

Study the Optical and Spectral Properties of the Acridine Dye As an Effective Medium in Dye Lasers

Afrah M. AL Hussainey^a Ruaa Kahtan Mahmoud^b Talib M. Abbas ALShafie^c

^{a,b} Department of Physics, college of Science, Babylon University, Babylon, Iraq

^c Department of Physics, Education for pure sciences, Babylon University, Babylon, Iraq

afrahalshefey@yahoo.com

Dr.Talib_mohsen@yahoo.com

Submission date:- 29/5/2018

Acceptance date:- 12/6/2018

Publication date:- 29/11/2018

Keywords: Acridine, Absorption, Fluorescence, Laser Dye.

Abstract

In this study, the absorption and fluorescence spectra of the dissolved Acridine solution were studied in ethanol and different concentrations. The optical properties (absorption coefficient, linear refraction) and spectral characteristics (Fluorescence time and quantitative fluoridation efficiency) were calculated. It is observed that increasing the concentration increases the absorbance values and decreases the permeability values, thus increasing the values of the absorption coefficient and the refractive index. Also, the values of the fluorine intensity increase. The peak of the emission spectrum is transferred to the longer wavelengths.

دراسة الخصائص البصرية والطيفية لصبغة الاكريدن كوسط فعال في ليزرات الصبغة

افراح محمد الحسيني^١ رؤى فحطان محمود^٢ طالب محسن عباس^٣

^{١,٢} قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة بابل، بابل، العراق.

^٣ قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة بابل، بابل، العراق.

afrahalshefey@yahoo.com

Dr.Talib_mohsen@yahoo.com

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة اطياف الامتصاص والفلورة لمحلول صبغة الاكريدن المذابة في الايثانول وبتراكيز مختلفة، اذ تم حساب الخصائص البصرية (معامل الامتصاص ومعامل الانكسار الخطيين) والخصائص الطيفية (العمر الزمني للفلورة والنتاج الكمي للفلورة). اذ لوحظ ان زيادة التركيز يؤدي الى زيادة قيم الامتصاصية ونقصان قيم النفاذية ومن ثم زيادة قيم معامل الامتصاص ومعامل الانكسار، كذلك تزداد قيم شدة الفلورة وتزاح قمة طيف انبعاث الفلورة نحو الاطوال الموجية الاطول (red shift) وبالتالي يزداد العمر الزمني للفلورة ويقل النتاج الكمي بزيادة تركيز المحلول.

الكلمات الدالة: الاكريدن، الامتصاصية، الفلورة، ليزر الصبغة.

١. المقدمة Introduction

تعد ليزرات الصبغة Dye lasers من الليزر التي يتكون وسطها الفعال من محاليل مركبات معينة لصبغة عضوية متفلورة مذابة في سوائل مثل كحول الأيثيلين، أو كحول الميثيلين، أو الماء [1].

إن ما يميز الصبغات الليزرية العضوية هي قابليتها على امتصاص مدى واسع من الطيف الكهرومغناطيسي وبذلك تبعث مدى واسع من الأطوال الموجية وبأطوال موجيه أكبر من تلك التي تم امتصاصها، إذ إن الإشعاع المرئي المنبعث من معظم الصبغات العضوية ساعد على استخدامها كأوساط فعالة في ليزرات الصبغة، والتي تعد أول ليزر قابل للتوليف (tuning) في منطقة الطيف المرئي، لأنها تمتلك طيف فلورة عريض، سوف يسمح للخروج الليزري بالتوليف في أية قيمة ضمن المدى الطيفي العريض، أي اختياري الطول الموجي المطلوب من بين الأطوال الموجية للانبعاث الليزري والذي يحتوي على العديد منها، إذ إنها تبعث أطوال موجية في أي جزء من مناطق الطيف فوق البنفسجي (ultraviolet)، والمرئي (visible)، وتحت الحمراء القريبة (near-infrared). إذ تنتج ليزرات الصبغة خرجاً ليزرياً، قابلاً للتغيم على مدى الأطوال الموجية الواقعة (340nm-1.2µm)، وحسب نوع الصبغة المستخدمة، وبسبب تغطيتها الواسعة للطيف فإن ليزرات الصبغة أصبحت تؤدي دوراً هاماً ومتزايداً في التطبيقات المختلفة وتشمل (دراسة الاطيف والكيمياء الفيزيائية) [2],[3].

٢. الجزء النظري The Theoretical Part

١.١.٢ الخصائص البصرية الخطية Linear optical properties

إن التفاعل الحاصل بين طبيعة وتوزيع الشحنات داخل المادة (الالكترونية الجزيئية والايونية) والأشعة الكهرومغناطيسية الساقطة على المادة تؤدي إلى ظهور الخواص البصرية للمواد [4].

إن عدد من العمليات يمكن أن يحدث عند سقوط شعاع كهرومغناطيسي على المادة وتفاعلها معاً، حيث يتحول جزء من الإشعاع الضوئي إلى حرارة وذلك بامتصاصه (absorbed) من قبل المادة، أما الجزء الآخر يدعى بالإشعاع النافذ (transmitted) إذ يمر بداخل المادة من دون فقدان الطاقة، أما الجزء المتبقي من الإشعاع الضوئي ينعكس من سطح المادة (reflected) [5]. للحصول على معلومات عن التركيب الداخلي للمادة وطبيعتها أو اصورها يجب معرفة النفاذية والامتصاصية والانعكاسية للشعاع الكهرومغناطيسي الساقط على المادة، فمثلاً حزم الطاقة الانتقالات داخل المادة يتم التعرف عليها بدراسة الطيف فوق البنفسجي (Ultraviolet)، أما لمعرفة مجال التطبيقات العملية التي تستخدم فيها المواد يجب دراسة الطيف المرئي (Visible) [6].

١.١.٢ الامتصاصية Absorbance (A)

إن الكمية الرياضية التي تربط كثافة الجسيمات (التركيز) في العينة وسمك العينة (طول المسار البصري) هي

$$A = \log(I_0 / I) \quad (1)$$

حيث I : هي شدة الضوء عند طول الموجة λ الذي يمر خلال العينة (شدة الضوء النافذ) ، و I_0 : هي شدة الضوء قبل دخوله إلى العينة أو شدة الضوء الساقط. بسبب امتصاص المادة للأشعة الساقطة نشاطاً إلكترونياً قد يؤدي إلى تفكك جزيئاتها إذا كانت قيمة الطاقة الممتصة أكبر من قيمة تفكك إحدى الأوصار أو انتقالها إلى مستوى طاقة أعلى إذ إن احتمالية الامتصاص تزداد بزيادة تركيز المادة في مستوى الطاقة الواطئ وبزيادة عدد فوتونات الأشعة الساقطة [6].

إن احتمالية امتصاصية الفوتون تتناسب طردياً مع تركيز الجزيئات الممتصة في العينة وسمك النموذج (طول المسار البصري)، حسب قانون بير- لامبرت الذي هو علاقة تجريبية تربط امتصاص الضوء بخصائص المادة التي يعبر الضوء من خلالها. وينص القانون أن عدد الجزيئات الماصة في المادة تتناسب طردياً مع جزء الإشعاع الممتص المار من خلالها فإذا مرت الإشعة في محلول معين فإن كمية الضوء الممتص أو النافذ تكون دالة أسية لتركز المذاب [7]. وكما في المعادلة التالية:

$$I = I_0 e^{-\alpha_p C_m L} \quad (2)$$

إذ إن α_{op} : تمثل معامل الامتصاص البصري. و L : طول المسار البصري و C_m : التركيز المولاري. ويمكن كتابة المعادلة بالشكل التالي:

$$\ln I_0 / I = \alpha_{op} C_m L = A \quad (3)$$

إذ يمكن تطبيق قانون بير- لامبرت (Lambert – Beer Law) في مختلف المناطق الطيفية كالأشعة فوق البنفسجية والمرئية وغيرها بشرط أن يكون الإشعاع المستخدم أحادي اللون (Monochromatic Light) [7].

يمكن تعريف معامل الامتصاص على أنه نسبة التناقص في فيض طاقة الإشعاع الساقط بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط، ويعتمد معامل الامتصاص على طاقة الفوتون (hv) وعلى خواص المادة [8]. وحسب قانون بير- لامبرت فإن معامل الامتصاص هو:

$$\text{Log}(I_0 / I) = 2.303 A = \alpha_0 d \quad (4)$$

$$\alpha_0 = 2.303 A / d \quad (5)$$

إذ تمثل d : السمك وقيمته (1 cm).

تعرف النفاذية للوسط (transmittance –T) على أنها "النسبة المئوية لشدة الضوء النافذ (I) إلى شدة الضوء الساقط (I₀)، أو أنها" طاقة الإشعاع النافذ من الوسط إلى طاقة الإشعاع الساقط عليه" أي: [8]

$$T = (I / I_0) \dots\dots\dots (6)$$

واستنادا إلى قانون بير- لامبرت فإن النفاذية تتناقص كلما زاد التركيز المولاري C_m وطول المسار البصري L الذي يمر خلاله الضوء.

أما نفاذية الوسط ترتبط بامتصاصية المحلول (Absorbance –A) بالعلاقة الآتية: [8]

$$A = -\log (I / T) = -\log (I / I_0) = \log (I_0 / I) \dots\dots\dots (7)$$

و من هذه العلاقة نلاحظ ان النفاذية T تزداد كلما قلت امتصاصية A الوسط .

ينقل الضوء بجميع أطواله الموجية بأقصى سرعة له خلال الفراغ وهي كمية ثابتة وتقل هذه القيمة في أي وسط آخر كما إنها تتغير في الأوساط المادية باختلاف الأطوال الموجية. وتعرف النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في أي وسط معين لطول موجة معينة بمعامل الانكسار الوسط لتلك الموجة. [9]

$$n = c / v \dots\dots\dots (8)$$

حيث c: سرعة الضوء في الفراغ وv: سرعة الضوء في الأوساط المادية.

إن معامل الانكسار غير ثابت ويعتمد على طول الموجة الكهرومغناطيسية . بالإضافة لبعض المواد يختلف معامل الانكسار وفق اتجاه تقدم الموجة الكهرومغناطيسية في المادة، وتستعمل هذه المواد لتغيير اتجاه استقطاب تلك الأمواج. [10]

إن معامل الانكسار يبين مدى تأثر المادة بالأمواج الكهرومغناطيسية . عند سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على مادة ما فإنها تعمل على ازاحة الشحنات في المادة عن مواقعها الأصلية مولده بذلك ثنائي قطب فاذا كان (v) هو تردد المجال الكهربائي المتناوب والتابع للموجة الكهرومغناطيسية الساقطة فإن الاستقطاب الكهربائي للجزيئة سوف يتذبذب بنفس التردد (v)، وإن جزء من طاقة الموجة الساقطة سوف يتحول إلى طاقة اهتزازية لثنائي القطب الكهربائي المتولد ، وبذلك تنقص سعة الموجة الساقطة، وعلى فرض أن الفقدان في الطاقة يسبب تذبذب الثنائيات بشكل قليل ، إلا أن فعل التأخير الحاصل في إعادة الإشعاع سيقلل من سرعة الضوء، ومن ثم يقال إن المادة تمتلك معامل الانكسار (n) كما في المعادلة (9).

ومن هنا يتضح إن الاستقطاب في المادة بفعل سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية عليها مقياس لمعامل الانكسار لهذه المادة، فكما كان الاستقطاب كبيرا كان فعل التأخير أكبر وكلما كانت سرعة الضوء في المادة أصغر كلما كان معامل الانكسار أكبر، والمواد التي لا تمتلك استقطاب لا تمتلك أي تأخير في إعادة الضوء، وبالتالي فإن معامل انكسارها (n=1)، وفي أغلب الحالات يكون معامل الانكسار أكبر من الواحد وقيمه تتناسب مع كثافة الوسط، كلما ازدادت كثافة الوسط كلما زاد معامل الانكسار للمادة. كما ليس لمعامل الانكسار وحده تميزه. كما يمكن الحصول على معامل الانكسار من خلال المعادلة الآتية:

$$n_0 = \frac{1}{T} + \left[\left(\frac{1}{T^2} - 1 \right) \right]^{1/2} \dots\dots\dots (9)$$

أما معامل الامتصاص الخطي فنجده بتطبيق المعادلة الآتية.

$$\alpha_0 = \frac{1}{T} \ln \left(\frac{1}{T} \right) \dots\dots\dots (10)$$

حيث (T) النفاذية البصرية .

٢.٢ الخصائص الطيفية Spectral properties

ان الانتقالات الاشعاعية هي العمليات التي يرافقها انبعاث فوتون بسبب انتقال الجزيئة المتهيجة من المستوي المتهيج إلى إحدى مستويات الحالة الأرضية الأوطى، وتشمل الفلورة (fluorescence) والفسفرة (phosphorescence). والفلورة هي عملية انتقال مشع (مباشر) للجزيئة تتم بين المستويات ذات التعددية نفسها (multiplicity)، وتحدث الفلورة عند الانتقال بين المستوى الاهتزازي للحالة الالكترونية المتهيجة الاولى (S₁) إلى أي من المستويات الاهتزازية للحالة الالكترونية الارضية (S₀) وتحدد الفلورة بزمن العمر τ (lifetime) ، ويكون بحدود (10⁻⁹) ثانية لجزيئات الصبغة العضوية [12] . إلا أن بعض المركبات العضوية يحدث فيها انبعاث الفلورة من أوطاً مستوى للحالة الالكترونية المتهيجة الثانية (S₂) إلى أي من المستويات الاهتزازية للحالة الأرضية (S₀) وذلك بسبب أن فجوة الطاقة (S₂ - S₁) كبيرة لهذه المركبات العضوية وبسبب هذا يحصل نقصان في معدل التحول الداخلي من S₂ إلى S₁ . [13]

إن التركيب الجزيئي للصبغات العضوية له أهمية في كفاءة الفلورة حيث تزداد في الجزيئات ذات التركيب الصلب (rigid Structure) وكذلك عند امتلاك الجزيئة لواصل طاقية بين المستويين S_1 و T_1 إذ يؤدي ذلك إلى نقصان في معدل العبور البيني (inter System Crossing).

وإن طيف الفلورة يحدث بسبب امتصاص الجزيئة للفوتون الساقط عليها وانتقالها إلى المستويات الالكترونية المتهيجة العليا لكن هذه الجزيئات بطبيعتها تميل إلى الاستقرار لذلك تعود إلى المستوي المتهيج الأول أما على شكل طاقة حرارية أو طاقة اهتزازية، وعند عودة الجزيئات إلى المستويات الابتدائية المستقرة فأنها تبعث فوتون ، بحيث أن طاقة الاشعاع المنبعث تلقائياً تكون أقل من طاقة التهييج ، والطول الموجي المنبعث أطول من الطول الموجي المتهيج. [14]

بعد امتصاص الجزيئة للضوء المنبعث من مصدر خارجي فإنها تنتقل إلى أحد المستويات الاهتزازية للحالة الالكترونية المتهيجة (S_n) ونتيجة اصطدامها بالجزيئات المجاورة لها (إذا كان الوسط كثيفاً - Condensed Phase) مما يؤدي إلى فقدانها جزءاً من طاقتها الاهتزازية فتتهبط إلى اوطأ مستوي للحالة الاحادية المتهيجة (S_1) ومن هذا المستوي تنتقل اشعاعياً إلى أحد المستويات الاهتزازية للحالة الأرضية (S_0)، وتحدث هذه العملية بسرعة فائقة وتستغرق أزمنة قصيرة جداً. [15]

إن زمن الانتقال الإشعاعي من المستوي الاهتزازي الاوطأ للحالة الالكترونية المتهيجة (S_1) إلى أحد المستويات الاهتزازية للحالة الأرضية (S_0) ويعود النظام إلى حالته الأولى بعد انقضاء هذه المدة الزمنية، يسمى زمن عمر الاشعاع (τ_{FM} - radiative lifetime)، والذي يعرف أنه مقلوب احتمالية الانتقال الإشعاعي (K_{FM}) بوحدته (sec^{-1}): [13]

$$\tau_{FM} = \frac{1}{K_{FM}} \dots \dots \dots (11)$$

وبسبب وجود العمليات غير الإشعاعية المتنافسة مع احتمالية الانتقال الإشعاعي (K_{FM}) فإنها سوف تقلل عدد الجزيئات الموهلة لانبعاث الفلورة، لذلك فإن احتمالية الانتقال الكلية (K_F) ستكون عبارة عن مجموع احتمالات الانتقالات المشعة وغير المشعة أي: [15],[16]

$$\tau_F = \frac{1}{K_{FM} + \sum K_d} = \frac{1}{K_F} \dots \dots \dots (12)$$

إذ ($\sum K_d$) يمثل مجموع ثوابت المعدل الزمني (rate constant) للعمليات غير الإشعاعية (deactivation) لأوطأ مستوي طاقة اهتزازي للحالة الاحادية المتهيجة (S_1). أما زمن عمر الفلورة (τ_F) فهو عبارة عن الزمن الفعلي للفلورة والذي يكون مساوياً إلى مقلوب مجموع ثوابت جميع العمليات غير الإشعاعية والإشعاعية التي تسبب فقدان الطاقة للحالة (S_1) [17,18] :

$$\tau_F = \frac{1}{K_{FM} + K_{IC} + K_{ISC}} \dots \dots \dots (13)$$

حيث أن :

(K_{IC}) يمثل ثابت معدل التحول الداخلي.

(K_{ISC}) يمثل ثابت معدل العبور البيني.

وإن زمن عمر الفلورة (τ_F) يمكن أن يمثل زمن العمر الرئيسي لحالة التهييج ، وهناك علاقة تربط شدة الفلورة مع زمن عمر الفلورة (τ_F) وهي : [13]

$$I = I_0 \exp(-t / \tau_F) \dots \dots \dots (14)$$

إذ (I) تمثل شدة الفلورة عند الزمن (t)، و (I_0) تمثل أعلى شدة تفلور و (t) الزمن بعد توقف التهييج مباشرة .

٣. الجزء العملي

١.٣. الاجهزة المستخدمة

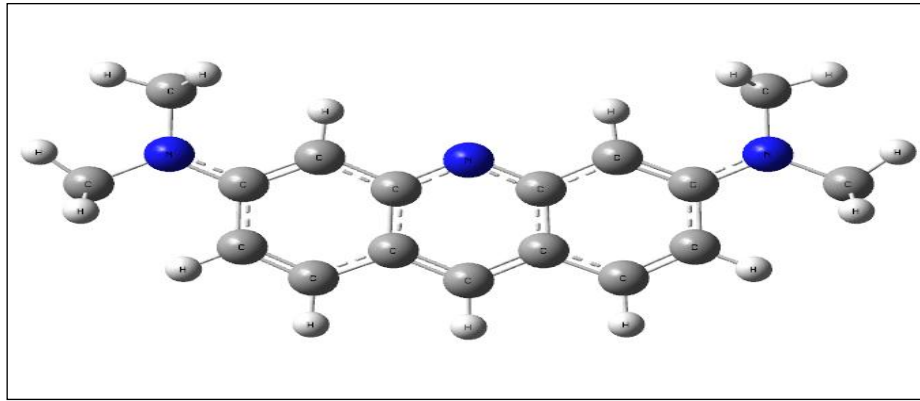
تم تسجيل طيف الامتصاص باستخدام مطياف ثنائي الحزمة (UV-Visible - Spectrophotometer)، ويغطي هذا المطياف منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي من المنطقة فوق البنفسجية حتى منطقة تحت الحمراء القريبة، ويشتمل الجهاز على مصدرين للتهييج هما مصباح الديوتيريوم (Deuterium Lamp) ويغطي المنطقة الواقعة ضمن الأطوال الموجية (190-360nm) ومصباح التنكستن (Tungsten Lamp) ويغطي توزيعاً طيفياً ضمن المنطقة الواقعة للأطوال الموجية (360-1100nm). كذلك تم استخدام جهاز مطياف الفلورة من نوع F96PRO، لقياس أطياف الفلورة لمحلول صبغة الاكريدن. ويتكون من مصدر ضوء (150 Wat Xenon arc lamp) ومعدل طيف الانبعاث والتهييج (200 -700 nm) ونسبة المسح (200, 400,600 nm/min) وكاشف (High sensitivity- photomultiplier tube (PMT).

Material Used المواد المستخدمة ٢.٣

Acridine dye - صبغة الأكريدين

جدول (1) يبين التركيب الكيميائي للأكريدين

Chemical Name	Molecular Formula	Molecular Weight
Acridine Orange	C ₁₇ H ₁₉ N ₃	265.36 g/mol



الشكل (1) التركيب الجزيئي لصبغة الأكريدين

ب - الإيثانول (Ethanol)

مذيب كيميائي عضوي كحولي والصبغة الجزيئية له: C₂H₅OH. وهو مركب قطبي يمتاز بخاصية تكوين الرابطة الهيدروجينية بين جزيئاته إذ إنه يحتوي على مجموعة الهيدروكسيل التي تعمل على تزايد تماسك الروابط. سائل عديم اللون قابل للتطاير - والوزن الجزيئي له (46.07 gm/ mol) وكثافته (0.789 gm/cm³).

٣.٣. تحضير المحاليل

لتحضير محلول صبغة الأكريدين بتركيز (1 × 10⁻³ M)، تمت إذابة (0.0026gm) من مسحوق الصبغة في حجم (10) cm³ من مذيب الإيثانول (ethanol) الذي تم استخدامه في البحث وفقاً للعلاقة:

$$Wm = \frac{C \times V \times M.W}{1000} \dots \dots \dots (15)$$

حيث:

w_m: وزن الصبغة اللازم للحصول على التركيز المطلوب بوحدة gm

C: التركيز المراد تحضيره بوحدة M

V: حجم المذيب cm³ اللازم اضافته إلى المادة.

M.W: الوزن الجزيئي للصبغة المستخدمة gm / mol.

ولتحضير تراكيز أخف [(1×10⁻⁴), (1×10⁻⁵)] من التركيز الذي تم تحضيره يتم استخدام العلاقة الأتية والتي تسمى بعلاقة التخفيف:

$$C_1V_1 = C_2V_2 \dots \dots \dots (16)$$

حيث:

C₁: التركيز الأول (العالي).

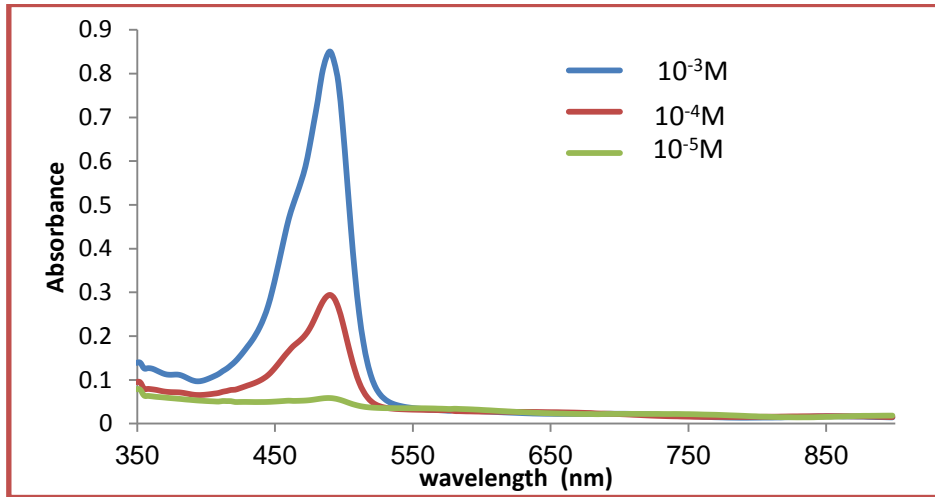
C₂: التركيز الثاني (الأخف).

V₁: الحجم اللازم من التركيز الأول.

V₂: الحجم اللازم اضافته للتركيز الأول للحصول على التركيز الثاني.

4. الحسابات والنتائج Calculation and Results

أظهرت نتائج أطيف الامتصاص لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في مذيب الايثانول وتراكيز مختلفة (1×10^{-3} , 1×10^{-4} and 1×10^{-5})M باستخدام مطياف الأشعة المرئية وال فوق البنفسجية (UV-Visible Spectrophotometer) كما هو موضح في الشكل (2)، إذ يلاحظ من الشكل ان نقصان تركيز صبغة الاكريدون المذابة في مذيب الايثانول يؤدي الى نقصان في شدة الامتصاص وازاحة الطيف نحو الطول الموجي الأطول وهذا ينطبق مع قانون بير لامبرت. والجدول (2) يوضح تأثير التركيز على مقادير الشدة النسبية والطول الموجي لأطيف الامتصاص لصبغة الاكريدون المذابة في الايثانول.

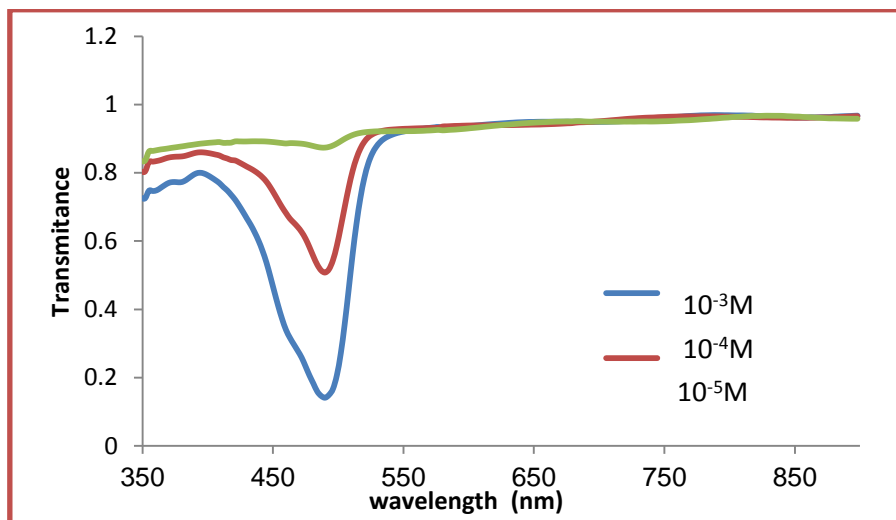


الشكل (2) طيف الامتصاص في منطقة (UV-Vis) لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول بتراكيز مختلفة

جدول (2) الامتصاصية عند الأطوال الموجية العظمى لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول وبتراكيز مختلفة

C (M)	λ_{max} (nm)	A
1×10^{-3}	487	0.8350
1×10^{-4}	484	0.2702
1×10^{-5}	481	0.0562

ومن نتائج أطيف الامتصاص أمكن الحصول على أطيف النفاذية (Transmission) وكما هو موضح بالشكل (3) والجدول (3).

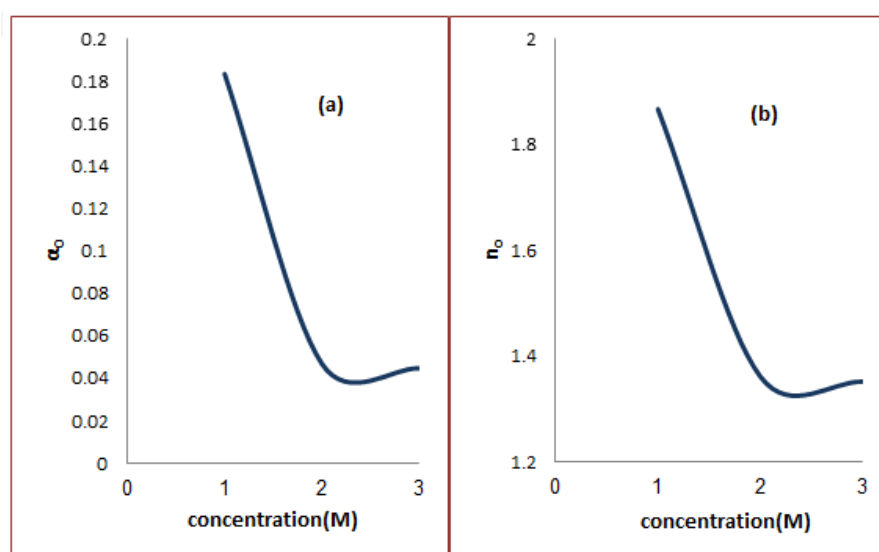


الشكل (3) طيف النفاذية في منطقة (UV-Vis) لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول بتراكيز مختلفة

جدول (3) النفاذية عند الأطوال الموجية العظمى لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول وبتركيز مختلفة

C (M)	λ_{max} (nm)	T
1×10^{-3}	484	0.1591
1×10^{-4}	484	0.5306
1×10^{-5}	487	0.8758

وبعد الحصول على نتائج النفاذية تم قياس معامل الانكسار الخطي ومعامل الامتصاص الخطي للنماذج المحضرة باستخدام العلاقتين (10) و (9) فنلاحظ نقصان التركيز يؤدي إلى نقصان في معامل الانكسار ومعامل الامتصاص الخطيين كما موضح في الشكل (4) والجدول (4).

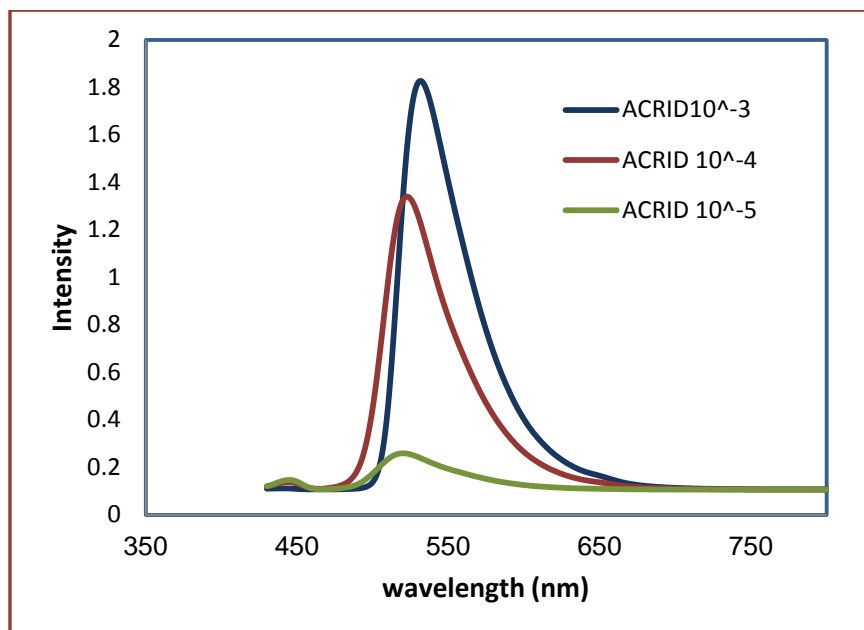


الشكل (4) (a) معامل الامتصاص الخطي (α_0) لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول وبتركيز المختلفة
(b) معامل الانكسار الخطي (n_0) لمحلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول وبتركيز المختلفة.

جدول (4) معامل الانكسار الخطي والامتصاص الخطي مع التراكيز المختلفة من محلول صبغة الاكريدون المذابة في الايثانول

C (M)	Wavelength (nm)	Linear transmission	Linear Absorption (α_0)	Linear refractive index (n_0)
1×10^{-3}	538	0.8323	0.18356	1.86750
1×10^{-4}	538	0.9541	0.04698	1.36200
1×10^{-5}	538	0.9562	0.04478	1.35192

تم قياس أطيايف الفلورة للنماذج المحضرة لمحلول صبغة الاكريدون المذابة بالايثانول باستخدام مطياف الفلورة (spectrofluorometer) وكانت نتائج القياسات كما موضح في الشكل (5) والجدول (5).



الشكل (5) منحنيات طيف الفلورة لمحلول صبغة الاكريدن المذابة في الايثانول وبتراكيز مختلفة

جدول (5) الشدة عند الأطوال الموجية العظمى لمحلول صبغة الاكريدن المذابة في الايثانول.

C (M)	λ_{max} (nm)	Relative Intensity
1×10^{-3}	528	1.786
1×10^{-4}	520	1.336
1×10^{-5}	513	0.247

ومن نتائج أطياف الفلورة أمكن حساب العمر الزمني للفلورة (τ_f) (fluorescence lifetime) وكذلك الناتج الكمي للفلورة (Quantum Yield) (Q_f) (fluorescence) وكانت النتائج كما موضح في الجدول (6).

جدول (6) العمر الزمني والناتج الكمي للفلورة وبتراكيز مختلفة لمحلول صبغة الاكريدن

C (M)	τ_f (ns)	Q_f
1×10^{-3}	0.287	0.89
1×10^{-4}	0.313	0.97
1×10^{-5}	0.316	0.98

٥. الاستنتاجات

نلاحظ من خلال دراسة الخواص البصرية لصبغة الاكريدن المذابة في الايثانول ان التراكيز الواطئة يؤدي الى ظهور اطياف ذات قمم نقل شدتها وتتجه نحو الأطوال الموجية الاطول (red shift) وقد أظهرت هذ الصبغة بأن اعلى شدة نسبية في قمة طيف الامتصاص كانت عند الطول الموجي (487 nm) عند التركيز 1×10^{-3} M بينما أقل شدة نسبية للامتصاص كانت للتركيز الأقل للصبغة في المحلول وتحديدًا عند التركيز 1×10^{-5} M وعند الطول الموجي (481 nm)، ويعزى ذلك الى زيادة عدد الجزيئات الذي يؤدي الى زيادة احتمالية الامتصاص وهذا يؤكد الامتصاص الحقيقي للصبغات ويتفق مع قانون بير – لامبرت وبالتالي نقصان في قيم معاملي الامتصاص والانكسار. تبين النتائج أيضاً ان نقصان التركيز يؤدي الى نقصان شدة اطياف الفلورة واتجاهها نحو الأطوال الموجية الاقصر (blue shift)، كذلك لوحظ ان نقصان التركيز

يؤدي الى تقليل زمن عمر الفلورة مما يؤدي ذلك الى زيادة الناتج الكمي للفلورة وبالتالي يمكن استخدام هذه الصبغة كوسط فعال في ليزرات الصبغة.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest.

المصادر

- [1] B. Snavely *et al.* , " Organic Molecular Photo physics", Vol.1, John Wiley & Sons , p. 239, (1973).
- [2] F. Duarte , "Tunable Laser Optics" Elsevier Academic, New York, Appendix of Laser Dyes ,(2003).
- [3] J. Mc Murry , " Organic Chemistry" , Oxford university Press, New York ,p. 314, (1984).
- [4] حسن الشربيني, بتول الخياط , صبحي كمال حسون, " البصريات الفيزيائية", جامعة بغداد - كلية التربية, (1982).
- [5] R. Fowels, " Introduction to modern optics" , holt Rinehart and Winston ,Inc., second , (1975) .
- [6] M. Wang, Z. Lin and G. Zhai, "Optical linearity and nonlinearity of ZnSe Nano crystals embedded in epoxy resin matrix investigated by z-Scan technique" , Ceramics International , 34, 1073–1076,(2008).
- [7] Verhaegen *et al.* , "Mass spectrometric determination energy of B₂", J. Chem. Phys. ,37,1367, (1960).
- [8] J.M. , "Modern Spectroscopy" John Wiley and sons Ltd, The Atrium, Southern Cate Chionester, west Sussex PO19 8SQ, England ,(2004) .
- [9] M. Parikh, "Absorption Spectroscopy of Organic Molecules", Adison-Weleg, 1974 .
- [10] W. Demtröder, "Atoms ,Molecules and Photons", Springer Berlin Heidelberg New York. 2010.
- [11] B. Straughan *et al.* , "Spectroscopy" , Chapman and Hall, London,(1976).
- [12] S. Jacobs, "Laser Application to Optics and Spectroscopy", Addison-Wesly Publishing Company, London. Amsterdam .Don Mills, Ontario-Sydney-Tokyo, 2nd edition, (1975).
- [13] M. Maeda, "Laser Dyes, Properties of organic compounds for dye lasers ", Academic Press, INC, (1984).
- [14] R. Sastre, " Laser performance of Coumarin 540A dye molecules in polymeric host media with different viscosities: From liquid solution to solid polymer matrix " , J. Appl. Phys., Vol.83, No.2, pp.650-660, (1998) .
- [15] N. Sahib , " Spectroscopic Study for Some Organic Dyes " , A Thesis , Al-Mustansiriya University , College of Sciences(2005).
- [16] R. Hamood Al-Hamadani , " Spectroscopy Study and Manufacturing of An Active Polymeric Laser Medium " , A Thesis ,University of Baghdad , College of Science for Women, (2006).
- [17] عدي محسن نايف, " دراسة طيفية لنقل الطاقة والعمليات المتنافسة في أصباغ الليزر (كومارين 522 ورودامين 101) " , مجلة الهندسة والتكنولوجيا, المجلد 26, العدد 5, (2008).
- [18] رافد عباس علي, " قياس أطراف الامتصاص والفلورة لصبغة الكومارين في مذيب التلوين " , مجلة جامعة ذي قار, العدد 1, المجلد 5, (2009).