اسيدكلريدريك حل مي‌شود، با اسيدنيتريك نيز واكنش داده و حل مي‌شود. آرسنيك ؛ يمرسانا مي‌باشد. بلع و تنفّس آن ه شدّت سمّي بوده و سرطانزا ناخته شده است. در معادني كه با ارسنيك سروكار دارند احتياطهاي ويژه‌اي بايد صورت گيرد.

آب آشاميدني، به ويژه آبهاي زيرزميني منبع اصلي آرسنيك محسوب مي‌شود. مقدار اندكي آرسنيك در بسياري از غذاها وجود دارد، و ظاهراً مقدار بسيار اندكي از آن براي سلامتي انسان لازم است و به عنوان محرّك رشد عمل مي‌كند [٧].

٢-١- *مسموميت ناشي از آرسنيك*

بررسي‌هاي متعدّد نشان داده‌اند كه آرسنيك در انسان سرطان‌زا است [٨]. سرطان ريه از استنشاق آرسنيك و سرطان پوست وكبد و احتمالاً سرطان مثانه وكليه از بلعيدن آن حاصل مي‌شود. شواهدي وجود دارد كه سيگار كشيدن، و همزمان با آن تماس با آرسنيك محيط، در ايجاد سرطان ريه مؤثّرتر است، يعني اثر اين دو با هم بيش از مجموع اثرهاي جداگانه آنها خواهد بود. خطر غلظتهاي زمينه آرسنيك در محيط زيست براي سلامتي انسان شناخته شده است. اثر كشنده آن، وقتي كه با دُز حاد بكار برده شود، به علّت آسيب ديدن معده و روده موجب استفراغ و اسهال شديد مي‌شود. ظاهراً مسموميت As (III) بيش از As(V) است، گرچه As(V) در بدن انسان در اثر كاهيدن به As(III) تبديل مي‌شود. انديشه بر اين است كه سمّي بودن بيشتر As (III) به اين علّت است كه با اتّصال به گروههاي هيدروژن سولفيد (-S-H) مدّت بيشتري در بدن باقي مي‌ماند. تركيبات آلي آرسنيكدار به سبب قابليت انحلال و دفع شدن از بدن، نسبت به تركيبات آرسنيكدار معدني كمتر سمّي هستند. اخيراً ناراحتي‌هاي مزمن كبدي در رابطه با آرسنيك گزارش شده است. آرسنيك در مواد زيستشناختي بدن اساساً به لحاظ سم شناسي و ايجاد مسموميت اندازه‌گيري مي‌شود. با آنكه اندازه‌گيري آرسنيك به وسيله كوره گرافيتي سريع و مناسب به منظور تحقيقات شيميايي و باليني است، محققين متعدّدي مشكلات ناشي از تبخيرشدن آرسنيك، برهمكنش آن با كربن، مزاحمتهاي طيفي ناشي از فسفاتها و آلومينيوم ومزاحمتهاي ناشي از تعدادي از كاتيونها و آنيونها و اسيدها را تشريح كرده‌اند [٧].

براي كاستن ضايعات ناشي از فرّار بودن آرسنيك در عمل خاكستركردن آن، اصلاح‌كننده‌هايي پيشنهاد شده‌اند، كه مهمترين آنها نيكل است. در مقالات متعدّدي سطح آرسنيك در خون از ٢ تا ٢٠ ميكروگرم در ليتر گزارش شده است [٨].

٣- كروم (Cr)

كروم عنصر فلزّي با عدد اتمي ۲۴ است كه درگروه VIB و در دوره چهارم جدول تناوبي عناصر جاي دارد. جرم اتمي آن ۵۱/۹۹۶، و داراي ظرفيت‌هاي ۲+، ۳+، ۶+ است و چهار ايزوتوپ پايدار دارد. در اسيدهاي مختلف به جز اسيد نيتريك و در قلياهاي قوي حل مي‌شود. تركيبهاي شش ظرفيتي كروم بر پوست اثر سوزش‌آور داشته و بر روي آن زخمهايي توليد مي‌كند. ايزوتوپ ۵۱ كروم داراي نيمه عمر۲۶ روز است و پرتو گاما (۰/۳۲ Mev) تابش مي‌كند كه براي تشخيص حجم خون (به عنوان رديا‌ب) بكار مي رود.

۳-۱- خاصيت زيست- شيميايي كروم

كار اصلي كروم در بدن، كنترل سوخت و ساز (متابوليسم) گلوكز و ليپيدها است. مطالعات انجام شده نشان مي‌دهند كه كروم عامل مهمّ و توانمندي براي فعّاليت انسولين است. كاهش انسولين در بدن، يا فعّال نبودن آن ممكن است در اثركمبود كروم باشد. انسولين با عدم وجود كروم، به طور آشكار در تنظيم گلوكز مؤثّر نخواهد بود. همچنين گزارش شده است كروم كه مادّه اصلي ظاهرشدن فعّاليت انسولين در بدن مي‌باشد، به مقدار زياد در مخمرآبجو يافت مي‌شود. در هر حال، در اثر وجود كروم در بدن، دوره تحمّل عامل گلوكز افزايش مي‌يابد، امّا عملكرد زيست شيميايي آن به طور كامل شناخته نشده است. محل اساسي جذب كروم در بدن روده مي‌باشد و مقدار جذب كروم سه ظرفيتي اندك است. كروم سه ظرفيتي پس از جذب، به قسمتي از β- گلوبولين پروتئين‌هاي سرم به ويژه آنهايي كه در ارتباط با آهن هستند، پيوند مي‌خورد. و اين گلوبولين‌ها به ظاهر در انتقال كروم به بافت‌هاي بدن نقش دارند [۸].

۳-۲- مسموميت ناشي از كروم

كروم عنصري ضروري است كه فقدان پيوستة آن خطر احتمالي بيماري ديابت را موجب مي‌شود. كروم سه ظرفيتي نسبت به كروم شش ظرفيتي كمتر ايجاد مسموميت مي‌كند و

محدوده عملكرد آن براي حفظ سلامتي در مقابل مسموميتش وسيع است. روش عملكرد كروم در بدن مشخّص نيست، هرچند خروج آن از بدن توسّط ادرار مهمّ به نظر مي‌رسد. عوارض حاصل از كروماتها، زخمهاي ويژه (اولسر)[۵] است كه روي پوست ظاهر مي‌شود و آنرا از سالها پيش مي‌شناخته اند؛ صنعت آبكاري با كروم صنعت نسبتاً تازه‌اي است و عوارض حاصل از آن، زخم و يا سوراخ شدن جدار بيني[۶] است كه در اثر ذرّات اسيدكروميك و بخار آن حاصل مي‌شود. مسموميت ديگري كه در اثر كروم و كروماتها ايجاد مي‌شود سرطان ريه است، امّا تعداد موارد آن چندان زياد نيست. با آن كه سطح كروم در ادرار به طور وسيعي مطالعه شده است، درباره ميزان كروم موجود در خون و سرم اطلاعات اندك است. زيرا در اندازه‌گيري غلظتهاي كم كروم در خون و احتمال آلودگي كروم خون در طي جمع آوري و تهيّه نمونه‌هاي مناسب براي تزريق، مشكلات تجزيه و تحليلي وجود دارد [۹]. براي اندازه‌گيري كروم در اين سطح كم بايد روش بسيار حسّاسي بكار رود و در تهيّه نمونه‌ها بيشتر دقّت شود. حدّ هنجار كروم در سرم خون در منابع مختلف، كمتر از ۵ ميكروگرم در ليتر گزارش شده است [۱۰ و ۱۱].

۴- مواد شيميايي و دستگاهها

اسيد نيتريك و اسيد كلريدريك غليظ، اسيد تري كلرواستيك، نيترات نيكل و نيترات پالاديوم، محلول‌هاي استاندارد آرسنيك و كروم، همه با بالاترين درجة خلوص از شركت مرك تهيّه شده‌اند و آب مقطر بدون يون كه به وسيله دستگاه Milli-Q (Milli pore Co.) تهيّه شده بود بكار رفت. براي اندازه‌گيري‌ها از دستگاه جذب اتمي مدل Spectra AA 220

مجهّز به كوره گرافيتي استفاده شد.

۵- روشهاي مختلف نمونه سازي

با توجّه به نوع عنصري كه اندازه‌گيري كرده‌ايم و به منظور بهينه‌سازي شرايط كار با دستگاهها، آزمايشهاي متعدّدي با سه روش زير انجام گرفت تا بهترين شرايط و مناسبترين جواب بدست آيد:

۵-۱- روش هضم

با انجام دادن بررسيهاي مختلف وآزمايشهاي گوناگون [۱۲]، هضم نمونه خون و يا سرم به روش زير صورت گرفت: پس از تهيّه ظروف تفلوني دردار كوچك، در هر ظرف تفلوني به هر ميلي‌ليتر خون يا سرم، يك ميلي‌ليتر اسيد نيتريك غليظ (با بالاترين درصد خلوص) اضافه شد، و پس از محكم بستن د هر ظرف تفلوني، آنرا به مدّت د ۵۱ ساعت درون گرمخانه (آون) در دما: ۱۱۰ درجه سانتي‌گراد قرا داده‌ايم. پس از سردشدن نمونه‌ها، محلول‌هاي شفاف بدست آمده را در بالن‌هاي ۵ و۱۰ ميلي‌ليتري به حجم نهايي رسانده‌ايم. ۵۱

۵-۲- روش استخراج بامحلول TCA

براي تهيّة محلول استخراج، ابتدا محلول‌هاي ۷ درصد TCA (تري كلرواستيك اسيد) را با آب بدون يون و اسيدنيتريك ۲۰ درصد حجمي را تهيّه كرده‌ايم. سپس محلول استخراج را از مخلوطكردن (۱ :۱) اين دو محلول بدست آورده‌ايم [۱۳].

مقدار ۵ ميلي‌ليتر خون را در لوله آزمايش دردار ويژه ريخته و به آن ۵ ميلي‌ليتر از محلول استخراج افزوده‌ايم و مدّت دو دقيقه به شدّت تكان داده و آن را حدود يك ساعت ثابت نگه داشته‌ايم تا عمل استخراج كامل شود. سپس لوله را در دستگاه سانتريفوژ ۵۰۰۰ دور در دقيقه به مدّت چند دقيقه قرار داده و در آخر محلول شفاف فوقاني را جدا كرده و براي اندازه‌گيري‌هاي لازم بكار برده‌ايم.

۵-۳- روش مستقيم

اين روش براي اندازه‌گيري عناصر كم مقدار از سرم خون بكار مي‌رود [۱٤]. براي اين منظور، نمونه‌هاي سرم را با محلول ۰/۱ نرمال اسيد كلريدريك به حجمهاي مختلف رسانده و براي اندازه‌گيري عنصر مورد نظر از آنها استفاده كرده‌ايم.

۶- اصلاح كننده هاي شيميايي

اصلاح كننده‌ها به روشهاي مختلف در بسياري از اندازه‌گيري هاي طيف سنجي جذب اتمي با كوره گرافيتي بكار مي‌روند. اين اصلاح كننده‌ها توان نگهداري عنصر مورد نظر را در دماي بالا، تقليل جذب زمينه و همچنين كاهش مزاحمتهاي شيميايي را دارند. در نمونه‌هاي سخت، كه بايد عناصر فرّار درآنها اندازه‌گيري شوند، از اصلاح كننده هاي شيميايي زياد استفاده مي‌شود. براي تثبيت آرسنيك در دماهاي بالا، از اصلاح كننده نيكل، كه يكي از اصلاح كننده‌هاي مهمّ است [۱۵]، استفاده كرده‌ايم.

همچنين در اندازه‌گيري كروم، به منظور تكرارپذيري و بهبود عمل [۱٤]، از اصلاح كننده اسيد نيتريك استفاده شد.

۷- بحث و بررسي نتايج

براي تعيين آرسنيك، هر سه روش نمونه‌سازي پيش گفته مورد آزمايش قرار گرفت و تجزيه و تحليل‌هاي متعدّدي انجام شد. تنها هنگاميكه اصلاح كننده‌هاي پالاديوم و نيكل بكار مي‌رفت مقدار جذب آرسنيك بيشتر مي‌شد. از سه روش پيش گفته، تنها روش استخراج با محلول TCA منجر به نتايج تكرارپذير (RSD < ۵%) [۷] شد؛ امّا به سبب غلظت كمتر اين عنصر در سرم خون (روش مستقيم) و مزاحمتهاي موجود درسرم، اندازه‌گيري‌هاي تكرارپذيري صورت

نگرفت (RSD > ۱۰%). در روش هضم نيز به علّت فرّاريت آرسنيك و مزاحمتهاي مختلف حاصل از هضم، پاسخهايي با تكرارپذيري بسيار كمتر بدست آمد (RSD > ۱۵%).

فرايند اتمي شدن عنصر دركوره گرافيتي، شامل سه مرحلة اساسي در برنامه‌ريزي دمايي است كه براي هر عنصر متفاوت بوده و به دست آوردن شرايط بهينه براي اندازه‌گيري عناصر در نمونه‌هاي مختلف، از موارد مهم اين روش است. اين سه مرحله عبارتند از:

الف- مرحله خشك كردن نمونه شامل خارج ساختن حلال از محلول

ب- در مورد مواد آلي و معدني، عمل خاكسترگردن صورت گرفته است.

ج- اتمي كردن نمونه و ايجاد اتمهاي آزاد و قرار دادن در مسير نور

دربرنامه‌ريزي دمايي جدول ۱، دماي خاكستر كردن (۱۴۰۰ درجه سانتيگراد) و دماي اتمي كردن و اندازه‌گيري (۲۶۰۰ درجه سانتي‌گراد) در مورد تعيين آرسنيك در نمونه‌ها، نتايج بهتري نشان دادند. همچنين براي حذف مزاحمتهاي زمينه‌اي، از لامپ دوتريوم استفاده شد و تمام اندازه‌گيري‌ها در طول موج ۱۹۳/۷ نانومتر صورت گرفت.

در تعيين مقدار كروم، با هر سه روش آماده‌سازي نمونه، نتايج قابل قبولي به دست آمد. امّا در مورد سرم خون با توجّه به ساده‌بودن روش آماده‌سازي نمونه به طريق مستقيم، اين روش براي تعيين نتايج برگزيده شد. در روش مستقيم اندازه‌گيري كروم در سرم خون بكارگيري اصلاح كننده اسيد نيتريك، پاسخهاي بسيار تكرار پذير (RSD < ۲%) نشان داد.

در برنامه‌ريزي دمايي براي اندازه‌گيري كروم (جدول ۲)، دماي خاكسترگردن ۱۱۰۰ درجه سانتي‌گراد انتخاب شد و پاسخهاي مناسبي با تكرارپذيري بهتر بدست آمد. تمام اندازه‌گيري‌ها در طول موج ۳۵۷/۹ نانومتر بدون استفاده از لامپ دوتريوم به انجام رسيد.

جدول۱- برنامه‌ريزي دمايي مربوط به اندازه‌گيري آرسنيك به وسيلة دستگاه جذب اتمي با كوره گرافيتي

مرحله	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
دما (^{0}C)	۸۵	۹۵	۱۲۰	۱٤۰۰	۱٤۰۰	۱٤۰۰	۲٦۰۰	۲٦۰۰	۲٦۰۰
زمان (s)	۵/۰	٤۰/۰	۱۰/۰	۵/۰	۱۰/۰	۲/۰	۰/٦	۲/۰	۲/۰
جريان گاز (A) (l /min)	۳/.	۳/.	۳/.	۳/.	۳/.	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/.

جدول۲- برنامه ريزي دمايي مربوط به اندازه‌گيري كروم به وسيلة دستگاه جذب اتمي با كوره گرافيتي

مرحله	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
دما (^{0}C)	۸۵	۹۵	۱۲۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۱۱۰۰	۲٦۰۰	۲٦۰۰	۲٦۰۰
زمان (s)	۵/۰	٤۰/۰	۱۰/۰	۵/۰	۱۰/۰	۲/۰	۱/۲	۲/۰	۲/۰
جريان گاز (A) (l/min)	۳/.	۳/.	۳/.	۳/.	۳/.	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/.

اندازه‌گيري آرسنيك روي ۷۴ نمونه سرم خون از افراد مختلف محدوده غلظتهاي ۰/۲ تا ۸۱/ ميكروگرم در ليتر صورت گرف اندازه‌گيري كروم نيز روي ۵۸ نمونه سرم خون در محدوده غلظتهاي ۰/۱ تا ۱٦/۲۳ ميكروگرم در ليتر انجام شد (جدول ۳).

حدّ بهنجار (نرمال) عناصر آرسنيك و كروم كه در جدول ۳ ضه شده توسّط محققيني بدست آمده ت كه كار اندازه‌گيري را با شهاي مختلف در خون و سرم انجام داده‌اند. بررسي نتايج نشان مي‌دهد كه آماده‌سازي نمونه يكي از مراحل مهمّ تجزيه كمّي عناصر كم مقدار در مايعات زيستشناختي است و تأثير

زيادي در مقدار خطاهاي نسبي بدست آمده دارد [۸].

انتخاب نمونه‌هاي تعيين مقدار شده از افرادي بود كه براي بررسي علل بيماري خود به اين مركز مراجعه كرده‌اند و نتايج حاصل در مورد ۱۰ بيمار مراجعه كننده نشان داد كه ميزان كروم موجود در سرم آنها خارج از حد نرمال است و براي معالجه به پزشكان مربوط احاله شد. نتايج اين تحقيق لزوم كنترل سطح عناصر سمّي كم مقدار موجود در مايعات زيستشناختي را در افراد مختلف نشان مي‌دهد.

جدول۳- خلاصه نتايج تجزيه‌اي حاصل از اندازه‌گيري عناصر كم مقدار آرسنيك و كروم

عنصر	As	Cr
تعداد نمونه	۷۴	۵۸
نوع نمونه	خون	سرم
روش نمونه سازي	استخراج	مستقيم
حدنرمال اعلام شده درمنابع (ppb)	۲-۲۰	<۵
محدوده غلظتهاي بدست آمده (ppb)	۰/۲-۱۵/۸۱	۰/۱-۱۶/۲۳
تعداد نمونه‌هايي كه در حد نرمال قرار دارند	۷٤	٤۸
تعداد نمونه‌هاي خارج از حد نرمال	-	۱۰
RSD%	<۵	<۲

پي‌نوشتها :

۱ -electrothermal atomic absorption spectrometry
۲ -trace elements
۳ -neutron activation analysis
٤ -Inductively Coupled Plasma
۵ -ulcer
٦ -nasal septa
۷ -Relative Standard Deviation

كوتاه شده :

References:

1. E. Sievers, T. Arpe, U. Schleyerbach, D. Garbe- Schonberg and J. Schaub, “Plsma selenium in preterm and term infants during the firest 12 months of life,” J.Trace Elements Med. Bio. **14**. pp. 218-222 (2001).

2. C. D. Thomson, M. A. Packer, J. A. Butler, A. J. Duffield, K. L. Odonaghue, P. D. Whanger, “Urinary selenium and iodine during pregnancy and lactation,” J. Trace Elements Med. Bio. **14**. pp. 210-217 (2001).

3. E. Rothery, “Analytical methods for graphite tube atomizers,” Varian Australia Pty Ltd

Mulgrave, Vietoria, Australia Publication No. 85-100848-00 September (1988).

4. I. Al-Saleh, “Selenium status in Saudi Arabic,” J. Trace Elements Med. Bio. **14**, pp. 154-160 (2000).

5. W. Leinfelder, K. Forchhammer, F. Zinoni, “Escherichia Coli Genes Whose Products are Involved in Selenium Metabolism,” The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine, **14**, 227-240 (2001).

6. R. Van Cauwenberg , H. Robberecht and H. Deelstra, “Selenium concentration levels in whole blood of Belgian blood bank donors, as determined by direct graphite furnace atomic absorption spectrometry,” J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis. **4**, pp. 215-224 (1990).

7. Y. Pegon, “Direct determination of arsenic in blood serum by electrothermal atomic absorption spectrometry,” Analytical Chemica Acta, **172**, pp. 147-156 (1985).

8. Seth Schonwald, Matthew J. Ellenhorn, “Medical Toxicology,” Lippincott Williams and Wilkins LTD (1999).

9. Minoia C. et al. “Trace element reference values tissues from inhabitants of the European communit,” Sci. Total Envir. **95**, 89 (1990).

10. Carl A. Burtis, Edward R. Ashwood, “Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry,” 4th ed W. B. Saunders Company (1996).

11. Versieck J. and Cornielis R. “Normal levels of trace elements in human blood plasma or serum,” Anal. Chem. Acta 116, 217. (1980).

12. John Edward Cantle, “Atomic Absorption Spectrometry,” lsevier Scientific Publishing Company INC. (1982).

13. Olle Nygren, Carel - Axel Nilsson, “Determination of lead in blood using flow injection and a Nebuliser interface for flame atomic absorption spectrometry,” J. Analyst, **113**, pp. 591-594 (1988).

14. Jon C. Van Loon, “Analytical atomic absorption spectroscopy,” Academic Press, INC. (1980).

15. Kenneth W. Jackson, “Electrothermal atomization for analytical atomic absorption spectroscopy,” John Wiley and Sons LTD (1999).