

دستورالعمل استفاده و نگهداری از دستگاه تیفسنج جذب اتمی شعله (مدل PinAAcle 900F)



کبری سادات هاشمی نسب و کریم شهبازی

شماره فنی: ۵۷۰



جمهوری اسلامی ایران



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب



دستورالعمل استفاده و نگهداری از دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی شعله (مدل PinAacle 900F)



نگارندگان

کبری سادات هاشمی نسب و کریم شهبازی
اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

دستورالعمل فنی: 570

1398

مشخصات نشریه

عنوان: دستورالعمل استفاده و نگهداری از دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی شعله (مدل PinAAcle 900F)

نگارندگان: کبری سادات هاشمی نسب و کریم شهبازی

ناشر: مؤسسه تحقیقات خاک و آب

کارشناس انتشارات: زهرا محمدی

ویراستار: زهرا محمدی

صفحه‌آرا: سمانه پورمنصور

طراح جلد: سید هرمز سجادی

سال انتشار: 1398

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب.

صندوق پستی: 31785-311

کد پستی: 3177993545

دورنگار: 026-36210121

تلفن: 026-36201900

Website: www.swri.ir

Email: info@swri.ir

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این نشریه با شماره 55141 در تاریخ 97/12/6 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به

ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

1.....	بخش اول: مقدمه
1-1-1.....	1-1-1- اصول تکنیک جذب اتمی
2.....	2-1-2- دستگاه‌وری جذب اتمی
5.....	بخش دوم: چگونگی کار با دستگاه جذب اتمی شعله
5.....	1-2-1- منبع تابش دستگاه
6.....	2-2-2- تنظیم فشار گازهای شعله
7.....	2-3-3- کمپرسور هوا
8.....	2-4-4- مخزن تخلیه دستگاه جذب اتمی
10.....	2-5-5- نرم افزار دستگاه
12.....	2-6-6- ایجاد روش جدید
14.....	2-7-7- کالیبراسیون
17.....	2-8-8- ثبت اطلاعات نمونه‌ها
19.....	2-9-9- روشن کردن لامپ (منبع تابش)
20.....	2-10-10- تنظیم مشعل
23.....	2-11-11- روشن کردن شعله
24.....	2-12-12- بررسی حساسیت دستگاه
27.....	2-13-13- شستشوی مهره برخورد و اسپویلر
29.....	2-14-14- آنالیز
32.....	2-15-15- خاموش کردن دستگاه
33.....	2-16-16- بازپردازش نتایج
36.....	2-17-17- مراحل انجام آنالیز با دستگاه جذب اتمی

بخش سوم: موارد ایمنی کار با دستگاه جذب اتمی شعله.....	39
1-3- نکات ایمنی شعله.....	39
2-3- موارد ایمنی کار با پرکلریک اسید.....	39
3-3- موارد ایمنی کار با کپسول گاز فشرده.....	40
1-3-3- رگلاتور گاز.....	40
2-3-3- دستور العمل بستن رگولاتور به کپسول گاز.....	41
3-3-3- موارد ایمنی کار با کپسول استیلن.....	42
4-3-3- موارد ایمنی کار با کپسول N_2O (نیتروز اکساید).....	44
4-3- عوامل مؤثر در پس زدن شعله.....	44
4- منابع.....	46

بخش اول: مقدمه

1-1- اصول تکنیک جذب اتمی

در تکنیک طیف‌سنجی جذب اتمی¹ (AAS)، برهم‌کنش نور با اتم‌های آزاد در فاز گازی مطالعه می‌شود. این تکنیک یک روش اسپکتروسکوپی برای اندازه‌گیری کمی عناصر شیمیایی با استفاده از جذب اشعه نور توسط اتم در حالت گازی است. طیف‌سنجی جذب اتمی می‌تواند برای تعیین بیش از 70 عنصر مختلف در محلول استفاده شود، ولی حد تشخیص برای همه آن‌ها مناسب نبوده و این روش برای اندازه‌گیری حدود 30 عنصر با حد تشخیص مناسب بکار می‌رود. در یک طیف‌سنج جذب اتمی ابتدا پرتو تک‌رنگ توسط لامپ هالو کاتد² (HCL) یا لامپ تخلیه بدون الکتروود³ (EDL) تولید می‌شود. از طرفی نمونه موردنظر نیز در حلال خاصی به صورت محلول درآمده و توسط وسیله‌ای به داخل شعله پاشیده می‌شود و در آنجا به صورت اتم آزاد درمی‌آید، پس از عبور پرتوی تک‌رنگ، مقداری از این پرتو توسط این اتم‌های آزاد جذب و از شدت آن کاسته می‌شود. سپس با محاسبه مقدار پرتوی جذب‌شده توسط آشکارساز و به وسیله منحنی‌های کالیبراسیون می‌توان غلظت عنصر مجهول را در محلول محاسبه کرد.

اصول پایه طیف‌سنجی جذب اتمی شامل موارد زیر است:

- همه اتم‌ها می‌توانند نور جذب کنند.
- طول موج نوری که جذب می‌شود برای هر عنصر متفاوت بوده و مختص همان عنصر است.
- میزان نور جذب‌شده مستقیماً به غلظت اتم‌های جذب‌کننده نور یا به عبارتی به غلظت عنصر موردنظر در محلول نمونه، بستگی دارد.

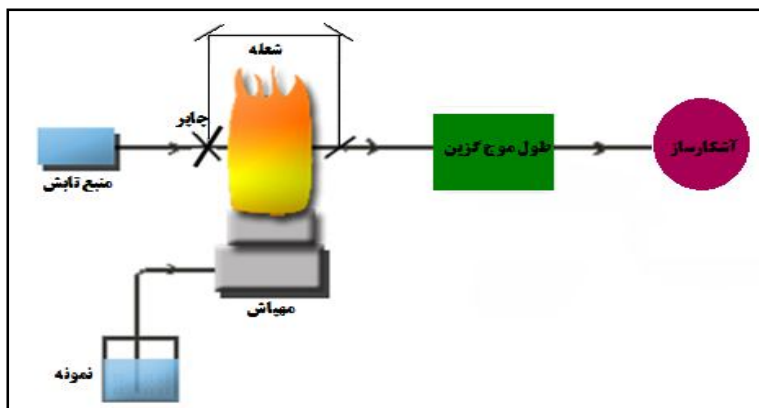
1- Atomic Absorption Spectroscopy

2- Hollow Cathode Lamp

3- Electrodeless Discharge Lamp

2-1- دستگاه‌وری جذب اتمی

اجزای مختلف دستگاه جذب اتمی در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- اجزای دستگاه جذب اتمی

به طور کلی هر دستگاه جذب اتمی شامل قسمت‌های زیر است:

➤ منبع تابش: طیف خطی باریک مخصوص عنصر گونه تجزیه‌ای را نشر می‌کند. برای طیف‌سنجی جذب اتمی، لامپ‌های هالو کاتد یا لامپ‌های تخلیه بدون الکتروود به‌عنوان منابع معمول تابش مورد استفاده قرار می‌گیرند.

➤ چاپر¹ یا مدوله‌کننده مکانیکی یا الکتریکی: این قسمت بین منبع تابش و اتم ساز قرار گرفته و تابش حاصل از منبع را مدوله می‌کند. آشکارساز فقط تابش مدوله را تشخیص می‌دهد؛ از این‌رو مزاحمت نورهای نشر شده از اتم ساز در طول موج منبع تابش حذف می‌شود.

➤ سیستم ورود نمونه (نپولایزر)²: محلول نمونه توسط یک گاز فشرده به ابری از قطرات ریز تبدیل می‌شود (نپولیزاسیون). سپس جریان گاز، نمونه را به درون ناحیه‌ی

1- Chopper

2- Nebulizer

حرارت داده شده‌ای که در آن فرایند اتمی شدن انجام می‌شود (شعله)، اسپری می‌کند. این فرآیند در سیستم نبولایزر انجام می‌شود.

✚ اتم‌ساز: فرآیند تبدیل نمونه به بخار اتمی را اتمیزاسیون (اتم سازی) گویند. این فرآیند توسط اتمایزر (اتم ساز یا اتمی کننده) انجام می‌شود. معمول‌ترین و قدیمی‌ترین، اتم ساز شعله¹ است که به‌طور عمده شعله هوا-استیلن با دمای حدود 2300 درجه سانتی‌گراد و شعله نیتروس اکساید (N_2O) - استیلن با دمای حدود 3000 درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود.

✚ طول موج گزین²: طول موج موردنظر را به آشکارساز هدایت کرده و با ممانعت از عبور طول‌موج‌های دیگر، مزاحمت ناشی از آن‌ها را رفع می‌کند.

✚ آشکارساز³: دستگاهی که تابش الکترومغناطیسی را به یک جریان الکترونی و در نتیجه جریان الکتریکی یا ولتاژی در مدار سیستم ثبات تبدیل می‌کند.

✚ سیستم نمایش خروجی: این قسمت می‌تواند یک صفحه نمایشگر کامپیوتر با نرم‌افزارهای متنوع باشد.

1- Flame
2- Monochromator
3- Detector

بخش دوم: چگونگی کار با دستگاه جذب اتمی شعله

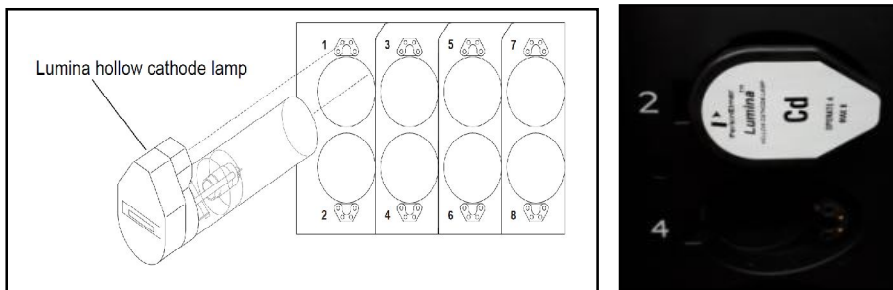
2-1- منبع تابش دستگاه

از مهم‌ترین خصوصیات منبع تابش، توانایی تولید باریکه‌ای از تابش با توان کافی و پایدار است. منبع تابش در AAS، لامپ هالو کاتد یا لامپ تخلیه بدون الکتروود است که برای هر عنصر اختصاصی و از جنس خود عنصر ساخته می‌شود و طول‌موج‌های موردنظر را ساطع می‌کند.

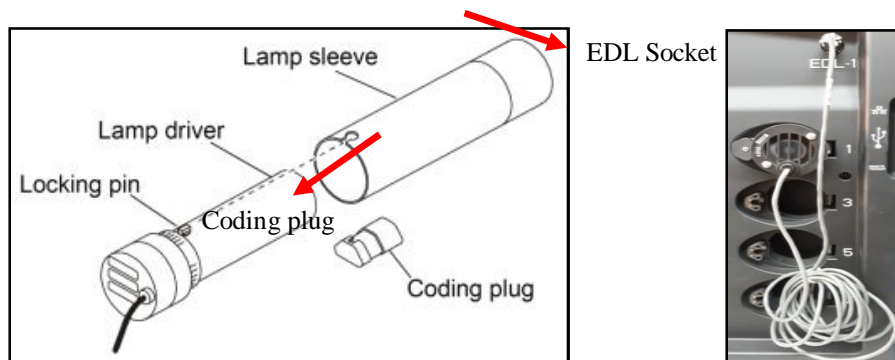
هرگز پنجره جلو لامپ‌ها را لمس نکنید. عرق و یا سایر آلودگی‌ها می‌تواند شدت تابش لامپ را کاهش دهند. سطح لامپ را چک کنید تا اثرانگشتی روی آن وجود نداشته باشد. هرگونه لکه یا باقیمانده ترکیبات شیمیایی بر روی پنجره‌ها و یا لامپ باعث کاهش شدت انرژی لامپ شده و نویز را افزایش می‌دهد. برای تمیز کردن پنجره‌ها از دستمال نرم مخصوص تمیز کردن عینک استفاده کنید و در صورت نیاز می‌توانید دستمال را با کمی اتانول مرطوب کنید.

هرگز لامپ را درحالی‌که روشن است از دستگاه خارج نکنید. پیش از برداشتن لامپ از طریق نرم‌افزار آن را خاموش نموده و صبر کنید تا لامپ سرد شود.

توجه: قبل از روشن کردن دستگاه، باید حداقل یک لامپ در یکی از جایگاه‌های لامپ، نصب شود. نحوه قرار دادن لامپ هالو کاتد و لامپ تخلیه بدون الکتروود در دستگاه، در شکل 2 و 3 نشان داده شده است.



شکل 2- چگونگی قرار دادن لامپ هالو کاتد در جایگاه



شکل 3 - چگونگی قرار دادن لامپ تخلیه بدون الکتروود در جایگاه

برای کار با دستگاه جذب اتمی ابتدا لامپ موردنظر را در مکان مخصوص به آن متصل کنید. کپسول گاز را باز کنید. پس از باز کردن کپسول، فن (هود) را روشن کنید.

2-2- تنظیم فشار گازهای شعله

مشخصات فشار لازم گازهای شعله در جدول 1 آورده شده است. هنگام تنظیم فشار گازها، هرگز فشار از مقدار فشار بیشینه (P_{max}) بالاتر نرود.

جدول 1- مقادیر فشار گازهای شعله

گاز	درصد خلوص	مقدار فشار خروجی					
		kPa		bar		psig	
		P_{min}	P_{max}	P_{min}	P_{max}	P_{min}	P_{max}
استیلن	99/996% ویژه جذب اتمی و حاوی استون	90	100	0/9	1/0	13/0	14/5
هوا	20% ≤ اکسیژن بدون ذرات خارجی و آب	450	500	4/5	5/0	65/0	72/5
نیتروژن اکساید	99/996 %	450	500	4/5	5/0	65/0	72/5

2-3- کمپرسور هوا

کمپرسور هوا با روشن شدن دستگاه روشن می‌شود. فیلتر جذب رطوبت در مسیر کمپرسور به دستگاه قرار گرفته که لازم است ماهی یک مرتبه تخلیه و شستشو شود (شکل 4). چنانچه رطوبت وارد مسیر شود دریچه‌های سلنوییدی دستگاه زنگ می‌زنند. میزان فشار ورودی هوا به دستگاه بایستی در 5-4/5 بار تنظیم شود.



شکل 4- فیلتر جذب رطوبت

با مصرف هوا و کاهش فشار آن، کمپرسور برای تأمین مجدد هوا، به صورت خودکار روشن می‌شود (شکل 5).



شکل 5- کمپرسور هوا

کمپرسور هوا در بازه‌های زمانی مناسب حتماً تخلیه شود. در مناطق مرطوب این تخلیه هفته‌ای یکبار و در مناطق خشک دو یا سه هفته یکبار تخلیه انجام شود. شیر تخلیه در قسمت پشت کمپرسور قرار دارد (شکل 6).



شکل 6- شیر تخلیه کمپرسور هوا

2-4- مخزن تخلیه¹ دستگاه جذب اتمی

مخزن تخلیه را در قسمت جلوی دستگاه به صورت کامل روی زمین قرار دهید. هرگز ظرف مخزن تخلیه را داخل کابینت قرار ندهید. چنانچه هنگام روشن کردن دستگاه و باز کردن نرم‌افزار خطای مربوط به عدم اتصال تخلیه² را مشاهده نمودید، شلنگ تخلیه متصل به مشعل را باز نموده و حدود چند میلی‌لیتر آب از انتهای آزاد لوله تخلیه بریزید تا حلقه تخلیه را پر کنید و شناور مخزن تخلیه فعال شود (شکل 7). سپس دوباره شلنگ را به اتاقک مه‌پاش³ متصل نمایید.

1- Drain

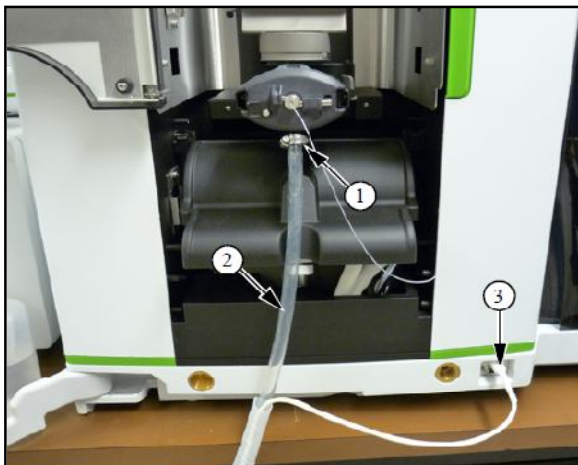
2- Drain not Connected

3- Spray Chamber



شکل 7- ظرف تخلیه دستگاه و متعلقات آن

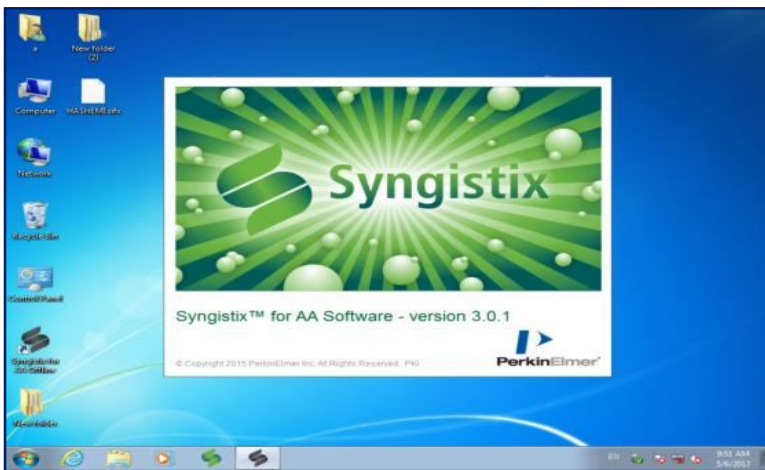
اتصالات مربوط به تخلیه دستگاه در شکل 8 نشان داده شده است.



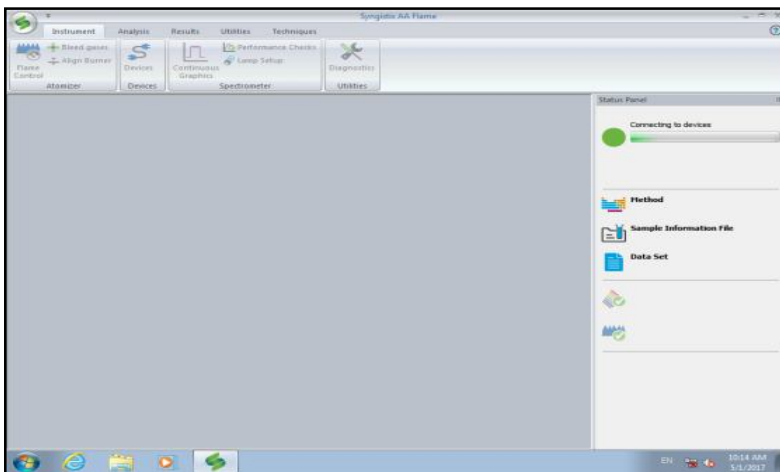
شکل 8- اتصالات تخلیه به دستگاه؛ (1 و 2) شلنگ تخلیه متصل به مشعل، (3) رابط اتصال تخلیه به دستگاه

2-5- نرم افزار دستگاه

برای شروع کار با دستگاه، همیشه ابتدا دستگاه و سپس کامپیوتر را روشن کنید. روی برنامه نرم افزاری دستگاه (Syngistix for AA) به رنگ سبز (حالت Online) کلیک کرده (شکل 9) و اجازه دهید تا دستگاه به طور اتوماتیک برنامه مورد نظر را اجرا کرده و اتصال کامپیوتر و دستگاه برقرار شود (شکل های 10 و 11).



شکل 9- باز شدن صفحه نرم افزار دستگاه جذب اتمی



شکل 10- دستگاه و نرم افزار در حال اتصال



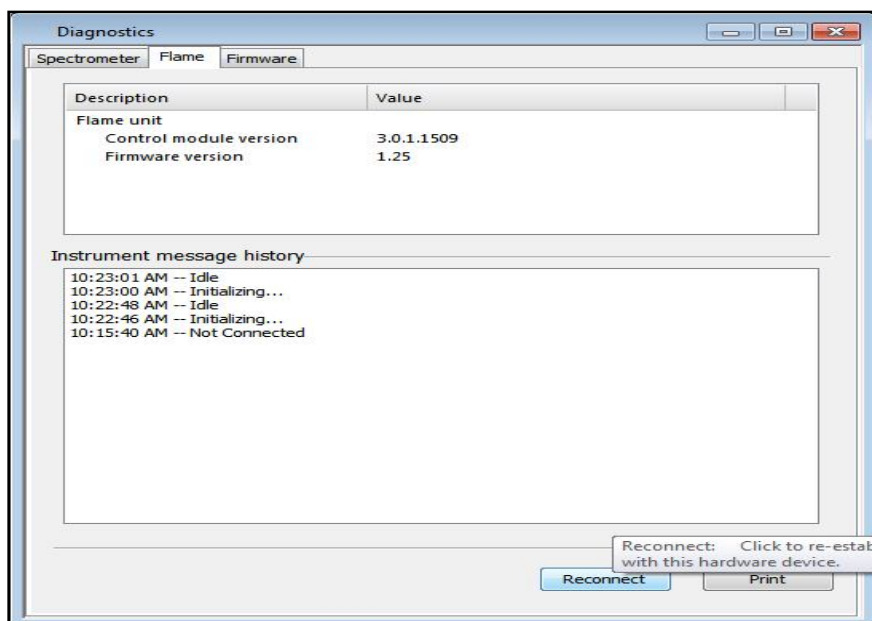
شکل 11- برقراری اتصال دستگاه و نرم افزار

توجه: چنانچه اتصال برقرار نشد سمت راست محیط نرم افزار، روی آیکون‌ها، جای تیک سبزرنگ، علامت ضربدر می خورد و آیکون به شکل 12 نمایش داده می شود.



شکل 12- آیکون نشان دهنده برقرار نبودن اتصال برتر

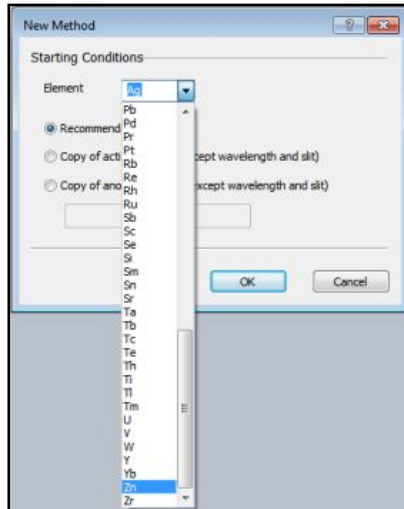
برای برقراری اتصال، در قسمت Instrument نرم افزار، پنجره Diagnostics را باز کرده و با کلیک بر روی گزینه Flame، روی گزینه Reconnect کلیک کنید تا اتصال برقرار شود (شکل 13).



شکل 13- برقراری اتصال دستگاه و نرم افزار

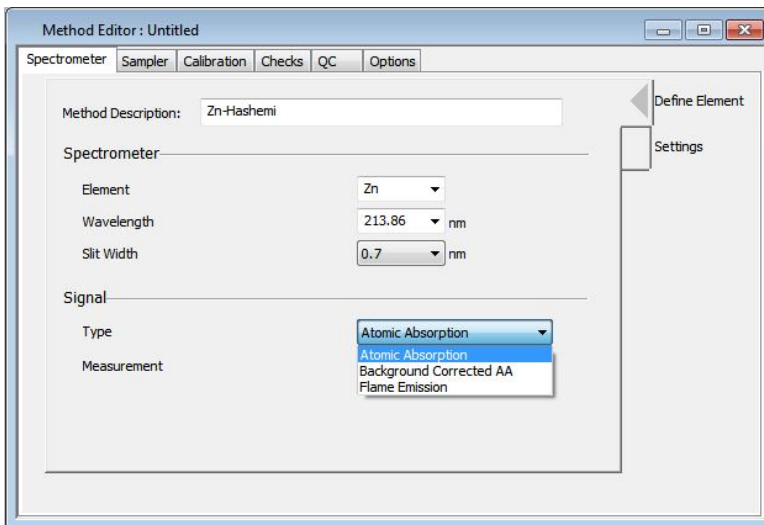
2-6- ایجاد روش¹ جدید

برای ایجاد روش جدید، وارد قسمت Analysis نرم افزار شده و در قسمت روش پس از کلیک بر روی گزینه New روش موردنظر را ایجاد می کنیم. با باز شدن پنجره روش جدید (New Method)، مطابق شکل 14، عنصر موردنظر را از فهرست عناصر انتخاب می نماییم.



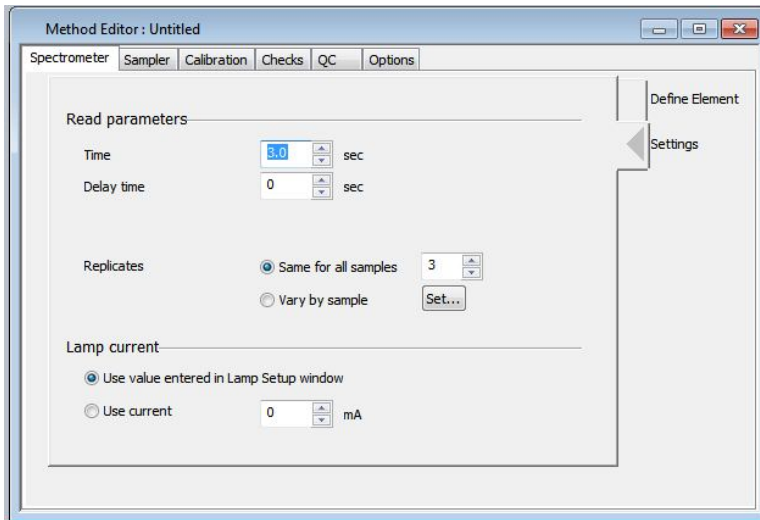
شکل 14- پنجره انتخاب عنصر

مطابق شکل 15 در پنجره Method Editor باز شده، می‌توان تنظیمات مربوط به طول موج عنصر و نوع سیگنال (سطح زیر پیک، ارتفاع پیک و ...) را مشخص نمود.



شکل 15- ایجاد روش جدید

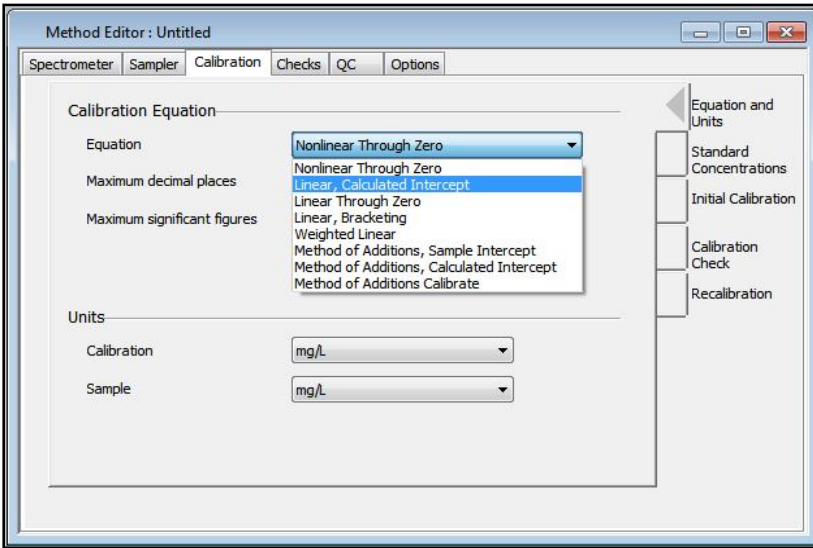
در پنجره Method Editor، در قسمت Spectrometer با کلیک بر روی گزینه Setting می‌توان تعداد تکرار آنالیز را مشخص نمود (شکل 16).



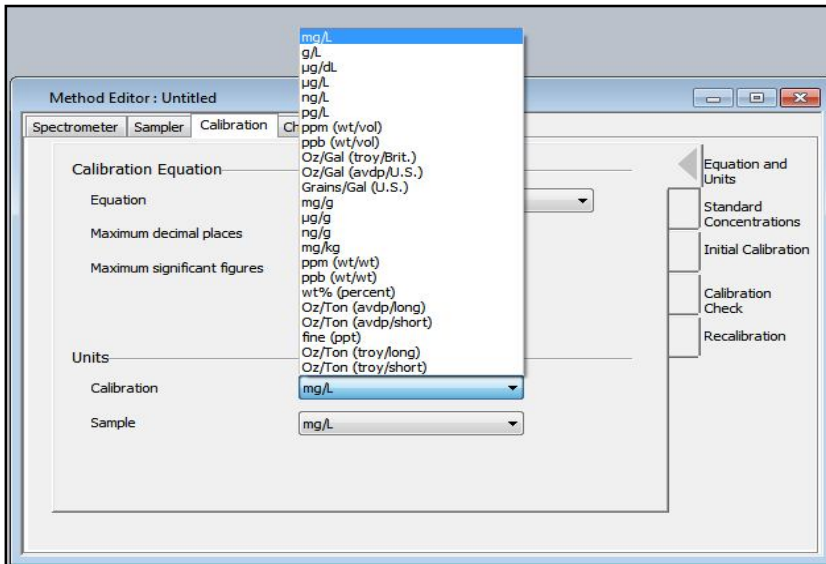
شکل 16- تنظیمات تعداد تکرار آنالیز

7-2- واسنجی¹

برای تنظیمات مربوط به واسنجی، در پنجره Method Editor با کلیک بر روی گزینه Calibration نوع کالیبراسیون را برای رسم منحنی کالیبراسیون وارد کنید (شکل 17). سپس مطابق با شکل 18 در قسمت Units واحد غلظت موردنظران را انتخاب نمایید.



شکل 17- انتخاب نوع منحنی کالیبراسیون



شکل 18- انتخاب واحد غلظت

با کلیک بر روی گزینه Standard Concentrations غلظت استانداردها را وارد نمایید. اما قبل از آن باید ببینید در چه ناحیه‌ای کالیبراسیون شما خطی خواهد بود تا غلظت استانداردها مشخص شود. از قسمت Analysis نرم‌افزار، روی گزینه Recommended Conditions کلیک نموده و در پنجره باز شده شرایط موردنظر عنصر خود را مشاهده نمایید (شکل 19). مثلاً برای عنصر روی با شعله استیلن/هوا در طول موج 213/86 نانومتر، کالیبراسیون تا غلظت 0/75 میلی‌گرم در لیتر خطی خواهد بود.

Recommended Conditions

Data Remarks

Element: Zn (Zinc)

Nebulizer: Stainless steel High sensitivity

Atomic absorption

Wavelength (nm)	Slit Width (nm)	Relative Noise	Char. Conc (mg/L)	Sensitivity Check (mg/L)	Linear to (mg/L)
213.86	0.7	1	0.006	0.3	0.75
307.59	0.7	0.38	25	1000	

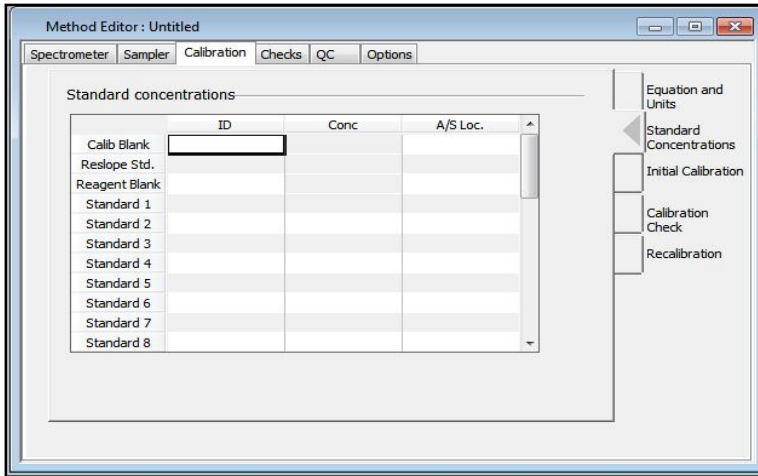
Oxidant: Air Oxidant flow: 10.0 L/min
Acetylene flow: 2.5 L/min

Flame emission

Wavelength: 213.86 nm Oxidant: N2O
Slit: 0.2 nm Oxidant flow: 6.0 L/min
Acetylene flow: 7.5 L/min

شکل 19- شرایط توصیه شده برای آنالیز

با انتخاب گزینه Standard Concentrations در پنجره کالیبراسیون غلظت محلول-های استاندارد خود را وارد کنید (شکل 20).

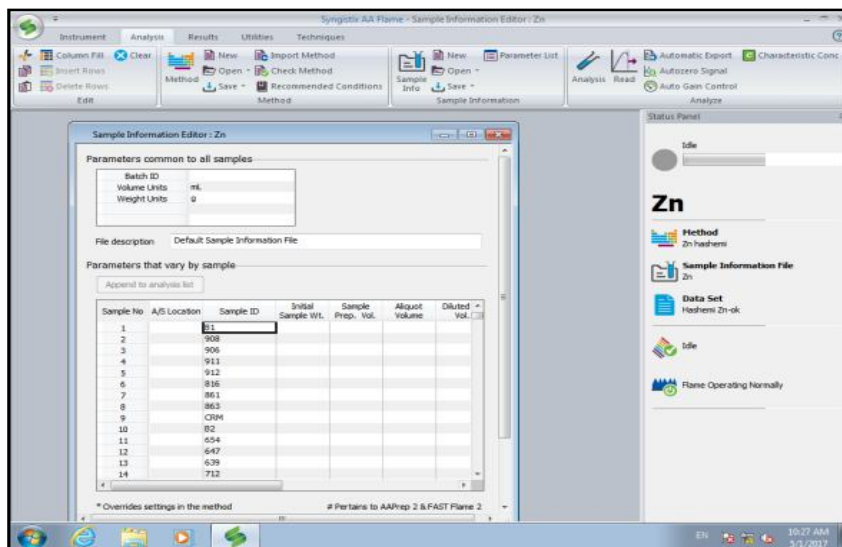


شکل 20- وارد کردن غلظت استانداردهای کالیبراسیون

سپس با کلیک بر روی گزینه Save در قسمت Method، روش خود را ذخیره نمایید.

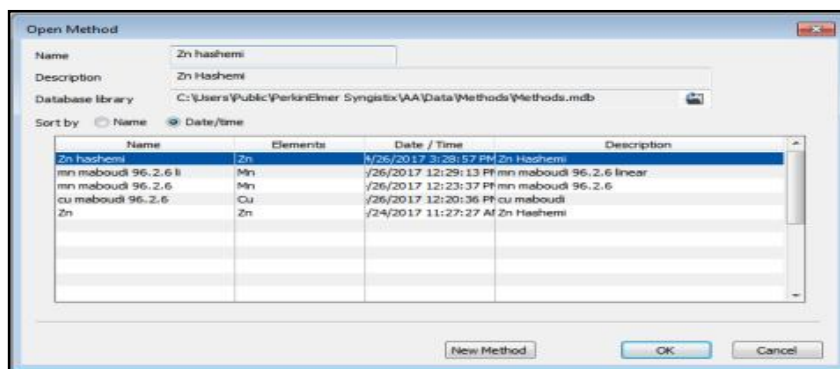
8-2- ثبت اطلاعات نمونه‌ها¹

با کلیک بر روی گزینه Sample Information، اطلاعات نمونه‌های خود را وارد نمایید. سپس با کلیک بر روی گزینه Save اطلاعات وارد شده را ذخیره نمایید (شکل 21).



شکل 21- پنجره اطلاعات نمونه‌های آنالیز

چنانچه روشی که قبلاً ذخیره شده را خواستید فراخوان کنید، مطابق با شکل 22 با کلیک بر روی گزینه Open Method روش موردنظر را انتخاب نمایید.

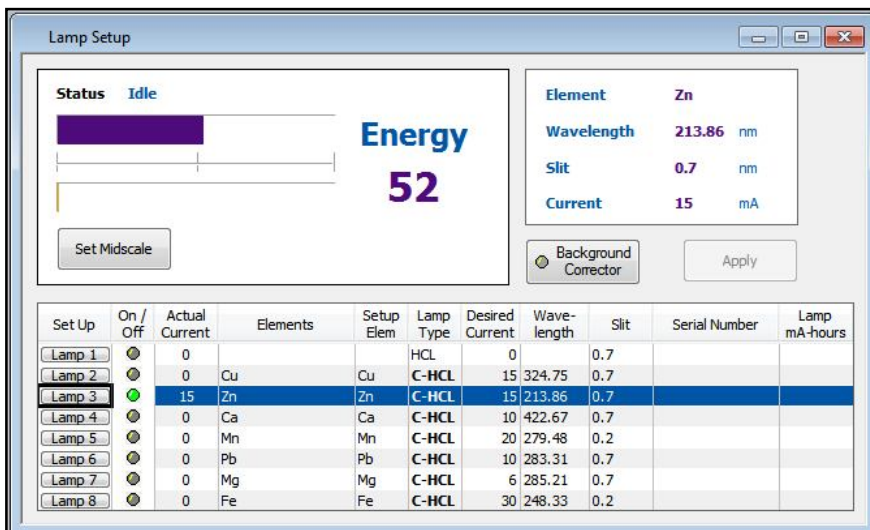


شکل 22- باز کردن روش از قبل ذخیره شده

2-9- روشن کردن لامپ (منبع تابش)

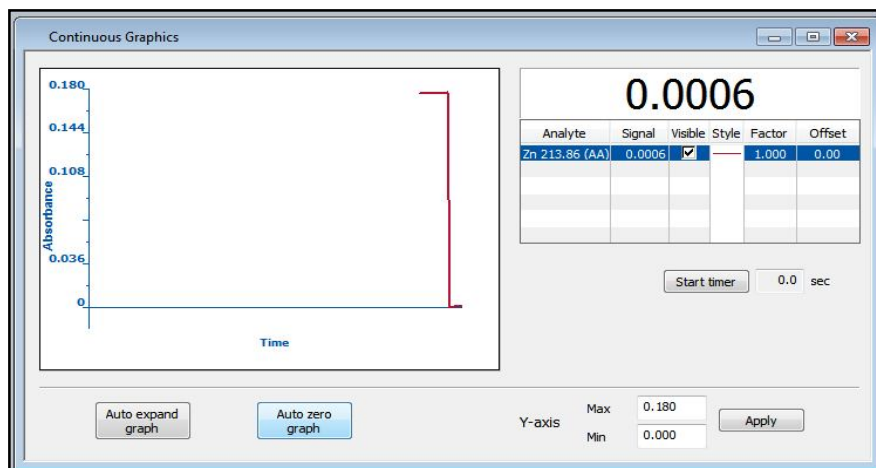
پس از انجام تغییرات لازم و ایجاد Method، برای شروع آنالیز ابتدا لامپ عنصر موردنظر را روشن نمایید. برای روشن کردن لامپ، وارد قسمت Instrument دستگاه شده و از گزینه Lamp Setup لامپ موردنظر را انتخاب و روشن کنید (شکل 23). روی ردیف لامپ عنصر موردنظر کلیک نمایید تا نوار آبی رنگ را روی ردیف لامپ قرار گیرد. چنانچه نیاز به تصحیح زمینه باشد روی گزینه Background Corrector برای روشن نمودن لامپ دوتریم کلیک نمایید. برای گرم شدن لامپ هالو کاتد مدت زمان 10 دقیقه باید صبر کنید. برای لامپ تخلیه بدون الکترو، 45 دقیقه برای گرم شدن لامپ نیاز است. برای خاموش کردن لامپ روی دایره On/Off کلیک نمایید تا چراغ سبزرنگ خاموش شود.

این دستگاه دارای قابلیت تصحیح جذب پس زمینه با استفاده از لامپ دوتریم است. در برخی از طول موجها، تصحیح زمینه‌ی دوتریم سبب افزایش حساسیت و دقت می‌شود.



شکل 23- روشن کردن لامپ دستگاه

پس از بستن پنجره Lamp Setup، در همان قسمت Instrument نرم‌افزار با باز کردن پنجره Continuous Graphics، روی گزینه Auto zero graph کلیک کنید (شکل 24).



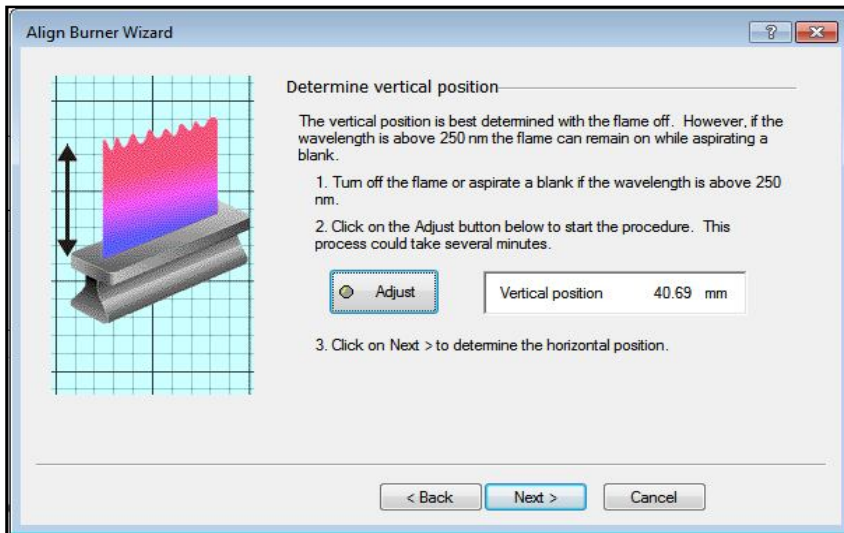
شکل 24- پنجره گراف جذب

2-10 - تنظیم مشعل

دستگاه جذب اتمی مدل PinAAcle 900 F دارای سیستم تنظیم شعله¹ به دو صورت اتوماتیک و دستی است. مد اتوماتیک، شعله را به صورت اتوماتیک، هم به صورت افقی و هم به صورت عمودی تنظیم می‌کند. در قسمت Instrument نرم‌افزار، پس از باز کردن پنجره Flame Control با انتخاب گزینه Align Burner شعله را به طور خودکار تنظیم کنید.

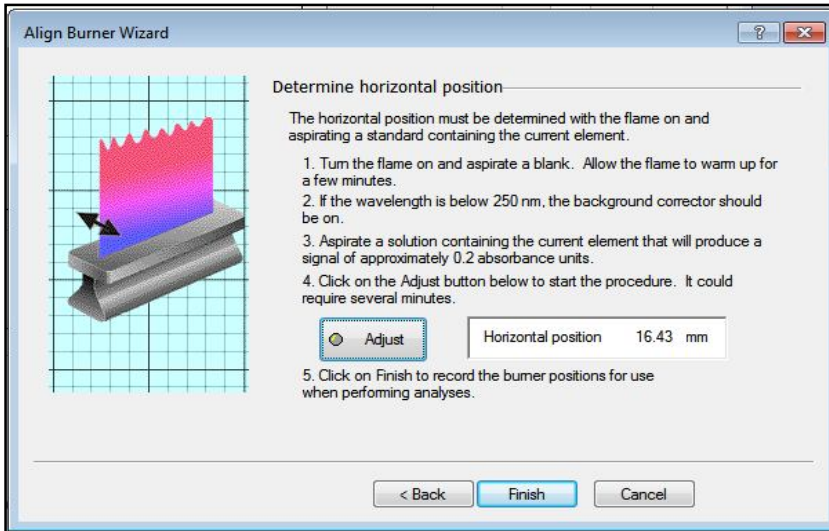
با کلیک بر روی گزینه Align Burner پنجره تنظیم ارتفاع شعله باز می‌شود. بر روی گزینه Adjust کلیک کنید و صبر کنید تا ارتفاع تنظیم شود. پس از آن روی گزینه Next کلیک کنید (شکل 25).

1- Align Burner

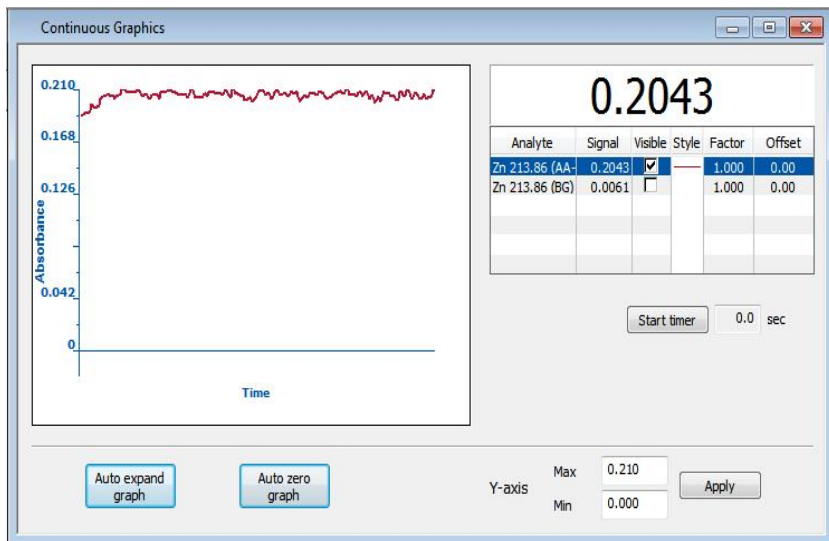


شکل 25- تنظیم ارتفاع شعله

برای تنظیم موقعیت افقی، شعله را روشن نموده و نمونه شاهد (بلانک) را آسپیره نمایید (شکل 26). برای روشن کردن شعله بر روی گزینه Flame Control کلیک کرده و با کلیک بر روی Flame On/OFF شعله را روشن کنید. صبر کنید تا شعله گرم شود. سپس استاندارد عنصر موردنظر که جذبی معادل 0/2 دارد را به دستگاه بدهید (مطابق با پنجره Condition Recommended قسمت Sensitivity Check) و بر روی گزینه Adjust کلیک نمایید. صبر کنید تا دستگاه به صورت اتوماتیک تنظیمات را انجام دهد. برای مثال طبق شرایط توصیه شده برای عنصر روی (Zn)، برای استاندارد 0/3 میلی گرم در کیلوگرم این عنصر باید جذبی معادل 0/2 مشاهده شود (شکل 27).



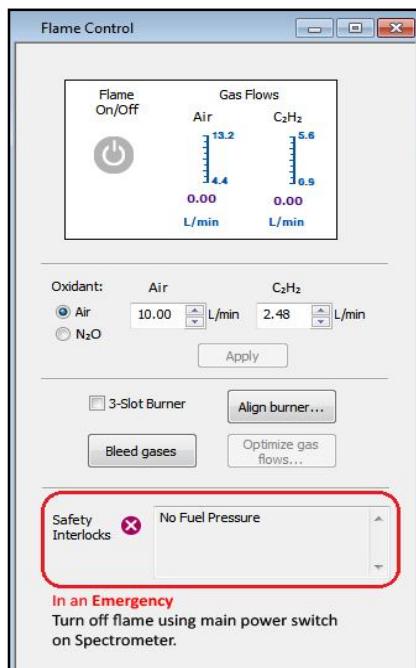
شکل 26- پنجره تنظیم موقعیت افقی شعله



شکل 27- پنجره نشان‌دهنده جذب 0/2 برای استاندارد 0/3 میلی‌گرم در لیتر روی (Zn)

11-2- روشن کردن شعله

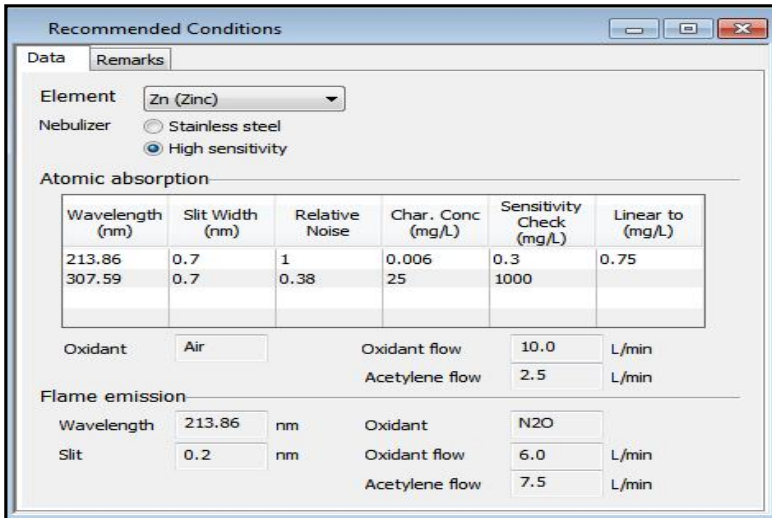
برای روشن کردن شعله بر روی گزینه Flame Control کلیک کرده و با کلیک بر روی Flame On/OFF شعله را روشن کنید. چنانچه شعله روشن نشد، در پنجره Flame Control قسمت Safety Interlocks دلیل آن را مشاهده نمایید (کادر قرمز رنگ) و سپس نسبت به رفع مشکل موجود، اقدام نمایید (شکل 28).



شکل 28- اخطار ایجاد مشکل در روشن شدن شعله

قبل از شروع آنالیز مقدار جذب دستگاه با یک محلول استاندارد با غلظت مشخص کنترل و حساسیت دستگاه آزموده¹ شود. از قسمت Analysis نرم افزار، با کلیک بر روی گزینه Recommended Conditions شرایط مورد نظر عنصر خود را مشاهده نمایید.

مثلاً برای عنصر روی در طول موج 213/86 نانومتر منحنی کالیبراسیون تا 0/75 میلی-گرم در لیتر خطی است (شکل 29).



Wavelength (nm)	Slit Width (nm)	Relative Noise	Char. Conc (mg/L)	Sensitivity Check (mg/L)	Linear to (mg/L)
213.86	0.7	1	0.006	0.3	0.75
307.59	0.7	0.38	25	1000	

Oxidant: Air Oxidant flow: 10.0 L/min
Acetylene flow: 2.5 L/min

Flame emission
Wavelength: 213.86 nm Oxidant: N2O
Slit: 0.2 nm Oxidant flow: 6.0 L/min
Acetylene flow: 7.5 L/min

شکل 29- شرایط توصیه شده برای عنصر مورد نظر

2-12- بررسی حساسیت¹ دستگاه

قبل از شروع آنالیز Sensitivity Check را برای غلظت تعیین شده در این قسمت با استاندارد تهیه شده بیازمایید. چنانچه مقدار جذب دستگاه نزدیک مقدار جذب Recommended Conditions بود، می‌توانید آنالیز را شروع کنید. با استفاده از بررسی Sensitivity Check، اپراتور می‌تواند تعیین کند که پارامترهای مؤثر بر جذب بهینه شده‌اند یا نه. چنانچه مقدار جذب خیلی اختلاف داشت گزینه‌های زیر را به ترتیب بررسی نمایید:

1- Sensitivity Check

1- تنظیم نمودن شعله¹: قبلاً توضیح داده شد.

2- تنظیم جریان نبولایزر (مقدار مکش نمونه): با چرخاندن پیچ نبولایزر می-

توانید سرعت مکش نمونه را کنترل و بهینه نمایید. پیچ تنظیم جریان نبولایزر در شکل 30 نشان داده شده است.



شکل 30- پیچ تنظیم جریان نبولایزر

3- تمیز کردن Burner Head: برای تمیز کردن Burner Head از مخلوط آب و

مایع ظرفشویی استفاده نمایید. چنانچه آلودگی زیاد بوده و تمیز نشد، یک‌شب در محلول اسید نیتریک 3 درصد قرار دهید تا تمیز شود. قبل از اینکه Burner Head را درون اسید 3 درصد قرار دهید نوار شناسایی مغناطیسی آن را حتماً بازکنید تا آسیب نبیند (شکل 31).

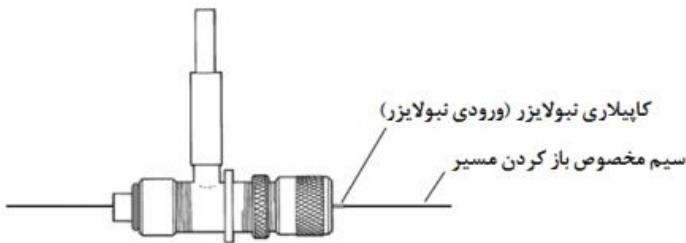
برای باز کردن Burner Head، اهرم قرارگرفته در پشت فندک را به سمت چپ حرکت داده و همزمان با دست راست Burner Head را به سمت بالا کشیده و از جایگاه خارج نمایید.



نوار شناسایی مغناطیسی

شکل 31- باز کردن Burner head دستگاه جذب اتمی شعله و (1) اهرم جداکننده

4- تمیز کردن نبولایزر: چنانچه مسیر نبولایزر گرفته باشد، برای تمیز کردن نبولایزر از قطعه سیمی که روی متعلقات دستگاه است استفاده نمایید. با استفاده از قطعه سیم مسیر نبولایزر را باز نمایید (شکل 32).



شکل 32- چگونگی رفع گرفتگی نبولایزر

5- نسبت اکسیدان به سوخت: در پنجره Flame Control می‌توانید نسبت سوخت و اکسیدان را تغییر دهید (شکل 33).



شکل 33- تنظیم نسبت اکسیدان به سوخت

6- تهیه دوباره استانداردها: شاید در مرحله ساخت استانداردها خطایی رخ داده باشد. استانداردها را دوباره با دقت تهیه نمایید. حتماً از ظروف و پیپت‌های اسید شویی شده استفاده نمایید.

2-13- شستشوی مهره برخورد و اسپویلر

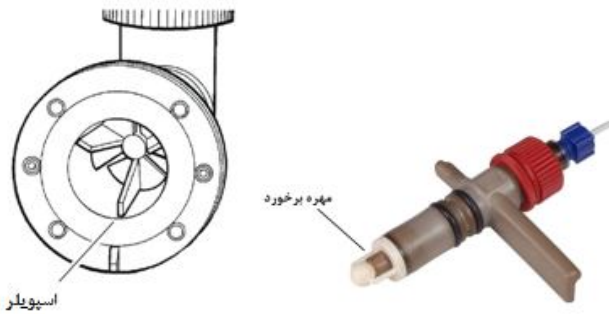
چنانچه نمونه‌ای با غلظت بالا آنالیز نمودید. لازم است اتاقک مهپاش¹ را باز نموده و مهره برخورد² و اسپویلر³ را شستشو دهید. برای باز کردن اتاقک مهپاش و شستشوی قطعات آن، دو گیره دو سمت اتاقک مهپاش را باز کرده و سپس اتاقک را باز نمایید (شکل 34).

1- Spray Chamber
2- Glass Bead
3- Spoiler



شکل 34- گیره‌های بازکننده اتاقک مهپاش

پس از شستشو اسپویلر را به حالت ساعت 6 در جایگاه آن قرار دهید. مهره بر خورد در شکل زیر نشان داده شده است (شکل 35).



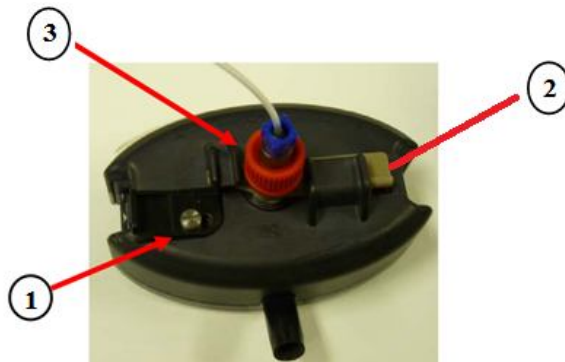
شکل 35- مهره برخورد و اسپویلر

چنانچه بخواهید اتاقک مهپاش را به صورت یکجا از دستگاه باز کرده و خارج کنید با فشردن دکمه سفیدرنگ و جابجایی اهرم پایین آن به سمت راست، اتاقک مهپاش از حالت قفل خارج می‌شود.



شکل 36- جدا کردن اتاقک مهپاش از دستگاه، (1) مهره سفید و (2) اهرم جداکننده

برای باز کردن نبولایزر طبق شکل 37 ابتدا اهرم (شماره 1) را به سمت چپ کشیده و سپس بازوی نبولایزر (شماره 2) را 90 درجه به سمت چپ بچرخانید تا از جایگاه خارج شود و سپس پیچ تنظیم نبولایزر (شماره 3) را به سمت بیرون بکشید.



شکل 37- چگونگی باز کردن نبولایزر

2-14- آنالیز

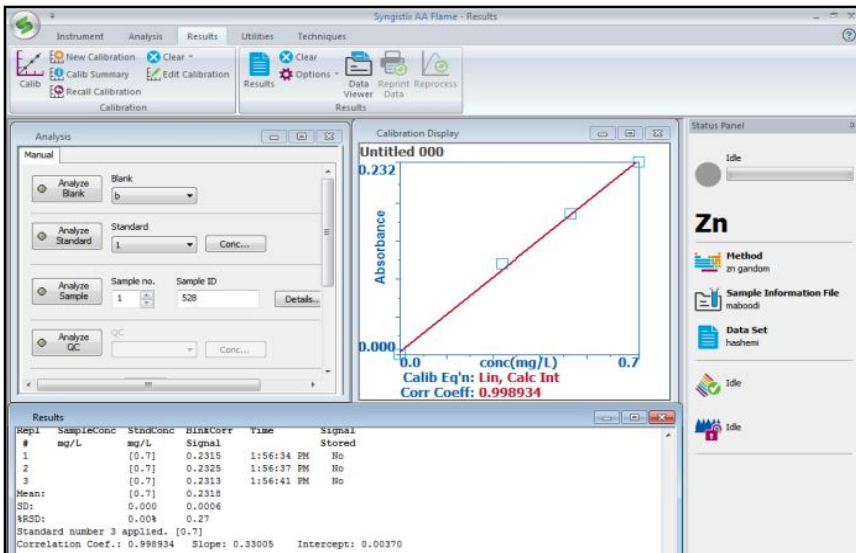
برای شروع آنالیز این گونه عمل کنید:

1. از منوی نرم افزار دستگاه، گزینه Analysis را انتخاب نمایید تا پنجره Analysis باز شود (شکل 38).

2. برای انجام کالیبراسیون و تنظیم جذب صفر، محلول استاندارد صفر (شاهد¹) را به دستگاه داده و روی گزینه Analyze Blank کلیک نمایید.
 3. محلول‌های استاندارد را به ترتیب از رقیق به غلیظ به دستگاه داده و هر بار روی گزینه Analyze Standard آنالیز کلیک نمایید و صبر کنید تا قرائت انجام شود.
 4. برای مشاهده منحنی کالیبراسیون رسم شده (نمودار جذب برحسب غلظت)، در بخش Results نرم‌افزار، روی گزینه Calib کلیک نمایید. منحنی کالیبراسیون را مشاهده و کنترل نمایید. برای مشاهده نتایج کالیبراسیون پنجره Results را باز کنید.
 5. چنانچه منحنی کالیبراسیون مورد تأیید بود، نمونه‌های موردنظر را به ترتیبی که در قسمت Sample Info وارد کرده‌اید به دستگاه داده و هر بار روی گزینه Analyze Sample برای آنالیز نمونه موردنظر کلیک نموده و صبر نمایید تا قرائت انجام شود.
 6. نتایج آنالیز در قسمت Results نرم‌افزار قابل مشاهده هستند.
 7. برای اطمینان از نتایج، در بین نمونه‌ها، نمونه کنترل کیفی² (یکی از استانداردهای کالیبراسیون) دوباره آنالیز شود. پس از اینکه نمونه کنترل کیفی را به دستگاه دادید، روی گزینه Analyze QC کلیک و صبر نمایید تا قرائت انجام شود.
- در قسمت Sample Info نرم افزار دستگاه، می‌توان پارامترهای فرآوری نمونه از جمله وزن نمونه و ضریب رقیق سازی را وارد نمود تا در نتایج اعمال نماید و خطای اپراتور در محاسبات را از بین ببرد. نتایج آنالیز در قسمت در قسمت Results قابل مشاهده هستند.

1- Blank

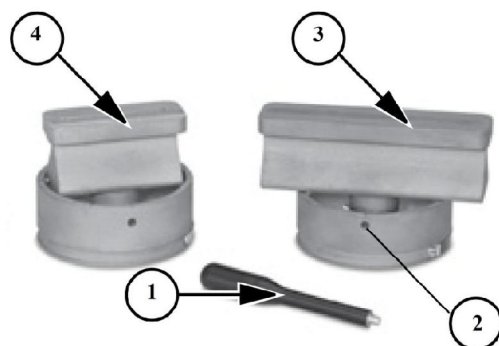
2- Quality Control Sample (QC Sample)



شکل 38- محیط کار و پنجره‌های مورد نیاز هنگام آنالیز

هنگامی که غلظت نمونه‌ها خارج از محدوده ناحیه خطی منحنی کالیبراسیون می‌افتد، راه حل چیست؟

- 1- ساده‌ترین راه برطرف کردن این مشکل، رقیق کردن محلول نمونه است. البته با رقیق کردن مقدار خطا بسیار افزایش می‌یابد.
- 2- راه دیگر استفاده از طول موج دیگری است که ناحیه خطی وسیع‌تری داشته باشد. برای استفاده از طول موج دیگر، به منحنی کالیبراسیون جدیدی نیاز است.
- 3- راه مناسب‌تر چرخاندن مشعل برای کاستن طول مسیر و در نتیجه کاهش مقدار جذب است که آن را به قسمت خطی منحنی کالیبراسیون برمی‌گرداند (شکل 39). پس از چرخش مشعل، منحنی کالیبراسیون جدید رسم شده و سپس نمونه‌ها آنالیز می‌شوند.

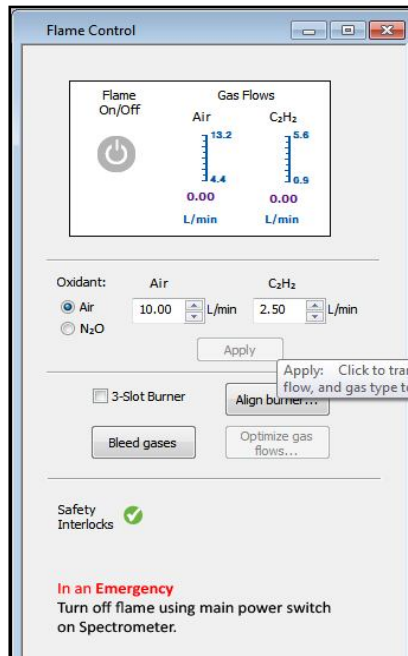


شکل 39- چگونگی چرخاندن Burner Head 1 (آچار، 2) محل قرار گرفتن آچار برای چرخش، (3) قبل از چرخش طول مسیر جذب 10 cm و (4) پس از چرخش، طول مسیر جذب 5 cm.

2-15- خاموش کردن دستگاه

پس از اتمام آنالیز، محلول 3% نیتریک اسید برای شستشو Spray Chamber و متعلقات آن به دستگاه داده شود. سپس Burner Head را حتماً توسط کارت ویزیت تمیز کنید. در پایان هفته و یا پس از آنالیز نمونه‌هایی که آلوده هستند (مانند کودها) Burner Head را باز کرده و شستشو دهید.

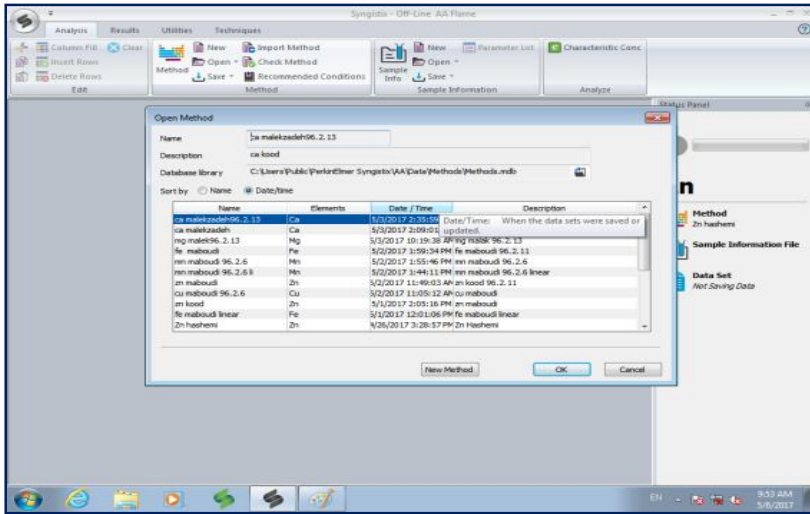
بعد از پایان کار لامپ دستگاه را خاموش نمایید. سپس از پنجره Flame Control با کلیک بر روی گزینه On/Off شعله را خاموش نمایید (شکل 40). قبل از خاموش کردن دستگاه جذب اتمی در تکنیک شعله، لازم است استیلن موجود در کلیه مسیرها را خارج کنید. برای این کار ابتدا خروجی کپسول یا رگلاتور استیلن را ببندید. سپس از روی نرم افزار، دکمه Bleed gases را در منوی Instrument یا پنجره Flame Control بزنید. صدای خارج شدن استیلن به مدت حدود 15 ثانیه شنیده می‌شود و سپس قطع می‌شود. سپس نرم افزار را بسته و دستگاه را خاموش نمایید.



شکل 40- پنجره کنترل شعله

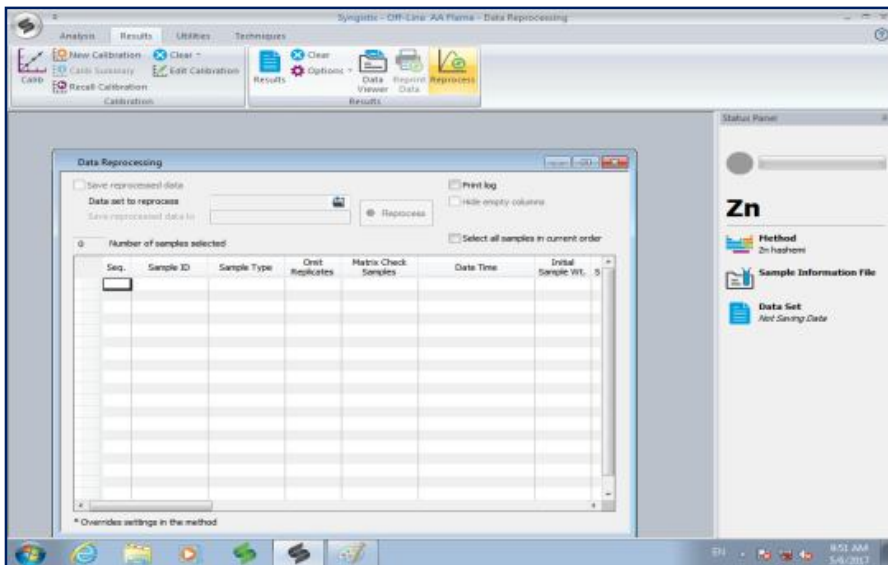
2-16- بازپردازش¹ نتایج

هنگامی که می‌خواهید روی داده‌ها پردازش انجام دهید، از بخش Off-line نرم افزار استفاده نمایید. بخش Off-line نرم افزار روی Desktop کامپیوتر قرار دارد. پس از اینکه نرم‌افزار باز شد، ابتدا روش مورد نظر خود را با کلیک بر روی گزینه Open از قسمت Method باز کنید (شکل 41).



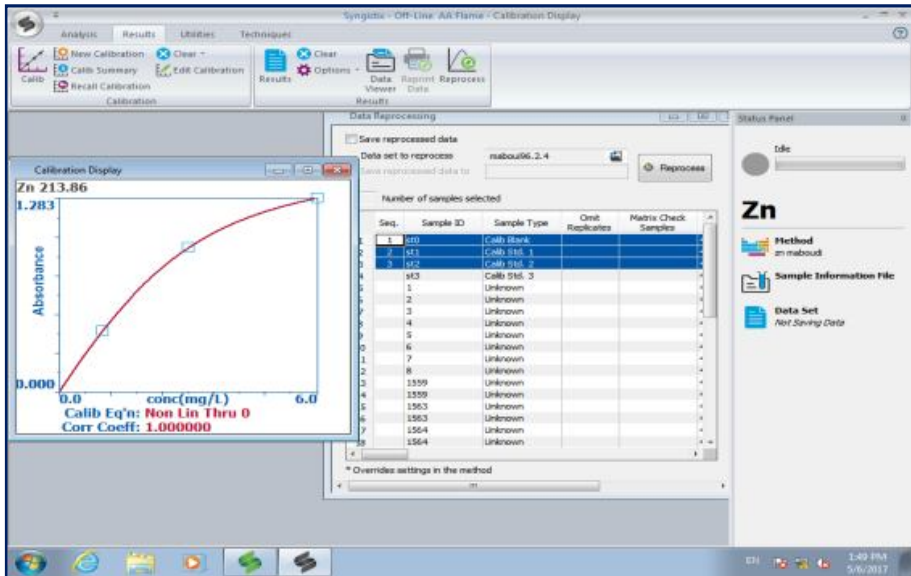
شکل 41- باز کردن روش مورد نظر

برای پردازش نتایج، از قسمت Results، گزینه Reprocess را انتخاب نمایید. با کلیک بر روی پوشه، نتایج مورد نظران را باز کنید (شکل 42).



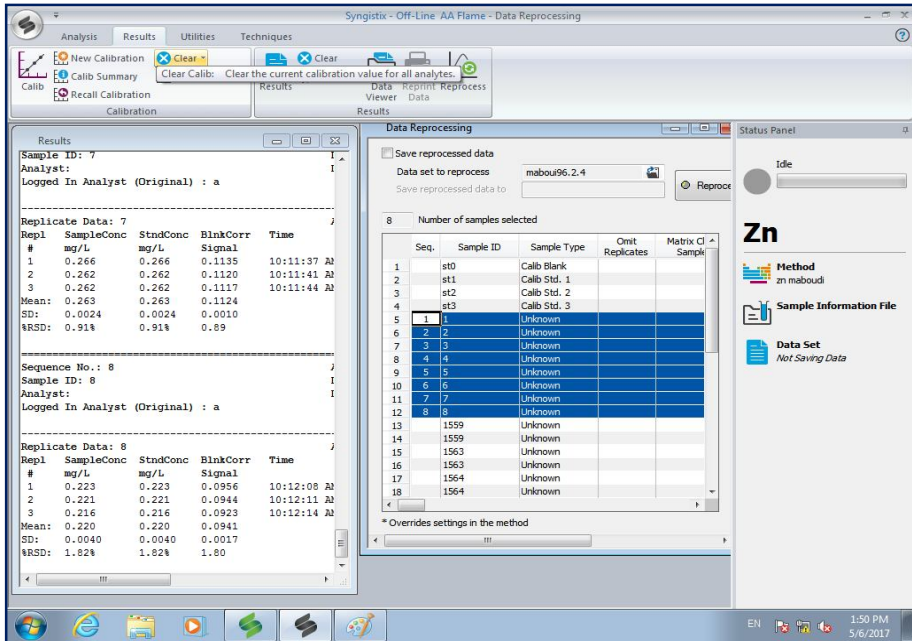
شکل 42- پنجره باز پردازش نتایج

با انتخاب استانداردهای موردنظر، روی گزینه Reprocess کلیک کرده تا منحنی واسنجی رسم شود (شکل 43).



شکل 43- بازپردازش نتایج و رسم منحنی واسنجی

نتایج مورد نظران را انتخاب کرده و سپس روی گزینه Reprocess کلیک کنید تا نتایج جدید با کالیبراسیون رسم شده بدست آیند (شکل 44).



شکل 44- بازپردازش نتایج

2-17- مراحل انجام آنالیز با دستگاه جذب اتمی

- 1- قبل از روشن کردن دستگاه، لامپ هالوکاتد یا لامپ تخلیه بدون الکتروود عنصر مورد نظر را در یکی از جایگاه‌های لامپ، نصب کنید.
- 2- دستگاه و کامپیوتر را روشن کنید.
- 3- کپسول را باز کنید.
- 4- فن خروجی¹ را روشن کنید.
- 5- روی آیکن نرم افزار دستگاه کلیک کنید تا صفحه نرم افزار باز شده و اتصال بین دستگاه و نرم افزار برقرار شود.
- 6- تکنیک (Flame, MHS) مورد نظر خود را از منوی Technique انتخاب نمایید.

1- Exhaust Fan

- 7- یک روش (Method) برای آنالیز مورد نظرتان ایجاد کنید (توضیح کامل در صفحات قبل).
- 8- لامپ عنصر مورد نظر را از منو Instrument روشن کنید و صبر کنید تا لامپ گرم شود.
- 9- شعله را روشن کنید.
- 10- شعله را تنظیم کنید (توضیح در صفحات قبل).
- 11- شرایط آنالیز را بهینه کنید. یک محلول مرجع را آنالیز نموده و Sensitivity Check را ارزیابی نمایید. با استفاده از بررسی Sensitivity Check، اپراتور می تواند تعیین کند که پارامترهای موثر بر جذب بهینه شده اند یا نه.
- 12- محلول های نمونه، نمونه QC¹ و نمونه Check و محلول های استاندارد را آماده نمایید.
- 13- از منوی Analysis قسمت Sample Information را تکمیل کنید.
- 14- برای انجام آنالیز ابتدا محلول های استاندارد را به دستگاه بدهید تا منحنی کالیبراسیون رسم شود. چنانچه کالیبراسیون مورد تایید بود، محلول های نمونه را آنالیز کنید.
- 15- پس از اتمام آنالیز شعله را خاموش نمایید.
- 16- لامپ دستگاه را خاموش نمایید.
- 17- بعد از پایان کار و قبل از خاموش کردن دستگاه جذب اتمی در تکنیک شعله، لازم است استیلن موجود در کلیه مسیرها را خارج کنید. برای این کار خروجی کپسول یا رگلاتور استیلن را ببندید و از روی نرم افزار، دکمه Bleed gases را در منوی Instrument بزنید. صدای خارج شدن استیلن به مدت حدود 15 ثانیه شنیده و سپس قطع می شود.
- 18- فن خروجی و دستگاه را خاموش کنید.
- 19- سر مشعل را توسط کارت ویزیت حتماً تمیز کنید.

بخش سوم: موارد ایمنی کار با دستگاه جذب اتمی شعله

3-1- نکات ایمنی شعله

- 1- شعله، تشعشع شدید UV دارد از این رو درب قسمت اتم ساز همیشه بسته باشد و در هنگام ارزیابی شعله از عینک محافظ UV استفاده شود.
- 2- هیچ‌گاه محلول‌ها و حلال‌های قابل اشتعال و بسیار فرار را نزدیک شعله قرار ندهید.
- 3- لطفاً به ظرف تخلیه فقط به چشم یک مخزن فاضلاب نگاه نکنید. آن را مرتب تخلیه کنید، مخصوصاً اگر به‌تناوب از حلال‌های آلی و معدنی استفاده می‌کنید. مراقب باشید حلقه تخلیه آن کثیف نشود و همیشه با 250 سی‌سی آب پر باشد. برای حفظ محیط‌زیست محلول‌های حاوی فلزات سنگین خیلی مضر مانند جیوه، آرسنیک، سرب، برلیوم، کادمیم و ... را از بقیه پساب‌ها جدا کرده و به‌طور مؤثر نگهداری یا از بین ببرید.
- 4- کمپرسور هوا در بازه‌های زمانی مناسب حتماً تخلیه شود. در مناطق مرطوب این تخلیه هفته‌ای یک‌بار و در مناطق خشک دو یا سه هفته یک‌بار تخلیه انجام شود. حتماً سر راه کمپرسور فیلتر رطوبت نصب شود.
- 5- بعد از پایان کار و قبل از خاموش کردن دستگاه جذب اتمی در تکنیک شعله، لازم است استیلین موجود در کلیه مسیرها را خارج کنید.
- 6- هنگام آنالیز محلول‌های حاوی یون سیانید (CN⁻)، pH محلول ظرف تخلیه حتماً باید بیشتر از 10 باشد.

3-2- موارد ایمنی کار با پرکلریک اسید

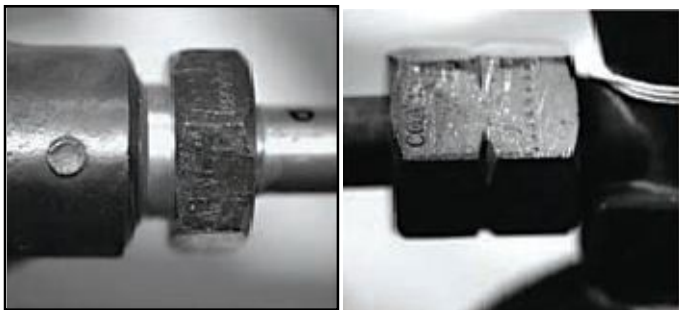
برای هضم نمونه‌های خاک به روش چهار اسید و بعضی از آماده‌سازی‌های دیگر از پرکلریک اسید استفاده می‌شود. آسپیریشن این اسید و سایر پرکلرات‌ها در شعله نیتروز اکساید- استیلین، می‌تواند سبب انفجار و Flash back شود. برای کاهش خطر استفاده از پرکلرات‌ها به موارد زیر دقت شود:

- 1- در بسیاری از موارد می‌توان از آب‌اکسیژنه (H_2O_2) به جای آن استفاده کرد.
- 2- در صورت امکان از شعله‌ی هوا - استیلن استفاده شود.
- 3- غلظت کمتری از پرکلریک اسید در مراحل هضم استفاده شود.
- 4- مدت زمان قرائت هر نمونه و فاصله بین قرائت هر نمونه تا حد ممکن کوتاه شود.
- 5- بین نمونه‌ها آب آسپیره شود.
- 6- تیوب نمونه در هوا نماند (در بین آنالیز نمونه‌ها هوا آسپیره نشود).
- 7- برای آنالیز نمونه‌های آلی، از سیستم ورودی (Spray Chamber, Liquid Trap) جداگانه استفاده شود تا این دو باهم مخلوط نشوند.

3-3- موارد ایمنی کار با کپسول گاز فشرده

3-3-1- رگلاتور گاز

رگلاتور مهم‌ترین دستگاه ایمنی کپسول است که قبل از استفاده از کپسول بر روی آن نصب می‌شود. رگلاتور، فشار بالای کپسول را به میزان موردنیاز کاهش می‌دهد. رگلاتورها برای اتصال مستقیم به کپسول طراحی شده‌اند، لذا از نصب اتصالات اضافی، زدن نوار تفلون و مواد روان‌کننده هنگام نصب رگلاتور به کپسول خودداری شود. توجه کنید که بعضی از رگولاتورها مثل هیدروژن، استیلن و گازهای سوختی چپ‌گرد هستند. اکثر رگولاتورها مثل آرگون، هلیوم و ... راست‌گرد هستند (شکل 45).



راست‌گرد (رگلاتور گازهای غیرقابل اشتعال) چپ‌گرد (رگلاتور گازهای قابل اشتعال)

شکل 45- تفاوت رگلاتور گازهای قابل اشتعال و غیرقابل اشتعال

3-3-2- دستورالعمل بستن رگولاتور به کپسول گاز**3-3-2-1- وسایل موردنیاز برای بستن رگلاتور گاز**

- البسه ایمنی شامل لباس کار و دستکش صنعتی
- کپسول گاز فشرده و پر
- درپوش کپسول گاز
- وسیله نگهدارنده کپسول گازی مجهز به تسمه یا زنجیر ایمنی
- رگلاتور سالم و مناسب کپسول گازی انتخاب شده
- آچار مناسب برای بستن رگلاتور به کپسول گاز
- کپسول آتش‌نشانی

3-3-2-2- مراحل بستن رگلاتور گاز

- مراحل بستن رگلاتور به کپسول گاز فشرده با توجه به شکل 46 به شرح زیر است:
- شیر خروجی رگولاتور (شیر A) را چک کنید که بسته باشد (در جهت عقربه‌های ساعت بسته می‌شود).
 - شیر کنترل جریان (شیر B) را چک کنید که بسته باشد (در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بسته می‌شود).
 - با دست رگولاتور را به کپسول ببندید، سپس با آچار مخصوص محکم کنید. در ضمن بیش از حد رگولاتور را محکم نبندید و از تفلون به دلیل نشتی و خطا در فشارسنج استفاده نکنید.
 - به آهستگی برخلاف جهت عقربه‌های ساعت شیر گاز را باز کنید تا فشار داخل کپسول (فشارسنج C) نشان داده شود.
 - شیر متصل به کپسول گاز (شیر B) را به آهستگی باز نمایید تا صدای ناشی از خروج گاز را شنیده و افزایش فشار را در فشارسنج مشاهده نمایید و فشار رگولاتور (فشارسنج D) به مقدار مطلوب برسد.
 - شیر خروجی رگولاتور (شیر A) را باز کنید شما می‌توانید جریان گاز را با این شیر تنظیم کنید.



شکل 46- رگلاتور گازی

➤ با استفاده از کف صابون، نشتی در قسمت اتصالات را بیازمایید (شکل 47).



شکل 47- آزمودن نشتی بعد از بستن رگلاتور

3-3-3- موارد ایمنی کار با کپسول استیلن

1- حتماً فشار خروجی رگلاتور استیلن را کمتر از 100 KPa ($1 \text{ bar} = 14.5 \text{ psi}$) تنظیم کنید (شکل 46- فشارسنج D). استیلن در فشار کمی بالاتر از این عدد (بیش از 105 KPa) کپسول به‌طور خودبخودی منفجر می‌شود؛ از این رو لازم است از رگلاتور

معتبر کالیبره شده استفاده شود. معمولاً دامنه فشار کاری (فشار سنج D) دستگاه‌ها بین 0/9-1/0bar است که در پشت دستگاه نوشته می‌شود.

2- حتماً از اتصالات و شلنگ‌های تأیید شده برای کار با استیلین استفاده کنید. از آنجایی که استیلین با Hg, Ag, Cu، گازهای کلره و انواع روغن‌ها و گریس‌ها شدیداً واکنش می‌دهد لازم است از مواجهه‌ی این گاز با مواد ذکر شده جلوگیری کرد. اتصالات شلنگ‌ها و جنس مواد داخل رگلاتورها از جمله مواردی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند؛ از این رو به هیچ‌عنوان از تیوب مسی یا اتصالات برنجی که بیشتر از 65% مس دارند نباید استفاده کنید.

3- برای پایدار ماندن استیلین داخل کپسول‌ها، آن را در استون حل می‌کنند.

پس از استقرار کپسول استیلین به مدت حداقل 4 ساعت، استون ته‌نشین شده و کپسول آماده‌ی بهره‌برداری می‌شود. اگر فشار داخل کپسول (فشارسنج C)، کمتر از 7 (700 KPa bar = 100 psi) شود یا مصرف آن بیشتر از 1/7 محتویات سیلندر در ساعت شود، استون موجود در کپسول به همراه استیلین وارد دستگاه می‌شود و مشکلات زیر را به وجود می‌آورد:

■ شرایط Burner را به هم زده و طبعاً نتایج را تحت تأثیر قرار دهد (افزایش تدریجی نسبت سوخت به اکسیدان).

■ O-ring ها، آب‌بندها (Sealing) و تمام مواد پلاستیکی و پلیمری موجود در ورودی اتاقک مه‌پاش و Gas box را از بین می‌برد.

■ می‌تواند باعث پس زدن شعله هم شود.

پس چنانچه فشار داخل کپسول کمتر از 7 bar شد نسبت به تعویض کپسول اقدام نمایید.

4- از کپسول‌های با انواع حلال غیر از استون استفاده نکنید.

3-3-4- موارد ایمنی کار با کپسول N_2O (نیتروز اکساید)

- 1- گاز N_2O با روغن یا گریس و انواع چربی واکنش داده و خودبه‌خود آتش می‌گیرد. اتصالات مربوط به شلنگ و رگلاتور نباید آغشته به این مواد باشد. حتماً دهانه‌ی کپسول این گاز را (که گهگاه به مواد سیاه چرب آغشته است) قبل از نصب رگلاتور، با دستمال تمیز خشک، کاملاً پاک کنید.
- 2- رگلاتور این گاز از همان ابتدای استفاده شروع به یخ زدن می‌کند و به‌مرور فشار خروجی آن کم می‌شود و آنالیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در بعضی موارد باعث پس زدن شعله می‌شود. از این رو نیاز است برای این رگلاتور از گرماسازهای موجود استفاده شود.
- 3- تا آنجا که ممکن است این کپسول از سایر کپسول‌های قابل اشتعال مانند استیلن و هیدروژن دورنگه داشته شود. نشتی احتمالی این کپسول به‌عنوان اکسند قوی با نشتی کپسول‌های کاهنده سبب انفجار می‌شود.

3-3-4- عوامل مؤثر در پس زدن¹ شعله

- به یکی از دلایل زیر شعله به داخل اتاقک مهپاش² کشیده می‌شود و داخل آن با صدای مهیبی منفجر می‌شود.
- 1- گرفتگی سر مشعل³: کثیف بودن سر مشعل باعث می‌شود که جریان آرام داخل اتاقک مهپاش، نتواند بیرون رفته و بسوزد و در نتیجه شعله را به داخل آن می‌کشد؛ از این رو با کارت‌های کاغذی و وسایل توصیه‌شده دستگاه، سر مشعل را مرتباً تمیز کنید. دندان‌دندان شدن سر مشعل نشانگر کثیف شدن آن است.
 - 2- استفاده از سر مشعل‌های اشتباه و بسیار کارکرده. چون ضخامت شکاف سر مشعل مربوط به شعله هوا-استیلن بیشتر از نیتروزاکساید-استیلن است، استفاده اولی به‌جای دومی شعله را به داخل می‌کشد. البته این مدل دستگاه قادر به تشخیص نوع سر مشعل‌ها بوده و این اشتباه دیگر رخ نمی‌دهد؛ اما بانظافت مداوم و خشن (باید مطابق با

1- Flashback
2- Spray Chamber
3- Burner Head

- دستورالعمل توصیه شده انجام شود) سر مشعل‌ها، به تدریج گشادشدن شکاف اتفاق می‌افتد و امکان اینکه شعله به داخل کشیده شود، افزایش می‌یابد.
- 3- کثیف بودن اتاقک مهپاش و متعلقات آن. اگر پس از اتمام آنالیز شستشو با محلول 3% نیتریک اسید به خوبی انجام نشود، به مرور جداره‌ی داخلی اتاقک مهپاش، اسپویلر و مهره برخورد¹ رسوب می‌گیرد و جریان آرام موردنیاز را به جریان آشفته تبدیل می‌کند و در بعضی موارد شعله را به داخل می‌کشد.
- 4- خراب شدن حلقه‌های ورودی به اتاقک مهپاش و شعله. باز و بسته کردن‌های زیاد و کشیده شدن استون به داخل دستگاه به مرور این قطعات را خورده و مستهلک می‌کند و باعث ایجاد نشتی و فشار خروجی درجایی غیر از مشعل شده و شعله را به داخل می‌کشد.
- 5- آنالیز محلول‌های قلیایی (هیدروکسیدی و آمونیاکی) حاوی مقادیر زیاد Ag و Cu، تولید استیلیدهایی می‌کند که خودبه‌خود تجزیه می‌شوند (متلاشی می‌شوند) و شعله را به داخل می‌کشند.
- 6- سایر موارد مانند استفاده از کپسول‌های اکسیژن بجای هوا یا استفاده از پرکلرات‌ها.

4- منابع

1. اسگوگ، هالر، نیمن، اصول تجزیه دستگاهی، 1382، ترجمه: عبدالرضا سلاجقه، چاپ اول، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، جلد اول.
2. لاژونن، تجزیه اسپکتروشیمیائی بوسیله جذب و نشر اتمی، 1376، ترجمه: جمشید منظوری لشکر، انتشارات دانشگاه تبریز.
3. Perkin Elmer, Analytical methods for atomic absorption spectroscopy, Manual, 1-300.
4. Perkin Elmer, Burner system atomic absorption spectrometer, Users Guide, 1-128.
5. Perkin Elmer, Syngistix for AA, Software Guide, 1-186.