التجربة الثالثة: قياس تلوث الهواء بأكاسيد النتروجين في الغلاف الجوي.

أكاسيد النيتروجين هي واحدة من الملوثات الرئيسية وكذلك معايير تقييم جودة الهواء. لأكاسيد النيتروجين الموجودة في الغلاف الجوي آثار ضارة على البشر بشكل رئيسي من خلال الجهاز التنفسي ، مما قد يتسبب في حدوث سموم حادة ومزمنة لذلك ، فإن دراسة طرق التحليل والكشف عن أكاسيد النيتروجين ستكون مهمة. هناك العديد من الطرق لتحديد أكاسيد النيتروجين مثل الفصل الأيوني **Ion chromatography** [1] ، والتلألؤ الكيميائي **chemiluminescence** [2]، التألق **Fluorescence** [3] ، والتحديد اللوني الدقيق **Colorimetric Microdetermination** ومع ذلك ، فضلا عن طريقة جديدة تستخدم لتحديد أكاسيد النيتروجين في الهواء وهي ما تسمى **Rhodamine B** عن طريق التبريد الفلوري.

يمكن أن توجد أكاسيد النيتروجين بأشكال مختلفة بما في ذلك الأشكال الرئيسية لـ **NO** و **NO_2** في الغلاف الجوي. في هذا البحث ، تم تحديد محتويات **NO** و **NO 2** في عينة الهواء بشكل غير مباشر عن طريق قياس محتوى النتريت وامتصاص المحلول وقياس التألق.

هناك العديد من الطرق لتحديد النتريت مثل القياس الطيفي **[Spectrophotometry]**، مضان **[Fluorescence]**، لمعان كيميائي **[Chemiluminescence]**، تخطيط الاستقطاب **[polarography]** واللوني **[Chromatography]**. من بين هذه الطرق ، جذبت طريقة التألق الكثير من الاهتمام وتم تطبيقها على نطاق واسع للكشف عن النتريت من أجل الحساسية العالية والانتقائية والحد المنخفض للاكتشاف والتشغيل البسيط. وفقًا للأدبيات ، فإن **NO_2** –

---

[1] كروماتوجرافيا التبادل الأيوني (أو كروماتوجرافيا الايونية) هي العملية التي تسمح بفصل الأيونات والجزيئات القطبية على أساس الشحنة التي تمتلكها. ويمكن استخدامه لأي نوع من الجزيءات المشحونة بما في ذلك البروتينات الكبيرة، والصغيرة النيوكليوتيدات والأحماض الأمينية. عادة ما تسمى العينة المفحوصة المحقونة بالعينة sample، وتسمى العناصر المفصولة على حدة بالتحاليل analytes. وغالبا ما تستخدم في تنقية البروتين، وتحليل المياه، ومراقبة الجودة.

[2] الضيائية الكيميائية هي إصدار ضوء نتيجة تفاعل كيميائي وتتسم بعدم تولد حرارة. فإذا كان لدينا مادتين أ وب لهما خاصية التألق الضوئي عند تفاعلهما، تتكون نتيجة التفاعل جزيئات مثارة، أي أن غلافها الذري مثار بحيث تصدر إلكتروناتها ضوء عندما تقفز من مدار طاقة عالية إلى مدار ذو طاقة أقل.

[3] الفلوريّة (Fluorescence) تعرف بشكل عام بأنها إصدار ضيائي لمادة عندما يتوافق طول موجة الشعاع الساقط عليها مع مستويات الطاقة لذرات أو جزيئات تلك المادة. يحدث أن تثار تلك المستويات للطاقة، ثم تحدث ظاهرة الفلورية فتصدر المادة الإصدار الضيائي المميز لها، حيث يكون أحمرَ أو أخضرَ أو أصفرَ أو غير ذلك. ويتوقف هذا الإصدار فجأة عندما تتوقف الطاقة المحفزة (الشعاع المحفز).

الأصباغ العضوية و $KBrO_3$, NO_2 – الأصباغ العضوية هي الأنظمة الرئيسية لتحديد النتريت بواسطة مقياس الطيف الفلوري.

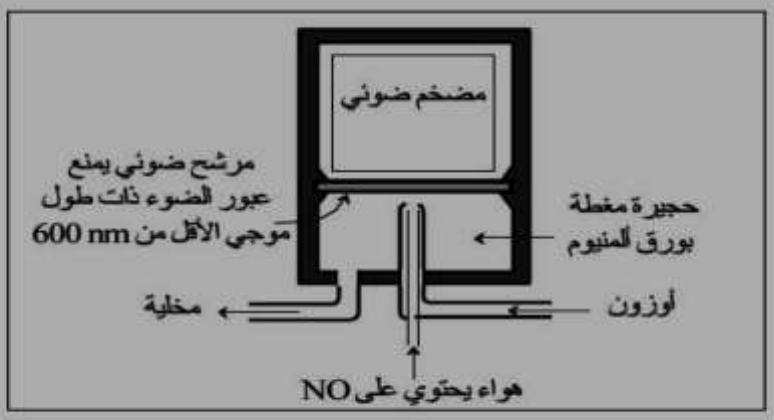
التحديد الشائع لأكاسيد النيتروجين هو طريقة سالتزمان [23 ، 24]. ومع ذلك ، يتم تحديد محتويات **NO** و NO_2 في عينة الهواء الفعلية باستخدام **Rhodamine B** عن طريق التبريد بالفلور مع نتائج مرضية تمامًا. الطريقة في النص بسيطة ولها حد أقل من الاكتشاف ، والتي توفر حكمًا لتقييم البيئة

من أهم الطرائق المستخدمة لتحديد مستوى NO_x في الهواء الملوث هي الطريقة التي تعتمد على التألق الكيميائي (**Chemilumiluminescence**) وهي اصدار أشعة ضوئية من قبل جزيئات مهيجة الكترونياً والناتجة عن تفاعل كيميائي ففي حال التحديد يستخدم الأوزون لأنتاج جزيئات ثاني أوكسيد النتروجين المهيجة الكترونياً: $NO + O_3 \rightarrow NO_2^* + O$

تفقد NO_2^* المهيجة طاقتها وتعود إلى حالة الجزيئة الأساسية **Ground State** وذلك خلال إصدار ضوء ضمن المجال **600–3000 نانومتر**. تقاس شدة الضوء الصادر باستخدام مضخم ضوئي (**Photomultiplier**)، وتعتمد شدته على كمية **NO** الموجود في الهواء الملوث. يوضح الشكل (3–8) جهاز التألق الكيميائي المستخدم لهذا الغرض.

إن آلية القياس السابقة تعتمد على تفاعل O_3 مع **NO**، ومن الضروري تحويل NO_2 إلى **NO** في العينة المقاسة قبل التحليل، حيث يتم ذلك بإمرار العينة على محول حراري **Thermal Converter**. إن القيام بهذه الطريقة يعطي تركيز NO_x الكلي، أي مجموع **NO** و**NO** الكلي في العينة. أما العينات التي لا يتم إمرارها على المحول الحراري فقيمتها تدل على تركيز **NO** فقط ويدل الفارق بين النتيجتين السابقتين على تركيز NO_2.

يمكن أن تدخل بعض مركبات النيتروجين الأخرى بتفاعلات التألق الكيميائي، وذلك من خلال تفاعلها مع الأوزون، حيث تؤدي إلى تداخلات بالتحليل لتعطي نتائج خاطئة. يدل الجهاز على كمية النيتروجين الضار والناتج عن غازات العوادم بكافة أشكاله، رهو جهاز يجب توافره في كافة المخابر التي تعنى بقياسات الهواء البيئية.



الشكل (3-8): مقياس التألق الكيميائي (Chemiluminescence) المستخدم لتحديد تركيز NO_x

من الطرائق الأخرى المستخدمة لتحديد تراكيز أكاسيد النيتروجين هي الطريقة التي تعتمد على تطبيق تفاعل **Greisse**، الذي يقوم على تشكيل مركب ملحي ثنائي النيتروجين، تكون إحدى ذرات النيتروجين فيه خماسية، والأخرى ثلاثية، أي أنه ملح ديازونيوم **Diazonium**، ويتم ذلك وفقا للتفاعلين التاليين:

$$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3 \qquad (110 - 3)$$

$$HNO_2 + H_2N - Ar + H^+ \rightarrow Ar - N \equiv N + H_2O \qquad (111 - 3)$$

يشكل هذا الملح عند إضافة كاشف أخر **(N - naphtyl - 1 - ethylene diamin)** مركب نيتروجيني ملون، تتم معايرته بقياس شدة امتصاص اللون الناتج.

أما من أجل معايرة أول أوكسيد النيتروجين فيجب إجراء عملية أكسدة في البدء، باستعمال حمض كرومي، حيث تتحول أكاسيد النيتروجين المختلفة إلى ثاني أوكسيد النيتروجين، حيث تتم معايرته بتشكيل مركب نيتروجيني ملون كما سبق.

تجدر الإشارة إلى أنه توجد طرائق أخرى لمعايرة كل من **NO** و **NO**، نذكر منها على سبيل المثال، استخدام الأشعة تحت الحمراء **(IR)**، والاستفادة من طيف امتصاص أول أوكسيد النيتروجين في هذا المجال. أما معايرة ثاني أوكسيد النيتروجين فمن الممكن الاستفادة من طيف امتصاصه في مجال الأشعة فوق البنفسجية **(U.V)**، بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من طيف امتصاصه في مجال الأشعة المرئية، مستخدمين لذلك مقياس الطيف الضوئي **Spectrophotometer**.

المصادر:

صديق: حسان ، نائل يسري؛ كيمياء البيئة؛ منشورات جامعة حلب، كلية العلوم، الجمهورية العربية السورية ؛2010.