------مجلة علوم الرافدين، المجلد 22، العدد 2، ص 145-156،2011------

تصنيع و دراسة الخواص البصرية لمرشح المثيل الأخضر الجيلاتيني

سوري على ظاهر
فرع العلوم الأساسية
كلية الزراعة و الغابات
جامعة الموصل

إسماعيل خلف عباس
قسم الفيزياء
كلية العلوم
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 15/ 12 / 2010 ؛ تاريخ القبول 14 / 3 / 2011)

الملخص

تم في هذا البحث تصنيع ودراسة الخواص البصرية لمرشح راتن جيلاتين باستخدام صـبغة المثيـل الأخضر العضوية. كما شملت الدراسة تأثير زمن التعتيق وصفيحتي زجاج الحماية علـى هـذه الخـواص وكذلك تركيز الجيلاتين ومدة مزج الجلاتين مع الماء. من خلال الدراسة وجد أن أفضل تركيز هو 4% وان مدة المزج كانت 20 دقيقة. وافضل سمك للمرشح (0.01 cm) عند درجة حرارة مثلى 313 K. أما درجـة حرارة التجفيف فكانت 298 K هي أفضل درجة حرارة وبزمن (20-24) سـاعة. إن نتـائج المرشـحات المصنعة متوافقة بصورة جيدة مع المرشحات القياسية حتى ولو بعد مرور زمن طويل على تـصنيع هـذه المرشحات.

الكلمات الدالة : أصباغ، راتين جلاتين، مرشحات .

Fabrication and Study the Optical Properties for Methyl Green Gelatin Filter

Soory A. Daher
Basic Science Branch
College of Agriculture
Mosul University

Ismail K. Abbas
Department of Physics
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

In this work, an optical wratten gelatin filter was fabricated then its optical properties have been calculated, such as the filter thickness, aging, effect of protection glass plates, dye concentration and the period of mixing the gelatin with distill water at selective temperature. From this investigation, it was found that the best gelatin concentration is 4%, also the preferable mixing time of gelatin with water is 20 min. The preferable thickness is 0.01 cm at temperature 313 K. The drying temperature is 298 K for period 20-24 hr. the optical characteristic of our filter is in good agreement with that standard filters.

Keywords: Dyes , Wratten gelatin , Filters .

المقدمة

من المعروف أن مدى موجات الطيف الكهرومغناطيسي واسعة جدا بالاعتماد على التردد أو الطـول الموجي ولا توجد نقطة حادة تفصل بين نوع الموجة والتي تليها وجميع أنواع الإشـعاعات تتكـون بـنفس الظاهرة وهي تعجيل الشحنات الكهربائية. إن أكثر أشكال الموجات الكهرومغناطيسية متعارف عليهـا هـي الموجات المرئية وتسمى الضوء ويحتوي على الألوان السبعة حيث للعين القدرة على التحسس بها وتتـراوح هذه الموجات من اللون الأحمر (700 nm) إلى اللون البنفسجي (400 nm) إن حساسية العين البشرية دالـة للطول الموجي وتكون أعظم حساسية عند الضوء الذي طول موجته 550 nm وهـو ذي اللـون الأصـفر المخضر (Serway and Jewett, 2003).

ليس من السهولة تعريف اللون، اللون كلمة تشير إلى استجابة مجموعة عين – دماغ لموجات الـضوء الساقطة على شبكية العين والتي تتكون من خلايا عصبية لا تستجيب للون بل لمستويات الـضوء والخلايـا المخروطية وهي المسؤولة عن رؤية الألوان في الضوء الساطع.

على الرغم من التعقيدات عن مفهوم اللون وإدراكه ، يمكن تعينيه بصورة دقيقة بثلاثة متغيرات فقط (Tilley, 2000) وهـ ـي اللونيـ ـة (Hue) والتلونيـ ـة (Chroma) والـ ـضيائية (Lightness) أو السطوعية(Brightness). هناك أنظمة تنسيق الألوان وتكون إما أحادية أو ثنائية أو ثلاثية الأبعاد وتـستخدم لتعيين الألوان بطريقة نظامية وهناك العديد من الأنظمة أهمها نظام منسيل ، نظام الألوان الطبيعـي، نظـام ألوان اوستوالد ونظام اسكوبنس المركزي (Nassau, 2001).

المرشحات البصرية عادة تكون ذات إشكال وأبعاد متنوعة فهي تستخدم لإزالة أو إمرار مدى معين من الأطوال الموجية. والمرشحات البصرية تصنف حسب استخدامها إلى مرشحات حيادية تعمل على تـوهين الشعاع الضوئي المار خلالها ومرشحات طيفية تعمل على تغير الطيف الضوئي المار خلالها. كذلك يمكـن تصنيف المرشحات البصرية حسب المبدأ الفيزياوي لعملها إلى مرشحات اسـتقطاب، امتـصاص، تـداخل ومرشحات توهين (Yakushenkov, 1980).

إن مرشحات الامتصاص لها أهمية كبيرة إذ بواسطتها يمكن امتصاص الأطوال الموجية للمناطق غير المطلوبة من الطيف. و إذا كانت المرشحات لفترة قريبة تستخدم مرشحات الموائع الملونة والزجاج الملـون لترشيح الضوء، فلقد تمكن العلماء أن يحصلوا عليها من محاليل ملونة براقة من خلال إذابة مـواد كيميائيـة عطرية (Aromatic) في الماء أو الكحول لقد دخلت صناعة مرشحات الامتصاص طـوراً جديـداً وهـو باستخدام جيلات (Gels) صناعية ملونة.

مرشحات راتن جيلاتين **Wratten Gelatin Filters**

عبارة عن مرشحات امتصاص سهلة التصنيع رخيصة الثمن وتصنع من إذابة صبغات عضوية معينة في مائع الجيلاتين، ويصنع المرشح بعدة طرائق. ولهذه المرشحات تطبيقات كثيرة جدا في مجال التـصوير الضوئي والبصريات المجهرية.

الجزء النظري:

قوانين الامتصاص

في حالة سقوط إشعاع شدته I_0 على مرشح امتصاص فان جزءاً من الضوء ينعكس عنـد الـسطح وجزءاً آخر يتشتت داخل المرشح وجزءاً آخر يمتص والنافذ شدته I . إن الاهتمام سيكون بالقسم الممـتص لأنه ذو نسبة عالية مقارنة بالمنعكس والمتشتت، وإذا كانت مراكز الامتـصاص موزعـة بانتظـام خـلال المرشح فان كمية الضوء الممتص من قبل المرشح بوصفها دالة لسمكه بثبوت تركيز مراكـز الامتـصاص سيخضع لقانون لامبرت

$$I = I_0 e^{-\alpha\chi} \qquad \text{----------(1)}$$

حيث أن α معامل الامتصاص وان χ سمك المرشح

$$\log \frac{I}{I_0} = -\frac{\chi\alpha}{2.303} \qquad \text{----------(2)}$$

وبحذف الإشارة السالبة تصبح :

$$\therefore A = \log \frac{I_o}{I} = \frac{\chi\alpha}{2.303} \qquad \text{----------(3)}$$

حيث A الامتصاصية وتسمى الكثافة البـصرية optical density (OD). أمـا إذا كانـت كميـة الامتصاص دالة لتركيز صبغة المرشح بثبوت سمكه فانه تخضع لقانون بير:

$$A = \frac{C\chi\alpha}{2.303} \qquad \text{----------(4)}$$

C تمثل تركيز المحلول المحضر منه المرشح.

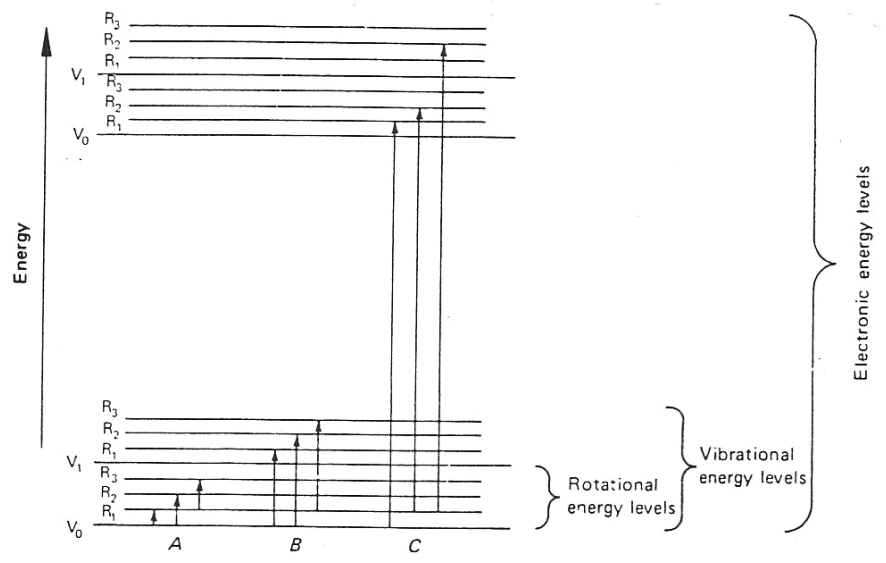
إذن الامتصاصية تتناسب طرديا مع كل من التركيز وسمك المرشح. أمـا معامـل الامتـصاص α فتعتمد على الطول الموجي للضوء الساقط وعلى طبيعة مراكز الامتصاص.

إن العلاقة بين شدة الضوء النافذ إلى شدة الضوء الساقط تسمى النفوذية أي $T = \frac{I}{I_0}$ أو:

$$A = -\log T = \log \frac{1}{T} \qquad \text{----------(5)}$$

امتصاص الأشعة من قبل الجزيئات

بما أن الأصباغ المستخدمة هي أصباغ عضوية وان نشوء اللون في هذه الأصباغ يفسر على أساس نظرية المدارات الجزئية وتأثير الكروموفورات والاكسوكرومات على هذه المدارات. فهنالك ثلاث عمليات أساسية لامتصاص الأشعة من قبل الجزيئات، وجميعها تتضمن رفع الجزيئة إلى مستوى طاقة أعلى والأنواع الثلاثة هي دوران الجزيئة حول محاور مختلفة والثانية اهتزاز الذرات أو مجاميع من الذرات ضمن الجزيئة والثالثة هي انتقال الكترونات الجزيئة إلى مستوى طاقة الكتروني أعلى وجميع الطاقات هي مكملة ، والشكل (1) يوضح تغيرات الطاقة للجزيئة.



الشكل 1 : رسم تخطيطي للطاقة الجزيئية يوضح تغيرات الطاقة.

إن مستويات الطاقة الالكترونية اكبر من الاهتزازية والتي بدورها اكبر من الدورانية. تحدث الانتقالات الدورانية في حدود طاقة واطئة جدا (أطوال موجية طويلة أي الأمواج المايكروية أو المنطقة تحت الحمراء البعيدة)، بينما تحتاج الانتقالات الاهتزازية طاقة أعلى وعادة في منطقة تحت الحمراء القريبة أما الانتقالات الالكترونية فتحدث عند طاقة عالية أيضا في المنطقة المرئية والفوق البنفسجية (عبيد، 1988).

الانتقالات الالكترونية تحدث نتيجة امتصاص الأشعة من قبل مجاميع ضمن الجزيئة تسمى الكروموفـورات والاكسوكرومات. إن المدارات الجزئية لجزيئات عضوية ملونة يمكن إيجازها بالتالي:

1. المدار المتآصر (Bonding Orbbital) π وهو أعلى مدار جزيئـي مـشغول (Highest Occupied Molecular Orbits (HOMO.
2. المدار المضاد للتآصر (Ant bonding orbital) π^* وهو أوطأ مدار طاقة لا يحتوي على أي الكترون أو يسمى أوطأ مدار جزيئي غير مشغول Lowest unoccupied Molecular orbital (LUMO).
3. المدار غير المتآصر (Non-bonding orbital): هذه المـدارات توجـد بـين π و π^* وهـي تحـوي الكترونات لكنها لا تساهم بالتآصر في الجزيئة ويرمز له (n). إن أعلى امتصاص يحدث في الانتقـال $\pi \rightarrow \pi^*$

معلمات مرشحات الامتصاص

لغرض الحصول على هذه المعلمات التي توصف على المرشح يجب معرفة الاستجابة الطيفية والتـي توصـف علـى أنهـا العلاقـة بـين النفاذيـة (T) أو الامتـصاصية (A) مـع الطـول المـوجي (λ) للطيف الكهرومغناطيسي المار خلال المرشح حيث من هذه العلاقة يمكن الحـصول علـى معظـم المعلمات التي توصف على المرشح ، ومن هذه المعلمات:

1. طول موجة الابتداء (λ_{c1}) : وهو الطول الموجي الذي يعين الانتقال في معدل نفاذية واطئ إلى عالٍ.
2. طول موجة الانتهاء (λ_{c2}) :وهو الطول الموجي الذي يعين الانتقال من معدل نفاذية عالي إلى واطئ.

إن كلا من هذين المعلمين يعينان عند 5% من النفاذية المطلقة (Spectrongon, comp, 2004).

3. ميل نطاق نفاذية المرشح: لمعرفة المناطق الحدودية التي تفصل الأطوال الموجية النافذة على تلـك المحجوبة بواسطة المرشح:

$$Slope\% = \frac{\lambda(80\%\ of\ T_{\max}) - \lambda_c}{\lambda_C}.\ \ 100\% \qquad \text{----------(6)}$$

4. عرض النطاق: يعرف على انه العرض الكامل لنطاق العبور مقاسا عند منتصف النفاذيـة القـصوى ويرمز له (FWHM).
5. الطول الموجي المركزي Center wavelength, CWL: وهو الطول الموجي عند مركـز نطـاق العبور, ويقاس عند منتصف نقطة قمة النفاذية ويحسب من المعدل الحسابي للأطوال الموجيـة عنـد 50% من قمة النفاذية.
6. الطول الموجي الذي يحدث عنده أعظم نفاذية ويرمز له λ_P .

الجزء العملي

تحضير النموذج:

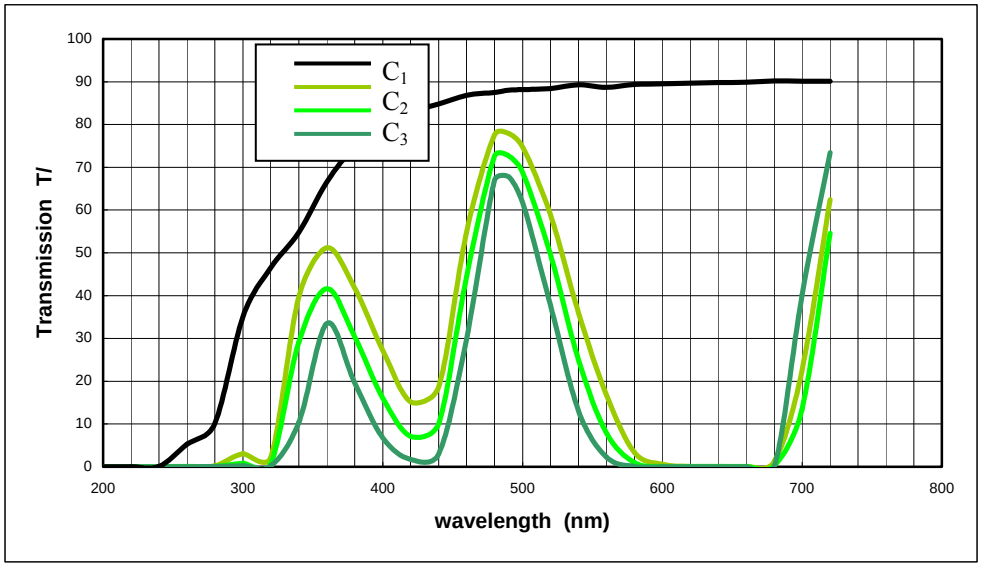
استخدم في هذا البحث مادة عضوية هي المثيل الأخضر ذات التركيب الكيميـاوي $C_{16}H_{18}ClN_3S.3H_2O$ وبعد محاولات عديدة تم اختيار أفضل تركيز للجلاتين وهو 4% أي بإذابة 1 gm جيلاتين في $25\ cm^3$ ماء مقطر لأنها تعطي محلول جيلاتين متجانس ومعتدل التهليم، بعدها تم إضافة هذا المحلول الجيلاتيني الى الوزن المطلوب من الصبغة بشكل تدريجي والمزج بهدوء ولمدة زمنية مختارة 20 دقيقة وبدرجة حرارة مثلى هي 313 K. ولغرض التخلص من الفقاعات الهوائية الموجودة في المحلول فقد تم ترشيح المحلول بواسطة ورق ترشيح خاص ثم بعدها تم سكب الحجم المطلوب في قالب بلاستيكي صلد صقيل مستوٍ، بعدها تم تجفيف النموذج بدرجة حرارة مثلى هي 300 K وبعد ما جف النموذج من الماء تم تقشيره من القالب بتأن للحفاظ على النموذج ثم قطع إلى مساحات حسب الطلب.

إجراء القياسيات:

تم استخدام جهاز الفوتوميتر الطيفي Spectrophotometer وتم قياس النفاذية للمدة (200-800) nm بعد تصفير الجهاز عند كل قياس. اما سمك الغشاء فقد تم قياسه من معرفة كتلة وكثافة ومساحة الغشاء.

النتائج والمناقشة

الشكل (2) يوضح طيف النفاذية لتراكيز مختلفة حيث لوحظ نقصان النفاذية بزيادة التركيز وهذا بسبب زيادة عدد الجزيئات لوحدة الحجم في طريق مسار الضوء الساقط وحسب قانون بير $(A = 0.434C\alpha)$ حيث C التركيز كما يلاحظ من الشكل حدوث حزم امتصاص قوية عند منطقة UV البعيدة وحزم امتصاص في منطقة UV القريبة. كما ولوحظ أيضا وجود حزم امتصاص عالية في المنطقة المرئية للمدى (580-620) nm وان أقصى نفاذية هي للضوء الأخضر لان $\lambda_p = 490nm$ بالإضافة إلى أن هذا المرشح ينفذ الأشعة تحت الحمراء.



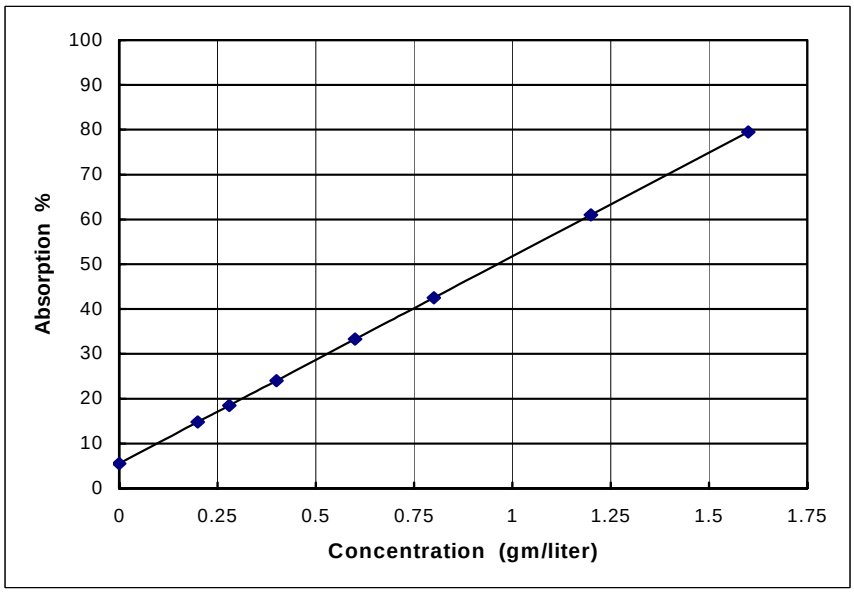
الشكل 2 : تغير منحني الاستجابة الطيفية الخاص بالنفاذية لمرشحات رانن جيلاتين المصنعة من صبغة المثيل الأخضر بتغير تركيـز الصبغـة. $C_1 = 0$
$C_2 = 0.28$ gm/liter , $C_3 = 0.8$ gm/liter , $C_4 = 1.2$ gm/liter
وبثبوت سمك المرشح ($x = 0.01$ cm).

الجدول (1) يبين الخواص البصرية لثلاثة مرشحات بتراكيز مختلفة مصنوعة مـن صـبغة المثيل الأخضر.

الجدول 1 : الخواص البصرية لثلاثة مرشحات مختلفة في التركيز مصنوعة من صبغة المثيل الأخضر.

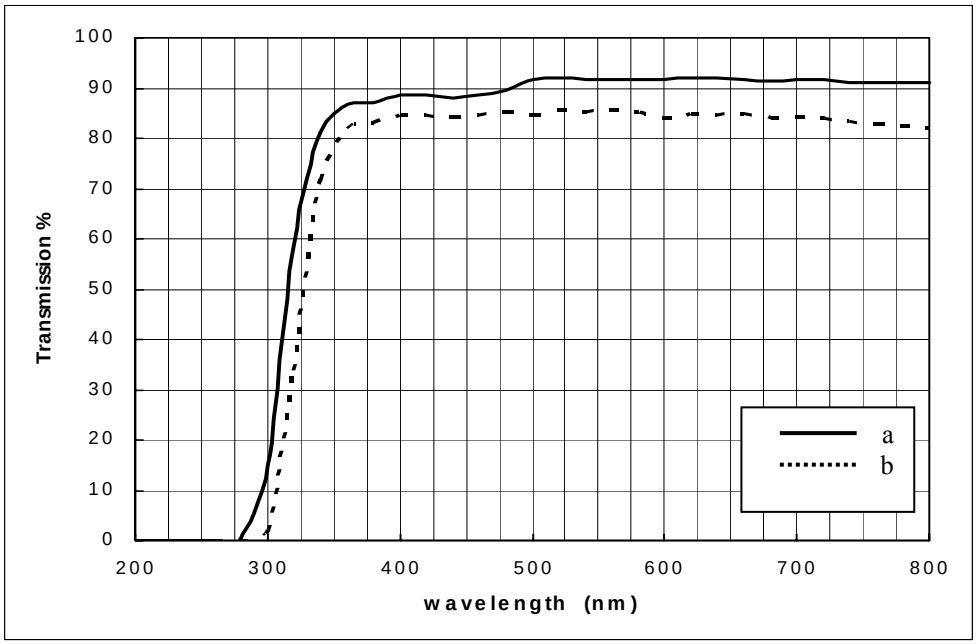
x/cm	0.01	0.01	0.01
C/gm/Liter	0.28	0.8	1.2
T_{max}%	77.9	72.7	67.8
λ_p/nm	490	490	490
FWHM/nm	85	75	6.5
CWL/nm	494.5	492.5	492

الشكل (3) يوضح تغير امتصاصية المرشحات مع تركيز الصبغة بثبـوت الـسمك عنـد الطـول المـوجي $\lambda_p = 490nm$ ولوحظ أن العلاقة خطية وهذا ما يتفق مع قانون بير.



الشكل 3 : تغير امتصاصية مرشحات راتن جيلاتين مصنوعة من المثيل الاخضـر بتغير تركيز الصبغة وبثبوت سمك صبغة المرشح ($x = 0.01$ cm) عند($\lambda_p = 490$ nm).

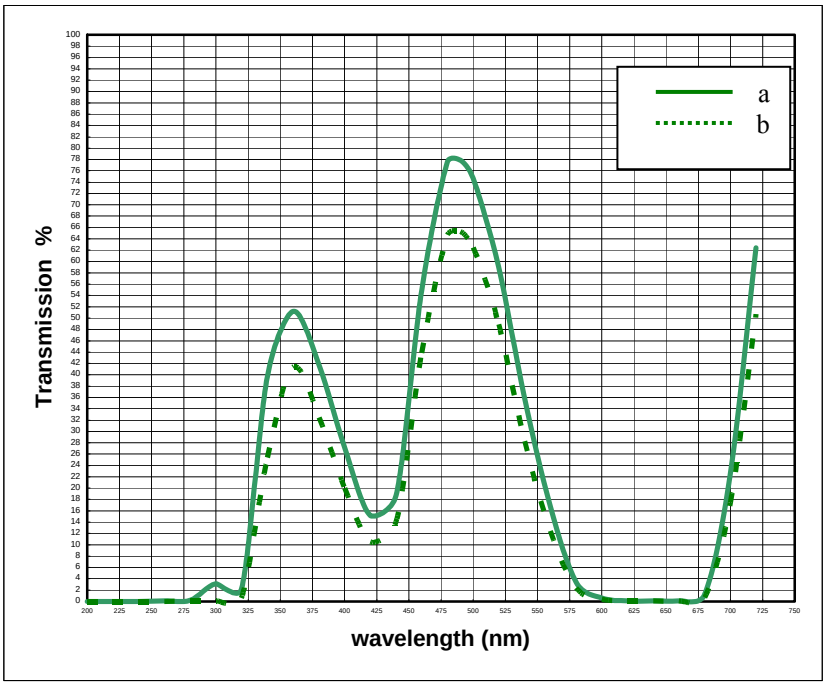
الشكل (4) يوضح منحنى الاستجابة الطيفية لصفيحة زجاجية واحدة ولصفيحتين متلاصقتين بينهمـا المرشح الجلاتيني وتبين أن صفيحة الزجاج عبارة عن مرشح حافة نوع مرشحات عبور طويل Long pass filter (والتي تنفذ أطوال موجية طويلة وتحجب الأطوال الموجية القصيرة) فـي المنطقـة UV المتوسـطة والبعيدة وتنفذ UV القريبة. أما في المنطقة المرئية فان الزجاج يمثل مرشحات كثافـة حياديـة وذلـك لان الزجاج لا يعد كروموجيناً.



الشكل 4 : منحني الاستجابة الطيفية a- لزجاجة واحدة b- لزجاجتين.

الشكل (5) يوضح تأثير زجاجتي الحماية على منحنى الاستجابة الطيفية للمرشح إذ يظهر أن زجاجة الحماية تعمل على توهين جميع الأطوال الموجية ومع زيادة تركيز الصبغة يزداد توهين الأشعة تحت الحمراء.

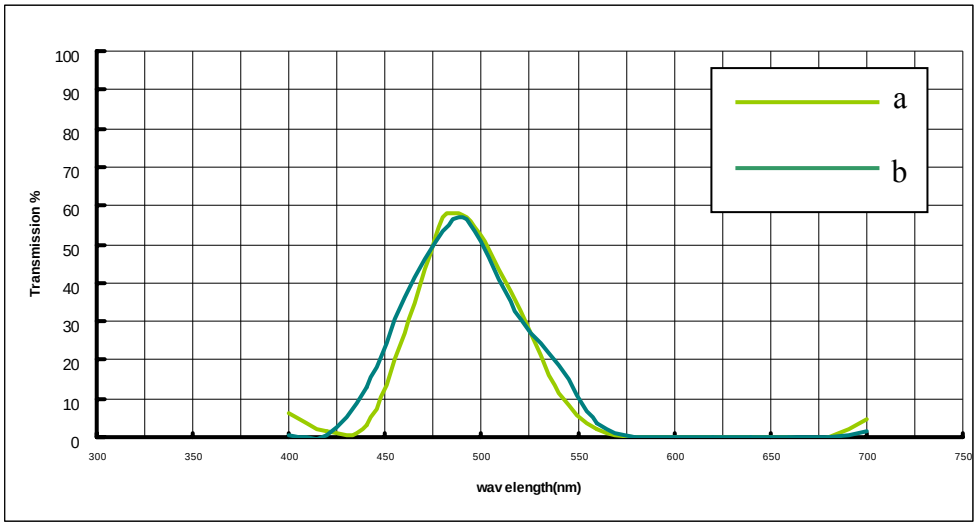
الشكل (6) يمثل زمن تأثير زمن التعتيق على الخواص البصرية ولفترة زمنية مقدارها أربعة أشهر وقد تبين عدم وجود تأثير على الخواص البصرية من خلال عملية الخزن.



الشكل 5: تأثير زجاجتي الحماية على منحني الاستجابة الطيفية لمرشح راتن جيلاتين بسمك (x = 0.01 cm) المصنوع من صبغة المثيل الأخضر بتركيز (C = 0.28 gm/liter) المنحني a – بدون وجود زجاج الحماية b- بوجود زجاج الحماية.

الشكل 6 : تأثير زمن التعتيق على الخواص البصرية لمرشـح مصنوع من صبغـة المثيل الأخضر بتركيز 0.28 gm/liter وسمك 0.01 cm . قياسات المنحني a- أخذت بعد التصنيع بيومين b- اخذ بعد مرور أربعة أشهر من التصنيع.

وأخيرا الشكل (7) يوضح التطابق الكبير لمنحنى الاستجابة الطيفية للمرشح المصنع والمرشح القياسي رقم (44) المصنع من قبل شركة استمان كوداك والمذكور في المصدر (Weast and Astle,1979)



الشكل 7 : منحنيا استجابة. a- لمرشح مصنع من صبغة المثيل الأخضر بتركيز صبغة (C = 1.20 gm/liter) بوجود زجاجتي الحماية وتركيز جيلاتين (40 gm/liter) وسمك (0.01 cm). b - للمرشح القياسي المرقم (44).

الاستنتاجات

من خلال الدراسة للخواص البصرية للمرشح المصنع يمكن استنتاج ما يلي:

1. انه يمكن صناعة مرشحات راتن جيلاتين بصرية بمواصفات تلائم العديد من التطبيقات مثل التصوير الضوئي. والبصريات المجهرية
2. تغير الخواص البصرية للمرشح بتغير تركيز صبغته.
3. لا تؤثر صفيحتا الزجاج على الخواص البصرية للمرشح، فقط التوهين ولجميع الأطوال الموجية.
4. لم يكن هناك تأثير لزمن التعتيق على الخواص البصرية للمرشح.
5. أفضل زمن مزج كانت 20 دقيقة وأفضل درجة حرارة مزج كانت 313 K ، أما أفضل درجة حرارة تجفيف فكانت 298 K.

المصادر العربية

عبيد، فتحي احميد، (1988). "طرق التحليل الآلي". جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنـشر، جامعـة الموصل.

المصادر الأجنبية

Nassau, K. (2001)." The Physics and Chemistry of Color" . Published by John Wiley and Sons, Inc.

Serway, J. (2003)." Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics". 6th edn. Thomson.

Spectrongon, Comp. (2004). "Optical Interference Filters", 17th edn., WWW. Spectrongon. Comp. p.15.

Tilley, R. (2000)." Color and the Optical Properties of Materials". John Wiley and Sons, Ltd.

Weast, R. C. ; Astle, M. J. (1979)." CRC Handbook of Chemistry and Physics". 60 edn., CRC, press.

Yakushenkav, Yu. (1980)."Electro-optical Devices". Mir publishers, Moscow.