

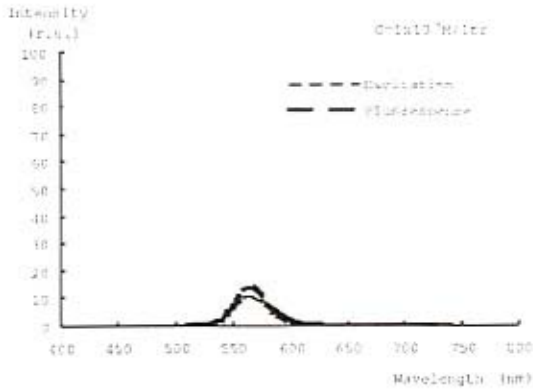
- [16] Parker, C., "Photo-luminescence of Solution", (1968), 125.
- [17] Busselle, F., Haig, N. and Lewis, C., *Chem. Phys. Lett.*, 88, 330-333 (1984).
- [18] Alfano, R., Shapiro, S. and Yu, W., *Opt. Commun.*, 7(3), 191-192 (1973).
- [19] Kubin, R. and Fletcher, A., *J. of Luminescence*, 27, 455-462 (1982).
- [20] Karstens, T. and Kobs, K., *J. Phys. Chem.*, 84(14), 1871-1872 (1980).
- [10] Brauer, H. and Schmidt, R., *Chem. Phys. Lett.*, 100(5), 214-217 (1983).
- [11] Liphardt, B., Liphardt, B. and Lutke, W., *Opt. Commun.*, 38(3), 207 (1981).
- [12] Merkel, P. and Kearns D., *J. Am. Chem. Soc.*, 94(3), 1029-1030 (1972).
- [13] Rahn, M., King, T., Gorman, A. and Hamblett, I., *Appl. Opt.*, 36(24), 5871 (1997).
- [14] Ahmad, M., Rahn, M. and King, T., *Appl. Opt.*, 38(30), 6337-6342 (1999).
- [15] Watkins, A., *Chem. Phys. Lett.*, 65(2), 380-384 (1979).

جرى تقويم هذه المقالة من قبل مقيمين في وحدة أبحاث الليزر وقسم هندسة الليزر والبصريات الإلكترونية / الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، العراق

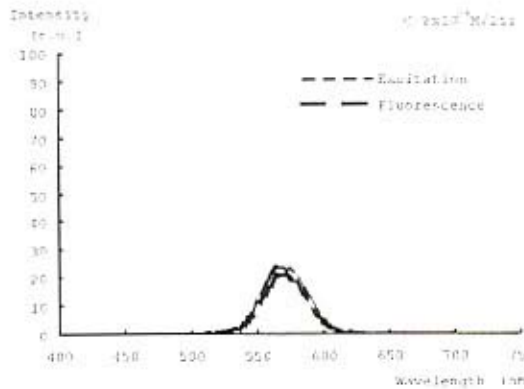
Effect of Oxygen Quencher on Absorption and Fluorescence Spectra of Rhodamine-6G and Rhodamine-B Dyes in Ethanol Solvent

In this work, absorption and fluorescence spectra of R6G and RB laser dyes were studied. Different concentrations of $(1-4) \times 10^{-6}$ mole/liter were used to solve these dyes in an organic solvent such as ethanol. Absorption spectrum of $n \rightarrow \pi^*$ transition was determined as well as fluorescence spectrum in presence and absence of O_2 . It was observed that presence of O_2 did not affect absorption spectra of both dyes because it has no absorption in the range studied. On the other side, intensity of fluorescence increased as O_2 was removed from solvent in both cases of ethanol. Presence of O_2 affects fluorescence quantum efficiency (Φ_F) and lifetime (τ_F) due to collision with dye molecules. Finally, it was declared that the effect of O_2 decreases as the concentration does. This may be attributed to the decrease in collision probability between O_2 and dye molecules.

على الكفاءة الكلية (Φ_f) للفلورة وزمن العمر (τ_f) بسبب التصادم بينه وبين جزيئات الصبغة وإن إزائته تسبب زيادة في الكفاءة الكلية للفلورة وزمن عمرها. أما تأثير التركيز فقد لوحظ أن تأثير الأوكسجين ينخفض مع انخفاض التركيز بسبب انخفاض احتمالية التصادم بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة.



شكل (6) طيف الفلورة لرودامين B عند تركيز 1×10^{-6} Mole/liter في حلة وجود وعدم وجود الأوكسجين



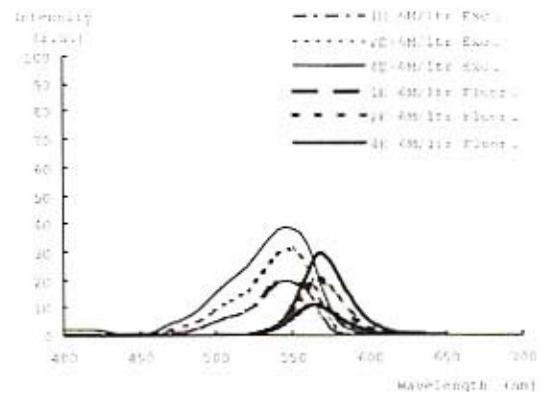
شكل (7) طيف الفلورة لرودامين B عند تركيز 2×10^{-6} Mole/liter في حلة وجود وعدم وجود الأوكسجين

(المستمر)

- [1] Khan, A., *J. Phys. Chem.*, Vol 80, No 20, pp.2219-2228, 1976.
 [2] "التظيف"، د. ليلى محمد نجيب سليم، مطبعة ثنية ومنقحة، ١٩٩٩.
 [3] "الكيمياء الفيزيائية"، د. علي عبد الحسين و د. صفاء صالح العمر، المطبعة الأولى، ١٩٨٦.

- [4] Darmanyan, A., *Chem Phys. Lett.*, 86(4), 405-410 (1982).
 [5] Drews, W., Schmidt, R. and Brauer, H., *Chem. Phys. Lett.*, 100(5), 210-214 (1983).
 [6] Gurinovich, G. and Salokhiddinov, K., *Chem. Phys. Lett.*, 85(1), 9-11 (1982).
 [7] Gorman, A. and Rodgers, M., *Chem. Phys. Lett.*, 120(1), 58-62 (1985).
 [8] Darmanyan, A., *Chem. Phys. Lett.*, 120(1), 1-35 (1985).
 [9] Birks, J., "Organic Molecular Photophysics", Part 2 (1975), 545-557.

نحو طول الموجي الطويل مع زيادة التركيز كما نلاحظ زيادة عرض الحزمة مع زيادة التركيز أيضاً. ونلاحظ زيادة شدة التسمية للامتصاص مع زيادة التركيز وهذا يتفق مع قانون بير-لامبرت. ويوضح الشكل أيضاً أطياف الفلورة للرودامين RB في الإيثانول فعند التركيز 1×10^{-6} Mole/liter نرى أن قمة المنحني تكون عند الطول الموجي (566nm) فيما تكون عند الطول الموجي (567nm) عند التركيز 2×10^{-6} Mole/liter وتكون عند الطول الموجي (568nm) عند زيادة التركيز إلى 4×10^{-6} Mole/liter. ونلاحظ الإزاحة نحو الأطوال الموجية الطويلة مع زيادة التركيز. نلاحظ مقدار التداخل بين طيفي الامتصاص والفلورة يزداد مع زيادة التركيز، الذي يمكن أن يؤدي إلى الزيادة من عملية كبح الفلورة بسبب الامتصاص الذاتي.



شكل (5) أطياف الامتصاص والفلورة لرودامين B في الإيثانول لتركيز $1-4 \times 10^{-6}$ Mole/liter بوجود الأوكسجين

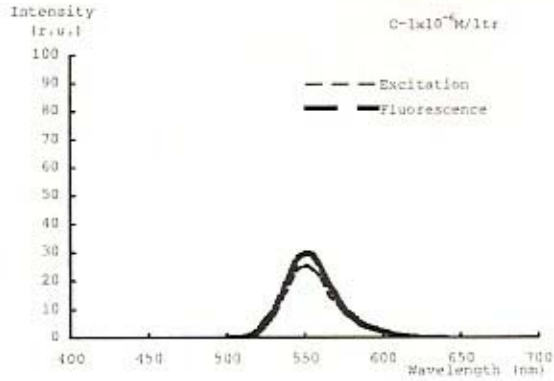
لقد تم دراسة تأثير الأوكسجين على طيف الفلورة عند التركيز 1×10^{-6} Mole/liter كما في الشكل (6) حيث تزداد شدة الفلورة بعد إزالة الأوكسجين بسبب نقصان احتمالية حدوث تصادم وانتقال الطاقة، ويزداد هذا التأثير مع زيادة التركيز لزيادة احتمالية التصادم بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة وزيادة زمن عمر الفلورة مع زيادة التركيز كما في الشكلين (7) و (8) حيث يمثل الشكلان أطياف الفلورة لرودامين RB في الإيثانول عند التركيز 2×10^{-6} Mole/liter و 4×10^{-6} Mole/liter على التوالي. الجدول (3) يوضح قيم الكفاءة الكلية وزمن عمر الفلورة لرودامين RB في الإيثانول عند التركيزات $1-4 \times 10^{-6}$ Mole/liter بوجود وعدم وجود الأوكسجين، ونلاحظ زيادة زمن عمر الفلورة مما يؤدي إلى زيادة شدة الفلورة وبالتالي زيادة الكفاءة الكلية بعد إزالة الأوكسجين، ونلاحظ أن تأثير الأوكسجين يزداد مع زيادة التركيز بسبب زيادة نسبة التصادمات بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة.

تتوافق قيم الكفاءة الكلية التي تم الحصول عليها لرودامين RB في الإيثانول للنتائج التي حصل عليها كل من Fletcher و Kubin [19] وكذلك كل من Kobs و Karstens [20].

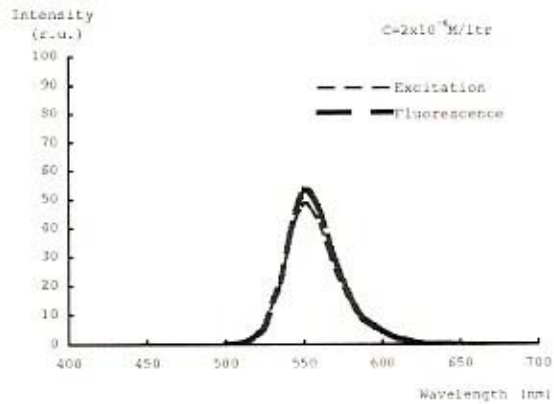
٥- (الاستنتاج)

في هذا البحث تم دراسة طيف الامتصاص والفلورة لبعض صبغات النيزر وهي الرودامين RB وR6G في مذيب الإيثانول بتركيزات مختلفة $1-4 \times 10^{-6}$ Mole/liter إذ تم قياس أطياف الامتصاص لتابعة للانتقال $S_1 \rightarrow S_0$ وأطياف الفلورة بوجود وعدم وجود الأوكسجين ولوحظ أن وجود الأوكسجين لا يؤثر على أطياف الامتصاص لكلا الصبغتين لعدم امتلاكه أي امتصاصية في المدى المدروس، ولكنه يؤثر على أطياف الفلورة، فبعد إزالة الأوكسجين من محاليل الصبغات للحصول على طيف فلورة ذي شدة عالية، لوحظ أن شدة تزداد بعد إزالة الأوكسجين وكلا الصبغتين وأن الأوكسجين يؤثر

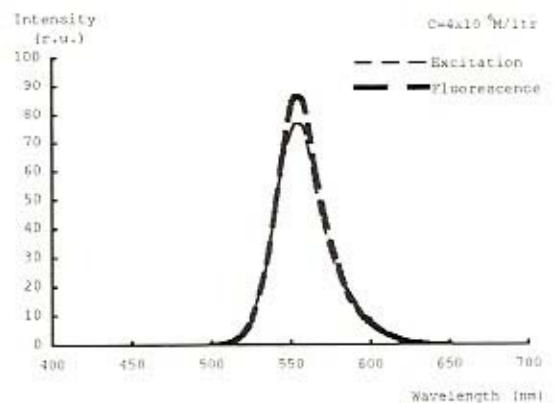
حيث تزداد الشدة النسبية للامتصاص مع زيادة التركيز كذلك نلاحظ زيادة في المدى الطيفي للامتصاص مع زيادة التركيز.



شكل (2) طيف الفلورة للروdamين 6G عند تركيز $(1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ في حالة وجود وعدم وجود الأوكسجين



شكل (3) طيف الفلورة للروdamين 6G عند تركيز $(2 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ في الايثانول في حالة وجود وعدم وجود الأوكسجين

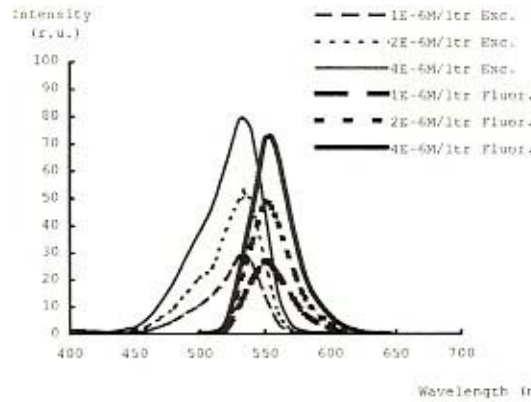


شكل (4) طيف الفلورة للروdamين 6G في حالة وجود وعدم وجود الأوكسجين عند تركيز $(4 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ في الايثانول

ويظهر الروdamين RB في الايثانول نفس السلوك بالنسبة للروdamين R6G في الايثانول من حيث إزاحة طيف الامتصاص

للشدة النسبية للامتصاص عند تركيز مقداره $(4 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ وتبدأ بالنقصان مع نقصان التركيز لتصل إلى أدنى قيمة عند تركيز مقداره $(1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ ويتفق هذا مع قانون بير-لامبرت. ونلاحظ عدم تأثير الأوكسجين على أطراف الامتصاص التابعة للانتقال $n \rightarrow \pi^*$ من 400-600nm للروdamين R6G في الايثانول وعند التركيز ما بين $(1-4) \times 10^{-6} \text{ Mole/liter}$ بسبب عدم امتلاك الأوكسجين امتصاصاً في هذا المدى من الطيف الكهرومغناطيسي. ونلاحظ زيادة المدى الطيفي للامتصاص مع زيادة التركيز.

نلاحظ من أطراف الفلورة أنه عند التركيز $(1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ تكون قمة الفلورة عند الطول الموجي (550nm) وتصبح عند الطول الموجي (551nm) عند زيادة التركيز إلى $(2 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ ، وتزاح نحو الطول الموجي (552nm) عند التركيز $(4 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ أي تحصل إزاحة نحو الطول الموجي الأطول (إزاحة حمراء) مع زيادة التركيز ونلاحظ زيادة الشدة النسبية للفلورة مع زيادة التركيز والشكل (1) يبين أطراف الامتصاص والفلورة للروdamين R6G في الايثانول للتركيز $(1-4) \times 10^{-6} \text{ Mole/liter}$ بوجود الأوكسجين وواضح إن مقدار الشدة النسبية والتداخل بين أطراف الامتصاص والفلورة يزداد مع زيادة التركيز، الذي بسبب زيادة في نسبة الامتصاص الذاتي.



شكل (1) أطراف الامتصاص والفلورة للروdamين 6G في الايثانول لتركيز $(1-4) \times 10^{-6} \text{ Mole/liter}$ بوجود الأوكسجين

لأجل دراسة تأثير وجود الأوكسجين على طيف الفلورة، فإن الشكل (2) يبين طيف الفلورة عند تركيز $(1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ في حالة وجود وعدم وجود الأوكسجين ونلاحظ زيادة شدة الفلورة بعد إزالة الأوكسجين من المحلول وسبب ذلك يعود إلى إن وجود الأوكسجين في المحلول يزيد من نسبية العمليات غير الإشعاعية مثل العبور البيني والتحول الداخلي عن طريق التصادم بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة ولا يسبب الأوكسجين أي زحزحة لقمة الفلورة في حين أن هناك زيادة في المدى الطيفي وبشكل بسيط أما الشكل (3) فيوضح طيف الفلورة لصبغة الروdamين 6G عند تركيز $(2 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ في الايثانول في حالة وجود وعدم وجود الأوكسجين، ونلاحظ أن تأثير الأوكسجين يزداد نوعاً ما عما هو عليه الحال في حالة تركيز مقداره $(1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ ويكون هذا التأثير أكثر وضوحاً في حالة التركيز $(4 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ وسبب ذلك إن زيادة التركيز تعني زيادة عدد الجزيئات ويسبب زيادة في احتمالية التصادم بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة حيث تقل المسافة لذا نلاحظ إن الفرق في طيف الفلورة عند وجود وعدم وجود الأوكسجين يكون أكثر وضوحاً عند التركيز الأعلى وكما في الشكل (4).

لقد تم حساب الكفاءة الكمية للفلورة وزمن عمرها لصبغة R6G في الايثانول الموضحة في الجدول (2) في حالة وجود الأوكسجين وعدم وجود الأوكسجين وتتوافق هذه النتائج مع نتائج الباحث Alfano وجماعته [18]. ويظهر تأثير الأوكسجين بشكل واضح على الكفاءة الكمية وزمن العمر ويزداد هذا التأثير مع زيادة التركيز بسبب زيادة عدد التصادمات كما نلاحظ زيادة في المدى الطيفي للفلورة مع زيادة التركيز.

يوضح الشكل (5) أطراف الامتصاص والفلورة لصبغة RB في الايثانول، فعند التركيز $1 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter}$ تظهر قمة الامتصاص للروdamين RB في الايثانول عند الطول الموجي (547nm) وتزاح نحو الطول الموجي (548nm) عند التركيز $(2 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ وتزداد الإزاحة عند التركيز $(4 \times 10^{-6} \text{ Mole/liter})$ لتصبح عند الطول الموجي (549nm)

والمجهول عن طريق التهييج بنفس الطول الموجي لأن المصباح يعطي شدة مختلفة عند كل طول موجي مهيج وقد تم استخدام المعادلة (11) لحساب الكفاءة الكمية في هذا البحث.

2- (الماتري) العملي

تم استخدام مطياف شش الحزمة نوع (PYE-UNICAM-Spectrometer) لقياس أطراف الامتصاص للصبغات المستخدمة وهو يحتوي على مصباحين الأول هو مصباح الديتريوم (Deuterium-Lamp) ويغطي المنطقة فوق البنفسجية (UV) من الطيف، أما المصباح الثاني فهو مصباح التتسكن الذي يغطي المنطقة المرئية (Visible) لذلك فإن المدى الطيفي للجهاز يغطي المنطقة فوق البنفسجية والمرئية عن طريق استخدام المصباحين. استخدم جهاز لقياس طيف الفلورة نوع (SHIMADZU Spectrofluorophotometer RF-540) والذي يحتوي على مصباح الزينون ذي قدرة (150W) والذي يغطي المنطقتين فوق البنفسجية والمرئية (200-700nm) من الطيف الكهرومغناطيسي. جرى قياس معامل الانكسار لمحاليل الصبغات المستخدمة باستخدام جهاز قياس معامل الانكسار نوع (ABBE60-Refractometer) والمجهز من شركة (Bellingham & Stanley Ltd.) والجدول (1) يبين قيم معامل الانكسار المقاسة لمحاليل الصبغات المستخدمة.

جدول (1) قيم معامل الانكسار لمحاليل صبغتي R6G و RB عند تراكيز مختلفة

الصبغة (Dye)	المذيب (Solvent)	معامل الانكسار (n)		
		1×10^{-4} Mole/liter	2×10^{-4} Mole/liter	4×10^{-4} Mole/liter
R6G	Ethanol	1.3553	1.3589	1.3608
RB	Ethanol	1.3559	1.3576	1.3606

جدول (2) قيم الكفاءة الكمية وزمن عمر الفلورة للرودامين R6G في الإيثانول لتراكيز $(1-4) \times 10^{-4}$ Mole/liter بوجود وعدم وجود الأوكسجين

Fluorescence Quantum Efficiency and Lifetime				
Dye: R6G $\lambda_{em} = 525nm$				
Solvent: Ethanol At room temperature				
C (Mole/liter)	Φ_F with oxygen	Φ_F without oxygen	τ_F (ns) with oxygen	τ_F (ns) without oxygen
1×10^{-4}	0.86	0.95	2.82	3.21
2×10^{-4}	0.85	0.95	2.77	3.10
4×10^{-4}	0.84	0.95	2.72	3

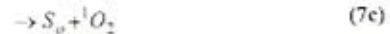
جدول (3) قيم الكفاءة الكمية وزمن عمر الفلورة للرودامين RB في الإيثانول لتراكيز $(1-4) \times 10^{-4}$ Mole/liter بوجود وعدم وجود الأوكسجين

Fluorescence Quantum Efficiency and Lifetime				
Dye: RB $\lambda_{em} = 525 nm$				
Solvent: Ethanol At room temperature				
C (Mole/liter)	Φ_F with oxygen	Φ_F without oxygen	τ_F (ns) with oxygen	τ_F (ns) without oxygen
1×10^{-4}	0.57	0.64	1.12	1.22
2×10^{-4}	0.52	0.60	1.10	1.20
4×10^{-4}	0.49	0.58	1.09	1.17

3- النتائج والمناقشة

يبين طيف الامتصاص لصبغة الرودامين R6G في الإيثانول عند التركيز (1×10^{-4}) Mole/liter وجود امتصاص قوي عند الطول الموجي (532nm) وتلاحظ إن زيادة التركيز تؤدي إلى إزاحة طيف الامتصاص نحو الطول الموجي الأطول (إزاحة حمراء) لتصبح عند الطول الموجي (533nm) عند زيادة التركيز إلى (2×10^{-4}) Mole/liter وتزداد هذه الإزاحة لتصبح عند الطول الموجي (534nm) عند التركيز (4×10^{-4}) Mole/liter، وتكون أعظم قيمة

الأوكسجين إلا إن طبيعة التفاعلات تبقى غير واضحة. التجارب تظهر زيادة في الحالات الثلاثية (T) تحصل من كبح الحالات الأحادية الواطنة (S_1) من الجزيئات بواسطة الأوكسجين. يمكن توضيح عملية كبح الحالات الأحادية المنهيجة بواسطة الأوكسجين عن طريق المعينات [3-4]:



إن وجود الأوكسجين في المحاليل المتفلورة وكما موضح في المعينات في أعلاه يؤدي إلى زيادة عملية العبور البيئي كما في المعينتين (a) و (b) أو زيادة عملية التحويل الداخلي كما في المعينتين (c) و (d) أي أنه يؤدي إلى زيادة المعينات غير الإشعاعية وبالتالي يؤدي إلى نقصان الكفاءة الكمية للفلورة وحسب المعادلة [5]:

$$\Phi_F + \Phi_{IC} + \Phi_{ISC} = 1 \quad (8)$$

إن تشكيل الأوكسجين الأحادي [1O_2] من الممكن أن ينتج من تبادل لتقل الطاقة كما استنتج الباحثان Stevens و Ors [6] بأن تشكيل الأوكسجين الأحادي يمكن أن ينتج من خلال كبح للفلورة [7-8].

أما كبح المستويات الثلاثية فيمكن توضيحها بالمعادلات المسموحة الآتية [9-10]:



يؤدي الأوكسجين إلى زيادة عملية العبور البيئي من الحالة الثلاثية المنهيجة إلى المستوي الأرضي S_0 في التراكيز العالية يزداد تأثير الأوكسجين وذلك بسبب نقصان المسافة البيئية بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة المنهيجة بسبب زيادة عدد هذه الجزيئات (زيادة التركيز) مما يؤدي إلى زيادة احتمالية التصادم [11]. تؤثر المذيبات على زمن عمر الحالة الأحادية للأوكسجين، ولذا فإن هذا التأثير يؤدي إلى التغيير من كبح الأوكسجين في المذيبات [12] وأي زيادة في زمن عمر الأوكسجين الأحادي تؤدي إلى التعجيل من عملية الاضمحلال الضوئي، كما إن المذيبات تختلف في قابلية إذابتها للأوكسجين وهذا الاختلاف يؤدي إلى اختلاف كبح الأوكسجين من مذيب لآخر [13-14].

هناك عملية إضافية لما تم ذكره من عمليات الكبح وهي عملية التقلل الشحنة بين الجزيئة المنهيجة وجزيئة الأوكسجين وتزداد هذه العملية بزيادة قطبية المذيب [15] [9]، أما ميكانيكية إزالة الأوكسجين فتم عن طريق:

1- تمرير غاز النتروجين في المحلول لمدة (2-3) دقائق.

2- التجميد والإذابة والتفريغ الدوري للتخلص من الأوكسجين المذاب.

يتم حساب الكفاءة الكمية إما بمقارنة محل البعث الفلورة إلى محل امتصاص الضوء المهيج عند كل الأطوال الموجية وهي ما تعرف بالكفاءة الكمية المطلقة، أو تحديدها نسبة إلى مادة أخرى ذات كفاءة كمية معروفة تعرف بالمادة القياسية وتعرف بالكفاءة الكمية النسبية للفلورة وتكون المادة القياسية والمعروفة عند الشروط نفسها مثل درجة الحرارة، وشدة الضوء المهيج. إن المعدل الكلي للفلورة يتناسب مع حاصل ضرب $(I_0 \epsilon C l \Phi_F)$ وتكامل المساحة تحت المنحنى لطيف الفلورة المصحح (Area) يتناسب أيضاً مع المعدل الكلي للإبعث الفلورة ولهذا إذا كانت أطراف الفلورة مقاسة بنفس المذيب وعند نفس شدة الضوء المهيج فإن النسبة بين شدة الفلورة المقاس تعطى بالعلاقة الآتية:

$$\frac{Area_2}{Area_1} = \frac{I_0 \epsilon_2 C_2 l (\Phi_F)_2}{I_0 \epsilon_1 C_1 l (\Phi_F)_1} = \frac{(\Phi_F)_2}{(\Phi_F)_1} \quad \text{Optical density 2} \quad (10)$$

وإذا كانت الكفاءة الكمية المطلقة $(\Phi_F)_1$ لأحد المواد معروفة (المادة القياسية) فإن الكفاءة الكمية للمادة الثانية يمكن حسابها بسهولة [16].

حيث 1 و 2 تمثل رمز المادة القياسية والمجهولة على التوالي، و Φ_F هي الكفاءة الكمية للفلورة، و ϵ معامل الإخماد المولاري عند الطول الموجي المهيج I_0 طول الخلية، و C التركيز (Mole/liter)، و I_0 شدة الضوء المهيج. ولذلك فانه عند قياس الكفاءة الكمية في مذيبتين مختلفتين وعند نفس التركيز ونفس الخلية المستخدمة في القياس تصبح العلاقة بالشكل الآتي:

$$(\Phi_F)_2 = (\Phi_F)_1 \frac{Area_2}{Area_1} \frac{\epsilon_1 n_1^2}{\epsilon_2 n_2^2} \quad (11)$$

أما معامل الانكسار فقد تم إدخاله كمعامل تصحيح في حالة استخدام مذيبات مختلفة [17] أما شدة الضوء المهيج I_0 فتم مساواتها بالنسبة للمركب القياسي

هيثم مولود مخلف
محمد تقي حسين
صبري جاسم لفته

قسم الفيزياء
كلية العلوم
الجامعة المستنصرية
بغداد - العراق

تأثير الكبح للأوكسجين على أطيف الامتصاص والفلورة لصبغتي الرودامين R6G والرودامين RB في مذيب الإيثانول

الخلاصة

في هذا البحث، أجريت دراسة لطيف الامتصاص والفلورة لصبغتي الليزر الرودامين 6G والرودامين B في مذيب الإيثانول وبتركيزات مختلفة $(1-4) \times 10^{-6}$ Mole/liter إذ تم قياس أطيف الامتصاص التابعة للانتقال $n \rightarrow \pi^*$ وأطيف الفلورة بوجود وعدم وجود الأوكسجين ولوحظ أن وجود الأوكسجين لا يؤثر على أطيف الامتصاص لكلا الصبغتين لعدم امتلاكه أي امتصاصية في المدى المدروس، ولكنه يؤثر على أطيف الفلورة، فبعد إزالة الأوكسجين من محاليل الصبغات للحصول على طيف فلورة ذو شدة عالية لوحظ ازدياد الشدة بعد إزالة الأوكسجين وكلا الصبغتين. يؤثر وجود الأوكسجين على الكفاءة الكمية (Φ_F) للفلورة وزمن عمر الفلورة (τ_F) بسبب التصادم ما بين جزيئات الأوكسجين والصبغة وإن إزالته تسبب زيادة في الكفاءة الكمية للفلورة وزمن عمرها. لوحظ أن تأثير الأوكسجين يقل مع نقصان تركيز الصبغة بسبب انخفاض احتمالية التصادم ما بين جزيئات الأوكسجين وجزيئات الصبغة.

Keywords: Laser Dyes, Oxygen Quencher, Ethanol Solvent, Fluorescence Quantum Efficiency

استلام: ٢٦ آب ٢٠٠٤، تصحيحات: ٢ تشرين الأول ٢٠٠٤، قبول: ١٧ تشرين أول ٢٠٠٤

$$\frac{1}{\tau_F^0} = k_F + k_{IC} + k_{ISC} \quad (4)$$

يمكن كتابة المعادلة في أعلاه على النحو الآتي:

$$\tau_F = \frac{\tau_F^0}{1 + \tau_F^0 k_{OM}} \quad (5)$$

والنسبة:

$$\frac{\tau_F}{\Phi_F} = \frac{\tau_F^0}{\Phi_F^0} = \tau_{FM} \quad (6)$$

- حيث τ_F^0 زمن عمر الفلورة بغياب الكبح، و τ_F زمن عمر الفلورة بوجود الكبح.
- يعد الأوكسجين الموجود في المحاليل أحد الشوائب التصانمية التي تسبب كبح للفلورة حيث يمتلك الأوكسجين حالة ثلاثية أرضية بارا مغناطيسية وواضح لمدى كبير إن الطبيعة الخاصة للأوكسجين تعتمد على وجود مستويين متجهين أحاديين واطنين [1] ويمتلك الأوكسجين امتصاصية عند الحزم والأطوال الموجية الآتية [2]:
- ١- امتصاص ضعيف جدا بحزم تقع عند المناطق (759nm) و (765nm) و (687-692)nm.
 - ٢- امتصاص يظهر بالقرب من (245nm).
 - ٣- يصل الطيف في المنطقة (76-195)nm إلى الطيف المستمر وتبدأ الجزيئة بالتفكك.
 - ٤- امتصاص دون الطول الموجي (134nm).
 - ٥- امتصاص عند طول موجي أقصر من (92.3nm).

لأجل فهم ردود الفعل الكيميائية-الضوئية بوجود الأوكسجين من المهم دراسة ردود الفعل بين الجزيئات المتجهية والأوكسجين وبالترغم من الدراسات العديدة التي كرس لتحري كبح الحالات الإلكترونية الجزيئية المتجهية بواسطة

١- (المترجم)

تعطي معظم محاليل الصبغة أطيف الامتصاص والفلورة الخاصة بها ما لم تؤثر عليها بعض المؤثرات مثل الشوائب الموجودة في هذه المحاليل ومن هذه الشوائب هو الأوكسجين فإذا احتوى المحلول على تركيز مولاري [O] من الأوكسجين فإن التصادم بين الجزيئة الهيدروكربونية المتجهية M^* والأوكسجين يؤدي إلى كبح الجزيئة M^* لذا فإن الكفاءة الكمية للفلورة تختزل من:

$$\Phi_F^0 = \frac{k_F}{k_F + k_{IC} + k_{ISC}} \quad (1)$$

إلى:

$$\Phi_F = \frac{k_F}{k_F + k_{IC} + k_{ISC} + k_{OM}[O]} \quad (2)$$

حيث Φ_F^0 هي الكفاءة الكمية للفلورة بغياب الأوكسجين، و Φ_F الكفاءة الكمية للفلورة بوجود الأوكسجين، و k_F ثابت معدل البعثات عملية الفلورة، و k_{IC} ثابت معدل حدوث عملية التحول الداخلي، و k_{ISC} ثابت معدل عملية حدوث العوز البيني، و k_{OM} هو ثابت معدل التفاعل الطاقة لا إشعاعياً من الجزيئة المتجهية M^* إلى الأوكسجين.

كما يختزل زمن عمر الفلورة من القيمة τ_F^0 إلى:

$$\tau_F = \frac{1}{k_F + k_{IC} + k_{ISC} + k_{OM}[O]} \quad (3)$$

ويستخدم المعادلة التالية: