المحاضرة السابعة

مقرر كيمياء تحليل الأجهزة

المستوى الرابع

(برنامج الأراضى والمياه)

أجهزة قياس انبعاث الطيف بالبلازما
Plasma Emission Spectrometers

- **1- الأساس النظرى :**

تعرف البلازما بأنها الجزء أو المنطقة من غاز الأرجون الخامل المتدفق التى يتواجد فيها هذا الغاز فى كل من الحالة الأيونية والحالة المتعادلة كهربيا لذلك فأن منطقة البلازما تكون خليطا من الألكترونات والجسيمات المتعادلة والأيونات.

وفى أجهزة قياس انبعاث الطيف فى البلازما يتأين غاز الأرجون أثناء تدفقه خلال أنبوبة من الكوارتز بتعريضه لشرارة كهربية قوية جدا فى مجال كهربى قوى ذو ذبذبة عالية فينطلق تيار من الألكترونات وتنتج الأيونات ويصبح الغاز موصلا للتيار الكهربى ويستكمل تسخين الغاز ورفع درجة حرارته بشدة بعد تأينه اما بالحث الحرارى الكهربى نتيجة توليد تيارات كهربية حثية خلال الغاز المتأين أو يتم التسخين بأستخدام تيار مستمر ويطلق على ذلك التسخين بالتيار المستمر وفى كلتا الحالتين فأن درجة الحرارة فى البلازما يمكن أن تصل الى 10000 درجة مئوية. ويكون شكل البلازما مشابها لشكل لهب الشمعة الا أنها ليست لهبا حقيقيا ويكون لونها محمرا.

- **ويعتمد التقدير بأستخدام أجهزة انبعاث الطيف بالبلازما على أستثارة الذرات بأسخدام الطاقة الحرارية للحصول على طيفها المميز وقياسه.**

<u>الفرق بين جهاز مطياف البلازما Plasma Emission Spectrometersوجهاز مطياف اللهب Flame photometer :</u>

1- أن الطاقة الحرارية فى جهاز مطياف البلازما تصل الى 10000 درجة مئوية بينما لا تتعدى درجة حرارة اللهب فى أجهزة مطياف اللهب 3000 درجة مئوية.

2- تقنية قياس الطيف الناشئ فى البلازما تجمع بين السهولة والمرونة التى يتميز بها جهاز مطياف اللهب الى جانب درجة الحرارة العالية جدا التى تستخدم تحت ظروف عدم وجود أكسجين التى تؤدى الى أستثارة الذرات دون أن تتكون أكسيدات العناصر فى البلازما ونتيجة لذلك فأنه بأستخدام تقنية البلازما فى أستثارة الذرات يمكن تقدير جميع العناصر الفلزية زاللافلزية بتركيزات صغيرة جدا وبدرجة عالية من الحساسية والدقة حيث تؤدى الطاقة الحرارية العالية الى أستثارة نسبة كبيرة من الذرات فى جميع العناصر عالية التكافؤ التى يصعب أستثارتها بأستخدام لهب جهاز مطياف اللهب.

- **أستخدام أجهزة الأنبعاث الطيفى بالبلازما :**

تقدير جميع عناصر التربة التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة وعناصر المغذيات الصغرى والعناصر الثقيلة وذلك بسرعة ودقة كبيرتين.

تقنيات توليد وتسخين البلازما :

يبدأ توليد البلازما فى أجهزة قياس الطيف بالبلازما بأطلاق شرارة كهربية عالية الطاقة جدا خلال غاز الأرجون ويؤدى ذلك الى أنتاج أيونات والكترونات ويصبح الغاز موصلا للتيار الكهربى ثم يستكمل تسخين الغاز المتأين ورفع درجة حرارته الى درجة عالية جدا تصل الى 6000 – 10000 ْم خلال البلازما **مع الأبقاء عليها عند هذه الدرجة بأستخدام أحد النظامين:**

1- نظام تسخين البلازما بتيار كهربى مستمر Direct current plasma (DCP)

- بعد تأين غاز الأرجون بأستخدام شرارة عالية الطاقة يتم تسخين البلازما بأستخدام تيار كهربى مستمر شدته 50 أمبير ويمر بين قطبين وحديثا تستخدم ثلاثة أقطاب على شكل حرف Y ويكون مصدر الألكترونات هو الجرافيت أو التنجستون ونظرا لأن المسافة بين الأقطاب تحتاج غالبا الى ضبط دقيق ولأن الأقطاب تكون مصدر للتداخل الطيفى عند القياس فأن هذا النظام لم يعد شائعا. لذلك يستعمل فى معظم الأجهزة التقنية التالية للأبقاء على درجة حرارة البلازما عالية.

2- نظام الحث الكهربى الحرارى المزدوج للبلازما Inductively coupled plasma (ICP)

يستخدم فى هذا النظام ملف كهربى يسمى (ملف الحث الكهربى الحرارى) ويتكون هذا الملف من لفتين أو ثلاث لفات من النحاس ويكون محيطا بمنطقة تدفق الغاز من أعلى وخلال هذا الملف يمر تيار كهربى متردد عالى الذبذبة جدا (27,12 ميجا هرتز) ويؤدى ذلك الى توليد تيارات حثية خلال غاز الأرجون تؤدى الى تسخينه فى منطقة ظهور البلازما الى درجة حرارة عالية والأبقاء عليها عالية وثابتة طوال فترة تشغيل الجهاز وتتراوح قوة الطاقة الكهربية المستعملة فى هذا النظام بين 1 – 3 كيلو وات وهذا القدر من الطاقة الكهربية يزيد كثيرا عن الطاقة المستهلكة فى أنتاج والأبقاء على البلازما ساخنة لذلك يتم التخلص من الطاقة الزائدة بأستخدام دورة تبريد مائى فى وحدة توليد وتسخين البلازما.

- **أنواع أجهزة قياس الطيف الناشئ فى البلازما :**

1- مطياف بلازما التيار المستمر (بها بعض المشاكل سبق ذكرها وغير شائعة)

2- مطياف البث المزدوج للبلازما ICP (هى الأكثر شيوعا فى مختبرات التحليل)

- **تركيب وطريقة عمل مطياف البث المزدوج للبلازما (ICP):**

1- وحدة أنتاج البلازما وادخال العينة الى البلازما:

- **وتتكون من : أ- مولد للتيار الكهربى القوى والعالى الذبذبة:**

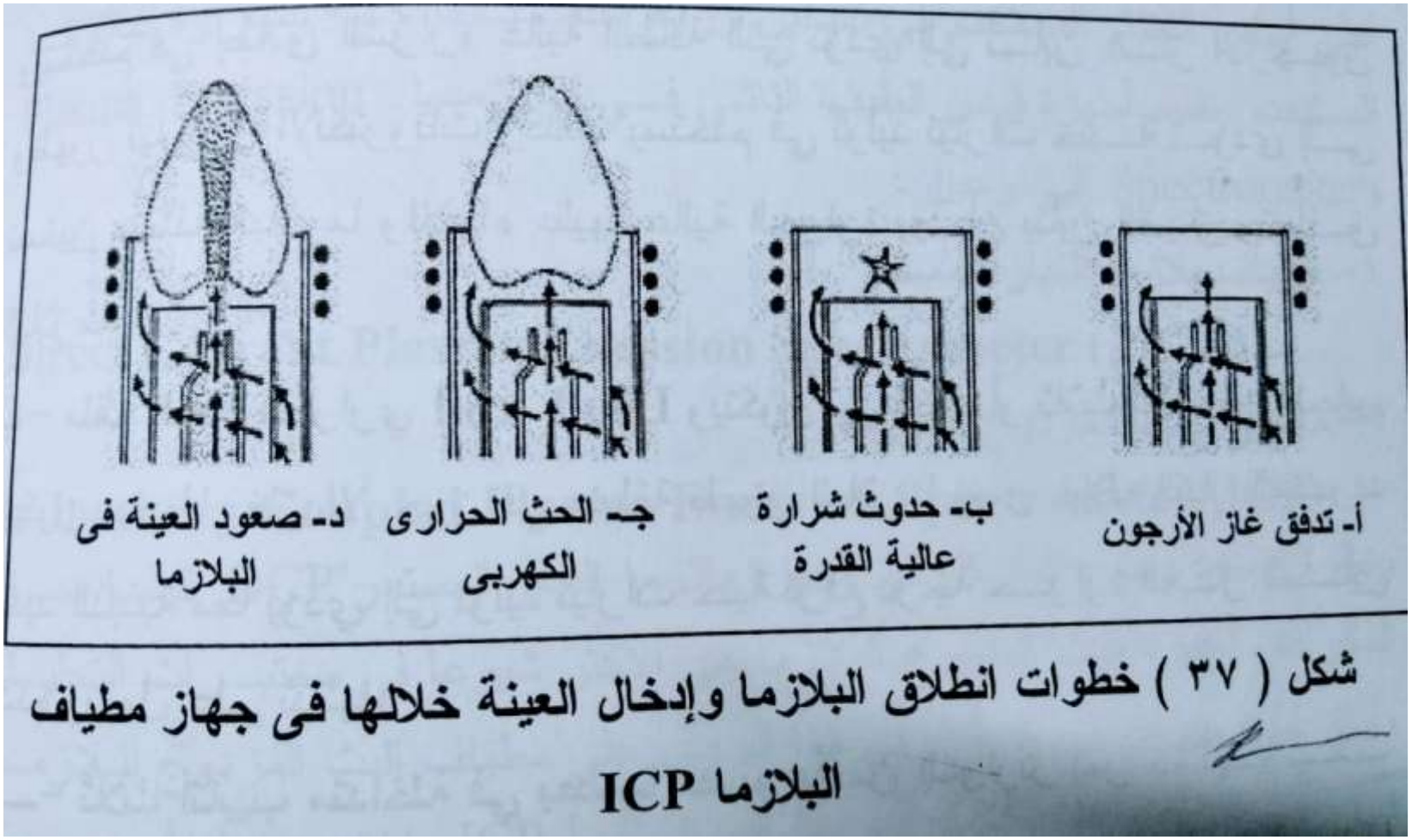
ويستخدم فى أطلاق الشرارة عالية الطاقة التى تؤدى الى تأين غاز الأرجون وظهور تيار من الألكترونات وكذلك يستخدم فى توليد تيارات حثية تؤدى الى تسخين منطقة البلازما والأبقاء عليها عالية الحرارة بعد أن يتأين الغاز وتنطلق البلازما.

- **ب- ملف الحث الحرارى:**

ويتكون من لفتين أو ثلاث لفات من النحاس ويكون محيطا بغاز الأرجون فى منطقة ظهور البلازما ويمر خلاله التيار المتردد شديد الذبذبة مما يؤدى الى توليد تيارات حثية ترفع درجة حرارة الغاز المتأين بشدة وتعمل على ثباتها.

- **ج- ثلاث أنابيب متداخلة فى بعضها مصنوعة من الكوارتز :**

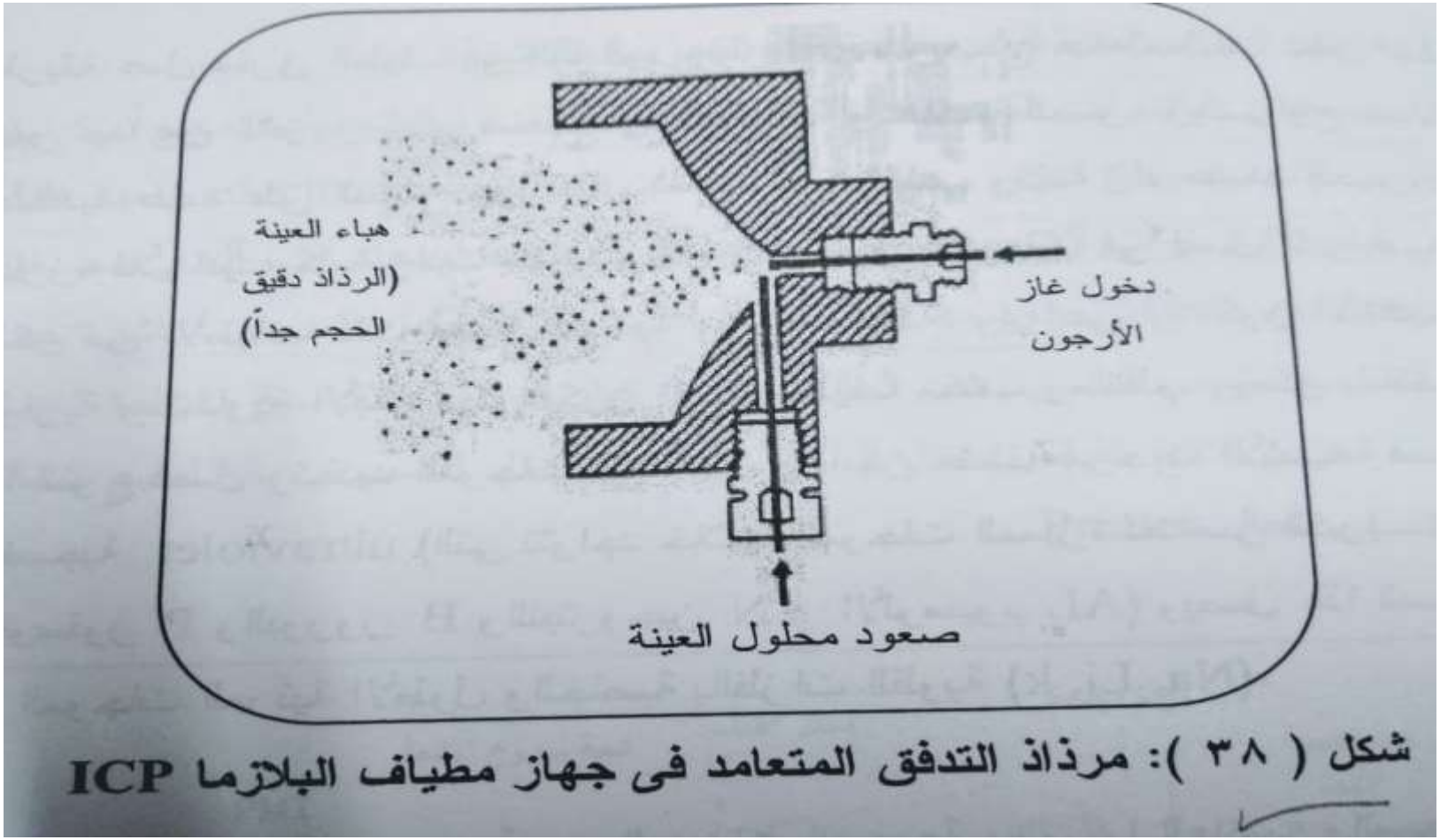
يمر خلالها ثلاث تيارات من غاز الأرجون الى وحدة أنتاج البلازما وأدخال العينة.



شكل (٣٧) خطوات انطلاق البلازما وإدخال العينة خلالها فى جهاز مطياف البلازما ICP

- **المرذاذ Nebulizer**

ويتم أدخال المحلول فى جهاز مطياف البلازما بأستخدام نظام التدفق المتعامد حيث يتعامد أتجاه دخول غاز الأرجون مع أتجاه دخول العينة ويتم دفعها بمساعدة مضخة دودية الى المرذاذ فى صورة محلول الذى يضخه الى منطقة البلازما فى صورة رذاذ (الصورة التالية ↓ توضح ميكانيكية عمل المرذاذ).



شكل (٣٨): مرذاذ التدفق المتعامد فى جهاز مطياف البلازما ICP

3- وحدة تفريق وفصل الطيف الى موجات مختلفة وحيدة الطول الموجى:

وهو أداة تحليل وتفريق موجات الطيف والحصول على أشعة وحيدة الطول الموجى زمنفصلة عن بعضها بدقة . يؤدى أستخدام هذا النظام الى كفاءة عالية جدا فى فصل وبعثرة الطيف الناشئ فى وحدة أنتاج البلازما الى عدد كبير جدا من الموجات المميزة لعدد كبير جدا من العناصر خلال مدى واسع من الطول الموجى بحيث يمكن أستخدامها فى قياس عدد كبير جدا من العناصر بأقل درجة ممكنة من التداخل وبأعلى درجة ممكنة من الدقة والحساسية.

4- مجموعة من العدسات والمرايا المجمعة :

تستخدم لفصل الموجات الضوئية للطيف الناشئ فى البلازما تمهيدا لقياس تركيز هذه الموجات المميزة لكل عنصر .

5- وحدة تحويل الطاقة الضوئية الى أشارات كهربية :

وهى عبارة عن خلية ضوئية كهربية حساسة ومكبرة فى نفس الوقت تقوم بتحويل الطاقة الضوئية الى نبضات أو أشارات كهربية يتناسب مقدارها طرديا مع كثافة الطيف الناشئ من كل عنصر فى البلازما.

أنواع أجهزة البث المزدوج للبلازما ICP :

1- مطياف البلازما التلقائى : Simultaneous ICP

هذا الجهاز يقيس مجموعة من العناصر فى نفس الوقت حيث يوجد به مجموعة من الفتحات الضيقة وأمام كل منها خلية قياس حساسة أى أنه يحتوى على مجموعة من خلايا القياس الحساسة بمعدل واحدة لكل عنصر وبذلك يتم قياس مجموعة من العناصر فى نفس الوقت.

2- مطياف البلازما المتتابع : Sequential ICP

وفيه يتم قياس كل عنصر على حدة بالتتابع وذلك عن طريق تحريك فتحة ضيقة جدا أمام مفرق الطيف أو تحريك مفرق الطيف ذاته أمام هذه الفتحة وذلك للحصول على الموجات المميزة لكل عنصر نتيجة لأستثارة ذراتها بالتتابع . ويوجد فى هذا الجهاز فتحة ضيقة واحدة وخلية قياس حساسة واحدة لذلك فأنه يقيس كل عنصر على حدة.