

## استخدام المصفوفة المميزة المعدلة وتوليفية عديدة في تصميم أمثل لطلاء مضاد للانعكاس لركيزة سيلينيدات الخارصين

الاء نزار\* ، هيفاء غازي رشيد\*\* و حركات محسن\*

\* كلية العلوم للبنات ، جامعة بغداد.

\*\* كلية التربية ، جامعة المستنصرية.

E-mail: dralaanazar@yahoo.com

### الخلاصة

في الدراسة الحالية تم تصميم وأستقصاء خصائص الاداء البصري الأمثل والمتمثلة بالانعكاسية كدالة للطول الموجي لمرشح الطلاء المضاد للانعكاس (ARC) ولحالة السقوط العمودي للضوء لمواد متجانسة، موحدة الخواص والمهملة الامتصاص والتشتت بشكل أغشية رقيقة على ركيزة سيلينيدات الخارصين (Zinc Selenide) ضمن نطاق المنطقة الحرارية تحت الحمراء. لتصميم مثل هذا النوع من الطلاء مع الأخذ بنظر الاعتبار النقاط أعلاه تم بناء موديل نظري بأستخدام برنامج حاسوبي متطور (Matlab) معتمدين كلا من المصفوفة المميزة المعدلة و طريقة توليفية عديدة مثلى فضلا عن ذلك تم الاشارة الى نوع الدالة المميزة المستخدمة في الدراسة الحالية بما لها من مميزات وخواص في تصحيح السلوك البصري والوصول الى الهدف في وقت حسابي قصير، وفقا لأجراءات تحقق الامثلية فأن أغلب النتائج أشارت الى أن التصاميم المقترحة تلنقي ومواصفات الامثلية في الاداء البصري لركيزة سيلينيدات الخارصين وبمواد طلاء مختارة وفقا لخصائصها البصرية والفيزيائية المطلوبة. الكلمات المفتاحية: طلاء متعدد الطبقات، الطرائق المثلى في التصميم، الطلاء المضاد للانعكاس.

### المقدمة

ان الطلاء المضاد للانعكاس يمكن ان يكون من طبقة او طبقتين او متعدد الطبقات، مرسبة على ارضية اساس، وان اختيار مواد الاساس من المواضيع المهمة لتصميم الطلاء البصري حيث أن نوع أرضية الاساس التي يرسب عليها الطلاء يحدد عدة صفات للمرشح البصري ومن أهم العوامل في اختيار مادة أرضية الاساس هي: منطقة الطول الموجي الذي يعمل به الارضية والشفافية [1]. على هذا الاساس وفي هذا البحث تم بناء موديل حديث لتصميم الطلاء المضاد للانعكاس معتمدين ركيزة سيلينيدات الخارصين وهي احد المكونات البصرية الداخلة في المنظومات الكهرو بصرية كركيزة في بناء مرشح ARC لنطاق محدد من المنطقة الحرارية تحت الحمراء ضمن مدى الطول الموجي (5µm-). يستند هذا الموديل في بنائه على محورين الاول هو المصفوفة المميزة المعدلة وطريقة توليفية مثلى في التصميم تدعى الابرة (Needle).

### الجزء النظري

يعد الطلاء المضاد للانعكاس وهو احد انواع الطلاء البصري حاجة ملحة ضرورية في البصريات الحديثة، حيث يلعب دور مهم في التحكم بقيم الانعكاسية التي تنتج عند سطوح المكونات البصرية [1] ومن ثم تقليل الخسائر الحاصلة في الطاقة وكذلك التخلص من الصورة الشبحية (Ghost Images) في الانظمة البصرية الحديثة والناجمة عن انعكاسات غير مرغوب فيها على مستوى الصورة وتشويهها [2]. تزايدت دراسات الباحثين حول مرشحات الطلاء البصري في الالونة الاخيرة وذلك لاستخدامه الناجح في الكثير من التطبيقات وفي مختلف الحقول مثل تصنيع الاجهزة العلمية (Manufacturing Scientific Instrument)، كواشف الطيف، المنتجات الاستهلاكية، الطب، الفلك (Astronomy) [3]، الهندسة المعمارية (Architecture)، الحاسوب (Computer)، انظمة الاتصالات [4]، كاميرات الرؤيا الليلية (Night Vision Cameras)، انظمة التصوير الحراري (Thermal Imaging System) [5].

مرتبة ربع موجة الضوء الساقط، بحيث أن الموجات المنعكسة والنافذة من طبقات الطلاء الرقيقة تتداخل مع بعضها البعض وتكون عادة متشابهة أن تعبير المصفوفة لمنظومة الاغشية الرقيقة يكون [1] :

$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \left\{ \prod_{j=1}^M \begin{bmatrix} \cos \delta_j & i \sin \delta_j / y_j \\ i \sin \delta_j & \cos \delta_j \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 \\ y_{sub} \end{bmatrix}$$

$$\delta_j = 2\pi n_j d_j / \lambda \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث B و C يمثلان سعات المجال الكهربائي والمغناطيسي للضوء المنتشر خلال الوسط عند تردد معين وأن  $y_{sub}, \delta_j, n_j, d_j$ ، تمثل السمك الفيزيائي ومعامل الانكسار وسمك الطور والسماحية البصرية للركيزة على التوالي. وأن السماحية البصرية تعطى بالعلاقة التالية :

$$y = C/B$$

تعرف المصفوفة المميزة للنظام  $\begin{pmatrix} B \\ C \end{pmatrix}$  حيث وبأيجاد

السماحية ( $y=B/C$ ) منها وتعويضها في المعادلة

$$r = \frac{y_0 - y}{y_0 + y}$$

$$R = rr^* = |r|^2$$

$$R = \left[ \frac{y_0 B - C}{y_0 B + C} \right]^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

وبالتعبير عن سمك الطور لكل طبقة في المعادلة (1) بدلالة الدالة الاسية العقدية.

$$\sin \delta_j = \frac{e^{i\delta_j} - e^{-i\delta_j}}{2i}$$

$$\cos \delta_j = \frac{e^{i\delta_j} + e^{-i\delta_j}}{2}$$

فأن المعادلة (1) تعرف عندئذ بالمصفوفة المميزة المعدلة [8].

### توليفية الابرة

الفكرة الاساسية لتوليفية الابرة كطريقة مثلى والتي ولدت لأول مرة في عام 1980 من قبل العالمان الروسيان

## بيان المسألة Statement of the problem

أن أساس عمل طلاءات مضادة للانعكاس في الاغشية الرقيقة يعتمد على مبدأ التداخل الهدام (Destructive Interference) بين الاشعة الضوئية الخارجة من طبقات الطلاء الرقيقة بعد أن تعاني الانعكاسات الداخلية المتكررة على السطوح الداخلية (Interfaces) لهذه الطبقات [6].

أن حساب تأثيرات التداخل فيما يتعلق بنظام الاغشية الرقيقة يمكن أن ينجز ببساطة من خلال الاخذ بنظر الاعتبار مسار الشعاع في الحزمة التي تنعكس ذهابا و ايابا بين مختلف السطوح الداخلية لطبقات الطلاء . ففي الحالة الثابتة (Steady state) هذه الاشعة توحده (Combine) لتنتج محصلة بشكل شعاع نافذ أو منعكس والتي تكون مبسطة جدا في الحسابات العددية [7].

يوظف هذا الاسلوب في المعالجة عادة ليتضمن عملية بمرحلتين (two-stage process) فعند سقوط الشعاع الكهرومغناطيسي على كل غشاء رقيق يختزل (reduced) الى موجتان جزئيه الأولى ذهاب ايجابي (Positive-going) والآخرى ذهاب سلبي (negative-going) هذه الامواج الجزئية تنقل (transfer) مجموع المجال الكهربائي والمغناطيسي عند السطح الخلفي لكل طبقة الى السطح الامامي [1]. عملية الانتقال توجز رياضيا" بمصفوفة مربعة نوع  $2 \times 2$  لكل طبقة تصف خواص تلك الطبقة وحساب خواص متعدد الطبقات يمكن أن يمثل بضرب سلسلة من المصفوفات [8].

أن أسلوب المصفوفة البصرية المميزة اعتمدت في الدراسة الحالية لتصميم عدد من طبقات الطلاء المضاد للانعكاس والتي تقدم وصفا" دقيقا" لمنظومة الاغشية الرقيقة والارضية الاساس حيث تستند الفكرة الاساسية لهذه الطريقة على أنسجام (matching) المجال الكهربائي  $\vec{E}$  والمجال المغناطيسي  $\vec{H}$  للضوء الساقط عند مختلف الحدود الفاصلة بين الطبقات الطلاءات البصرية. الشكل (1) يوضح تركيب طبقي (Layered Structure) من الاغشية الرقيقة بمعامل أنكسار  $n_j$  مرسبة على أرضية أساس. حيث كل طبقة بمعامل أنكسار يختلف عن الطبقة المجاورة. وأن السمك البصري (Thickness Optical) للطبقات  $n_j d_j$  يكون من

(1) [14]. وعند طول موجة تصميم ( $\lambda = 4 \mu\text{m}$ ). ووفقاً للخصائص البصرية والميكانيكية والكيميائية التي تتسجم مع مواد الأساس تم اعتماد مواد الطلاء الموضحة في الجدول (1) [14].

أن أنعكاسية سطح سيلينيدات الخارصين مفرد الغير مطلي (Bar Zinc Selenide) ولسطح واحد 16.81% [14] بسبب معامل أنكساره العالي. بآتماد توليفية الابرّة كطريقة مثلى تم تقليل أنعكاسية سطح سيلينيدات الخارصين باستخدام طلاءات متعددة الطبقات تم تقليل أنعكاسية سطح سيلينيدات الخارصين الى أقل من  $8.7 \times 10^{-5}$ .

#### أولاً: طبقة مفردة

أن إجراءات تحقق الامتلية بدأت بتصميم وتحري الخصائص البصرية لطبقة مفردة فكانت أغلب النتائج تشير الى إمكانية الحصول على أنعكاسية مثلى وعند طول موجي واحد بتغير سمك الطبقة المفردة دون اللجوء الى تغيير المواد وهذا يعطي فرصة للمصمم في التغلب على صعوبة الحصول على مواد طلاء مناسبة والتي تحقق الهدف. من خلال مراقبة النتائج وتحري السلوك البصري لتصاميم مرشح ARC ذي طبقة مفردة لاحظنا أن التصميم الامثل بآتماد توليفية الابرّة يعطي مدى واسع من الأنعكاسية الواطنة وعند طول موجي محدد وكما هو متوقع يتناوب موقعها على طول مدى الطيف المختار حيث أن موقع الانعكاسية الدنيا لسطح مطلي يعتمد على السمك البصري للطلاء، فمن مراقبة نتائج التصاميم لاحظنا عندما يتراوح سمك الطبقة المفردة ما بين (824 nm - 700)، لكن يمكن أحرار أنعكاسية واطئة تظهر باتجاه الاطوال الموجية القصيرة عند سمك للطبقة المفردة محدد ما بين

(530-700nm) لكنها أحتفظت بعدم تجاوز سمك الغشاء الرقيق ومع زيادة السمك تبدأ الانعكاسية الواطنة تزاح باتجاه منطقة الاطوال الموجية الاطول من الطيف المختار شكل (2).

#### ثانياً: ثنائي الطبقة

أشارت نتائج تصاميم الطبقة المفردة الى إمكانية التوصل الى بناء مرشح بصري مضاد للانعكاس يخدم جزءاً

(Sh.A.Furman and Alexander V.Tichonravov) والتي تستند أجراءاتها على أقحام طبقة أو عدة طبقات متتالية رقيقة بسلك بصري قريب من الصفر داخل تركيب متعدد الطبقات [9].

أن جوهر هذه التقنية يكمن في أن خوارزميةها تتوصل الى الاماكن الملائمة لأقحام طبقات جديدة، فأذا أقمحت لطبقات الجديدة في المكان الصحيح سوف تحدث تأثيرات تداخلية جديدة تتسجم (associated) مع تلك الطبقات والتي سوف تحسن التطابق (Correspondence) بين خصائص الطيف الفعلية والمطلوب الوصول اليها. فضلا عن قابليتها في تشخيص مادة الطبقة الملائمة للاقحام من مجموعة مواد محددة مسبقاً [10].

أن أسماك الطبقات المقحمة في المواضع الصحيحة من النظام تكون صغيرة بما فيها الكفاية والتي تقود الى تقليل للدلة المميزة. من ناحية أخرى، عملياً الطبقات الجديدة لا تتطلب أن تكون صغيرة (Thin). أسماك هذه الطبقات تحدد لتسبب التقليل الاعظم للدالة المميزة أحياناً" والى حد بعيد تنفذ لتكون كبيرة بمافيه الكفاية [11].

من العناصر الاساسية للعملية تتمثل في أحرار أدنى قيمة للدالة المميزة (merit function) الموضحة في المعادلة رقم (4) وصولاً الى الحصول على أقرب تطابق ما بين خصائص الفعلية للطيف (Actual Spectral Characteristics) والخواص الطيفية المطلوبة (Characteristics Desired Spectral) [12] والتي تتضمن تحسيناً في السمك أو معامل الانكسار أو كلاهما لطبقة واحدة أو عدة طبقات وفقاً لاعتبارات التصميم.

$$MF = \left[ \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left\{ \frac{Q_i^T - Q_i}{\delta Q_i} \right\}^k \right]^{\frac{1}{k}} \dots \dots \dots (4)$$

when  $k = 1, 2, 4, \text{ or } 16$

$1 \leq i \leq m$

#### النتائج والمناقشة

في الدراسة الحالية تم بناء انموذج يستند على المصروفة المميزة المعدلة وطريقة الابرّة لتصميم الطلاء مضادة للانعكاس ودراسة خصائصه البصرية لركيزة سيلينيدات الخارصين ( $n_s = 2.438$ ) [13] ضمن النافذة

الطبقة فأن الاسماك التي أعتمدت في الدراسة الحالية كانت أقل ونتائج أفضل وكما موضح في شكل (5).

### ثالثاً: متعدد الطبقات

تستند تقانة الابرّة كطريقة مثلى على تحديد المواضع الملائمة لأفحام طبقات جديدة وتعزيزاً للوصول الى أداء بصري أمثل ذات نطاق اعرض يغطي معظم أجزاء الطيف المختار تم زيادة عدد طبقات الطلاء ووفقاً لمواد الطلاء المعتمدة في الجدول (1) ثلاثي الطبقة فكانت نتائج السلوك البصري تشير الى:

1- من خلال مراقبة التصاميم لاحظنا إمكانية الحصول على تقييم أمثل للأداء البصري يمتد لنطاق عريض من الطيف ويغطي معظم أجزاء الطيف المختار مع ارتفاع طفيف على طرفي التصميم عندما يتجاوز سمك الطبقة الاولى 650 nm والثانية 200 nm والثالثة 300 nm شكل (6).

2- الطبقة الأولى ذات تأثير واضح على قيمة الانعكاسية المثلى وتحديد نطاقها ويمكن ملاحظة الفرق الواضح من خلال مراقبة نموذجي طيف الانعكاسية في الشكل (7).

3- طبقاً لمبدأ أساسي (Maximum Principle) في بصريات الاغشية الرقيقة نتائج الاداء البصري فيما يتعلق بتصميم مرشح ARC لحالة السقوط العمودي أو المائل يمكن أن تتجزأ انعكاسية مثلى بأعتماد ترتيب متناوب (Alternating Configuration) لزوج من مواد الطلاء المتاحة تتناوب فيها معاملات أنكسارها أفضل من تصاميم CAR المعتمدة لأكثر من مادتين [9].

ونتيجة لأجراءات تحقق الأمثلية بأعتماد توليفية الابرّة تم أقحام طبقات بمعامل أنكسار مغاير أو مشابهة لنقطة الاقحام في طبقات التركيب فأن الاسماك المضغوطة عملت على أختزال الطبقات التي دون السمك المضغوط الى الصفر فضلاً عن أختزال مواد بالكامل وهذا بدوره يوفر فرصة للمصمم في بناء بصرية مثلى بأقل عدد من المواد المتاحة وعدد الطبقات ولتصاميم معقدة. فضلاً عن نتائج الاداء

من التطبيقات فضلاً عن تقييد المصمم في تحقق الامثلية ولمدى واسع من الطيف المختار لذلك دعت الحاجة الى إضافة طبقة أخرى ووفقاً للمواد الطلاء الموضحة في جدول (1) ثنائي الطبقة.

أن الافضلية التي تتميز بها ثلاثيات ثنائية الطبقة نسبة لطبقة طلاء مفردة نقطتان رئيسيتان [15]:

- 1- إمكانية أنجاز نطاق عريض أو أكثر من موقع يتحقق فيها انعكاسية مثلى ضمن نطاق الطيف المختار.
- 2- أدائها أقل حساسية (less sensitive) لأختلافات أسماك الطبقات ومعاملات أنكسارها والتي تتلائم مع بيئة الانتاج

(well-suited to a production environment).

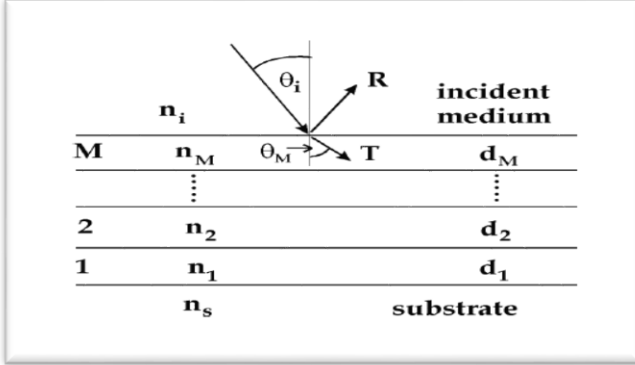
في ترتيب محدد لمواد الطلاء والذي يكون في معامل أنكسار الطبقة الداخلية (Inner Layer) القريبة الى الركيزة ذات معامل أنكسار عالي والطبقة الخارجية (Outer Layer) ذات معامل أنكسار واطى تتميز بأستقرار طيفي في الطلاء (Spectral Stability of Coating) وانعكاسية واطئة [16] فضلاً عن ذلك فأن معامل أنكسار الطبقة المجاورة للركيزة ذات معامل أنكسار المقارب لأرضية الاساس تعمل على تسطیح ملحوظ في منحنى الانعكاسية. فمن خلال مراقبة تصاميم ثنائي الطبقة فأن أغلب النتائج أشارت الى:

1- عندما يتجاوز سمك الطبقة الاولى والثانية 300 nm تظهر انعكاسية مثلى ذات تسطح واضح في أدائها البصري وقريبة من الصفر عند طول موجي محدد يتناوب في موقعه مع زيادة سمك الطبقات يظهر عند منطقة الاطوال الموجية القصيرة باتجاه طول موجة التصميم ومنطقة الاطوال الموجية الطويلة من الطيف المختار شكل (3).

2- تعزيزاً للوصول الى أداء بصري أمثل تم أقحام طبقات عند الحدود الفاصلة بين الطبقات تمكناً فيها من الحصول على انعكاسية مثلى عند طول موجة التصميم شكل (4).

3- تبدى الانعكاسية أداء أمثل وبالتحديد عند طول موجة التصميم. مقارنة بنتائج الانعكاسية التي قدمت من قبل (M.H. Asghar et al.) لمرشح ARC ثنائي

من هنا يتضح الامكانية الرائعة والمرنة لهذا الموديل فضلا عن ذلك مكننا هذا الموديل من الوصول الى تصميم طلاءات بصرية لركيزة سيلانيد الخارصين مثلى ذات تطبيقات تخصيصية بعدد قليل من مواد الطلاء مقارنة مع البحوث العالمية المنشورة.

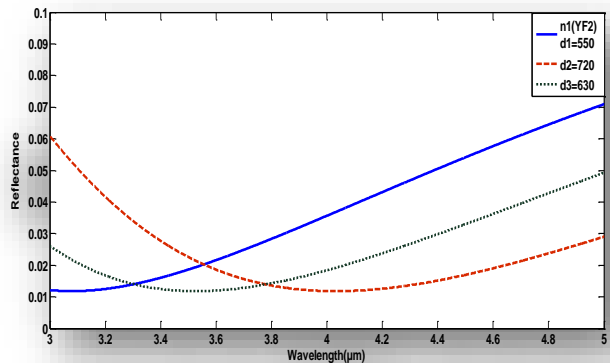


شكل (1) ترتيب متعدد الطبقات.

### جدول رقم (1)

مجاميع مواد الطلاء مرشح ARC لركيزة سيلينيدات الخارصين [14].

Configurations	Material	(n)Refractive Index
Single Layer	YF <sub>2</sub>	1.4
Two Layers	BaF <sub>2</sub>	1.3
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.73
Three Layers	BaF <sub>2</sub>	1.3
	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.73
	ZrO <sub>2</sub>	2.05



البصري التي أعطت انعكاسية مثلى حيث أرتبطت قيم الانعكاسية المثلى بمدى أوسع من الطيف المختار شكل (8).

4- بأعتماد مادتين بصرية ذات معاملات انكسار متناوية  $(n_L, n_H)$  فأن مجموع السمك البصري لطبقات الطلاء القليل ولنسبة  $(n_H/n_L)$  معينة أعطت تحسين واضح في الاداء البصري والوصول الى حلول مثلى تمتد لمدى عريض من الطيف. شكل (9)، فضلا عن ذلك فمن الممكن تصميم طلاءات بصرية معقدة والتي تلتقي مع مواصفات الاداء البصري الامثل بأعتماد مادتين بصرية ذات معاملات انكسار متناوية  $(n_L, n_H)$  والتي تعرض تغيير حاد في معاملات انكسارهم شكل (10).

5- بناء على ماتقدم لاحظنا إمكانية إنجاز نتائج مثلى ولمدى واسع من الطيف المختار وبأسماك فيزيائية مثلى أقل مما أعتمدت لبناء تصاميم الطلاء المضاد للانعكاس بالطرائق الاخرى والتي قدمت من قبل (M.H. Asghar et al.) لمرشح ARC ثلاثي الطبقة حيث تمكنا من الحصول على انعكاسية مثلى تشمل جميع أجزاء الطيف المختار شكل (11).

### الأستنتاجات

اظهرت الدراسة ان اعتماد الموديل المستند على المصفوفة المميزة المعدلة وتوليفية الابرة مكنتنا من تصميم مرشح الطلاء المضاد للانعكاس بأداء بصري أمثل ويشمل مدى واسع من الطيف دون اللجوء الى زيادة عدد طبقات الطلاء.

كذلك اوضح الموديل انه من الممكن تصميم طلاءات بصرية معقدة لركيزة ZnSe والتي تلتقي مع مواصفات الاداء البصري الامثل بأعتماد مادتين بصرية ذات معاملات انكسار متناوية  $(n_L, n_H)$ .

اشارت النتائج ان الاداء البصري لـ ARC متأثر جداً وحساس لأي تغيير في سمك الطبقات وترتيبها وخصوصاً سمك الطبقة الاولى والذي يلعب دور مهم في الوصول لاداء امثل، لكن في حالات استثنائية وعند حدود معينة في سمك هذه الطبقة قد تؤدي الى عكس الظاهرة لتعطي نتائج معبرة عن ظواهر بصرية اخرى.

شكل (5) مقارنة في الأداء البصري عند طول موجة

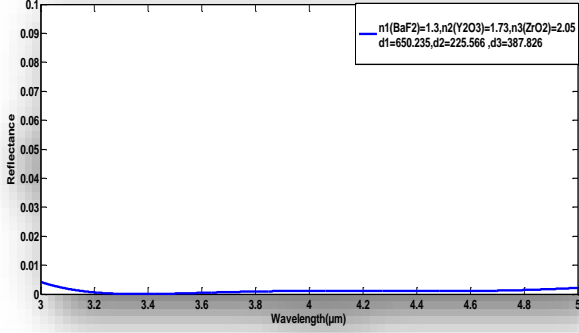
التصميم بين النتائج التي قدمت من قبل

(Asghar et al.) لمرشح ARC ثنائي الطبقة والنتائج

التي حصلنا عليها في الدراسة الحالية (الخط الازرق

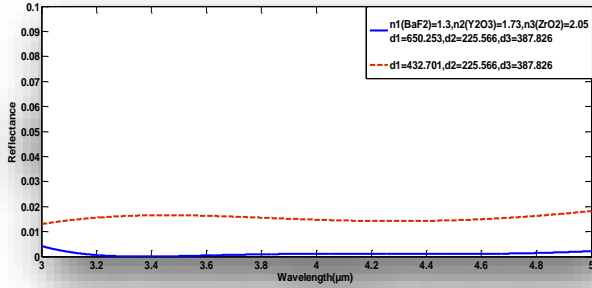
المتصل - نتائج المقدمة من قبل Asghar et. al، الخط

الاحمر المنقط - نتائج الدراسة الحالية).



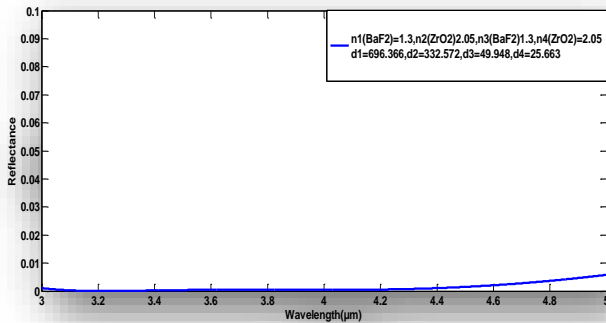
شكل (6) تصميم أمثل للأداء البصري يمتد لنطاق عريض

من الطيف ويغطي معظم أجزاء الطيف المختار.



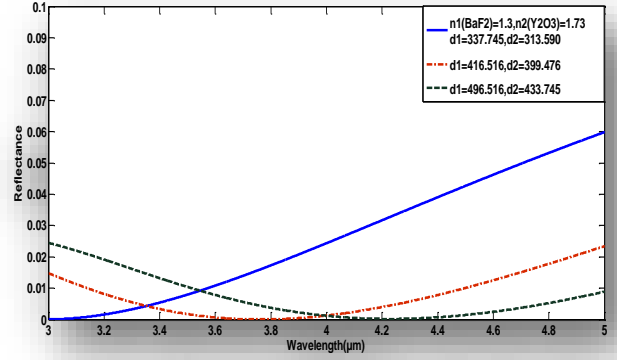
شكل (7) تأثير الطبقة الأولى على قيمة الانعكاسية المثلى

وتحديد نطاقها.



شكل (2) أنجاز انعكاسية واطئة ذات تسطح واضح في

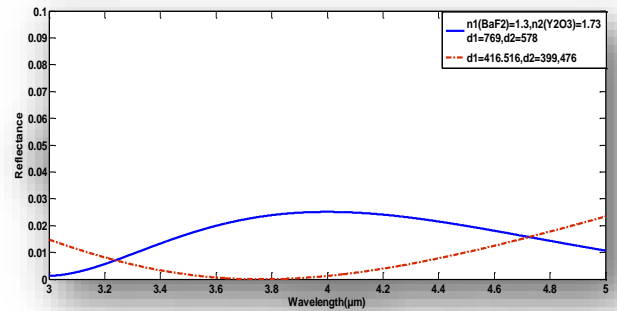
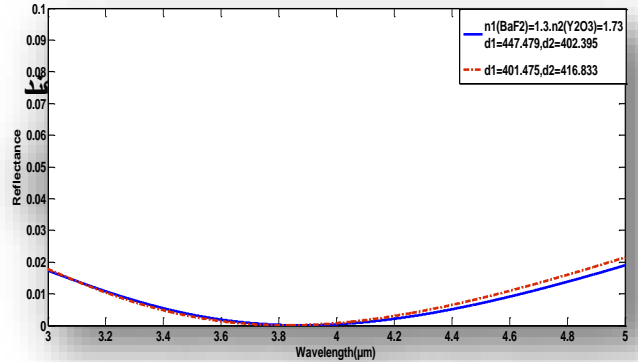
الأداء البصري وعند طول موجي محدد.



شكل (3) انعكاسية مثلى ذات تسطح واضح في أدائها

البصري وقريبة من الصفر عند طول موجي واحد يتناوب

موقعه مع زيادة عدد الطبقات.

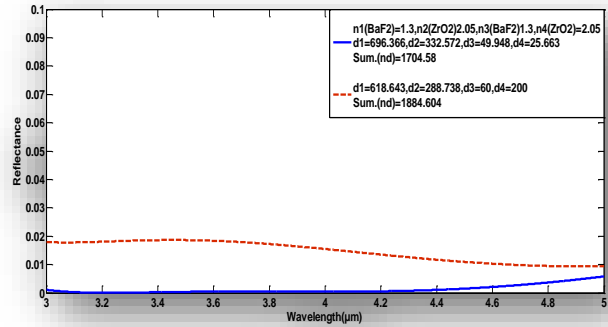


شكل (11) مقارنة في الأداء البصري عند طول موجة التصميم بين النتائج التي قدمت من قبل (Asghar et al.) لمرشح ARC ثلاثي الطبقة والنتائج التي حصلنا عليها في الدراسة الحالية (الخط الاحمر المنقط- نتائج المقدمة من قبل Asghar et. al، الخط الازرق المتصل - نتائج الدراسة الحالية).

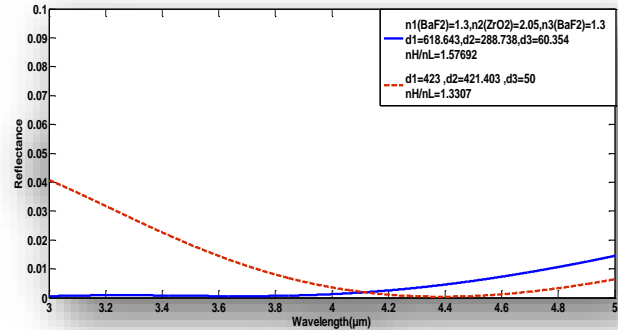
## Reference

- [1] Macleod, H.A; “*Thin-Film Optical Filters*”, 2<sup>nd</sup> edition, printed in UK, Ltd, Bristol, 2001.
- [2] Lesnic D, Wakefield G., Sleeman B.D, and Ockendon J.R., *Determination of the index of refraction of anti-reflection coatings*, Mathematics-in-Industry Case Studies Journal, vol. 2, pp. 155-173, 2010.
- [3] Yang J.M, and kao C.Y, *Efficient evolutionary algorithm for the thin-film synthesis of inhomogeneous optical coatings*, App.Op.vol. 40, no. 19, pp.3256-3267, 2001.
- [4] J.A Dobrowolski *Numerical methods for optical thin films*. Optics and Photonics News,vol. 8no.6, pp.24-33, 1997.
- [5] A.Rogalski, and K. chrzanowski, *infrared techniques and devices*, Opto-Electronics Review. vol 10, no. 2, pp. 111–136, 2002.
- [6] Nazar A, *Java Applet Technology for Design Interference Optical Coating*, Baghdad Science Journal, vol.8(2), 2011.
- [6] Abelès F., *Recherché sur la propagation desondes électromagnétiques sinusoid ales dans lesmilieus stratifiés*. Ann. Phys. Ser.vol. 12, no. 5, pp. 706-784, 1950.
- [7] Yang. J. M, and kao C.Y, *A robust evolutionary algorithm for optical thin-film designs*, Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation, (CEC00). La Jolla, California, USA. pp. 978-985, 2000.
- [8] Rashid H. Gh, *Design and optimization of thin-film optical filters with applications in the visible and infrared regions*, Ph.D. Thesis Al- Mustansiryiah University, 1996.
- [9] Tikhonravov A.V, Trubetskov M.K. and G.W. DeBell, “*Application of the needle optimization technique to the design of optical coatings*”, Appl. Opt.vol. 35, no.28, pp. 5493–5508, 1996.

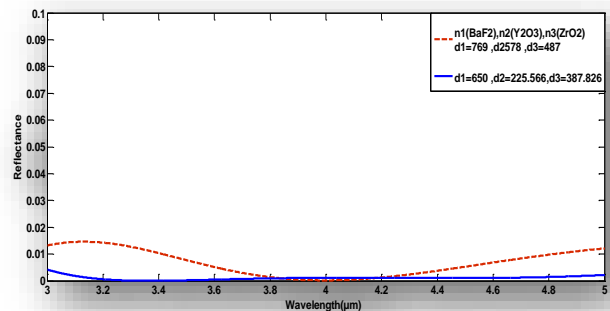
شكل (8) أنعكاسية مثلى تغطي أوسع مدى من الطيف المختار ونتيجة لأجراءات تحقق الامثلية بأقحام طبقات في مواضع مختلفة من التركيب.



شكل (9) مقارنة في أداء بصري أمثل بأعتاماد مادتين بصرية ذات معاملات انكسار متناوية (nL·nH) فإن مجموع السمك البصري الاقل لطبقات الطلاء ولنسبة (nH/ nL) معينة يعطي أداء أمثل.



شكل (10) مقارنة في الاداء البصري بأعتاماد مادتين بصرية ذات معاملات انكسار متناوية (nL·nH) فإن المواد التي تعرض تغيير حاد في معاملات انكسارهم يكون أدائها أفضل.



based on Characteristic matrices and numerical synthesis optimal method.

Results are very encouraging and indicate that this model is a robust and helpful model for antireflection coating design with ZnSe substrate. also in this paper we refer to the merit function that used.

**Keywords:** multilayer optical filter, synthesis methods, antireflection coating.

- [10] Rancourt J.D, *Optical Thin Films IV: New Developments*, SPIE, Vol. 2262, 25-27, 1994.
- [11] Furman S. and Tikhonravov A.V, *Basics of Optics of Multilayer Systems*, Gifsur-Yvette Cedex. France: Editions Frontieres. 1992.
- [12] Dobrowolskk J.A, M. K. Tikhonravov A.V. Trubetskov M., Sullivan. B, anVerly P.G, *“Optimal single-band normal-incidence antireflection coatings”* Appl. Opt., vol. 35. no. 4. pp. 644-658. 1996.
- [13] Kruse P.W, L. D.Meglauchlin, Richmond B.Mequistan, *Elements Infrared Technology: Generation, Transmission, and Detection*, New York. London, 1962.
- [14] Asghar M.H, Khan M.B, and Naseem S., *Modeling high performance multilayer antireflection coatings for visible and infrared (3.5mm) substrates*, Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. Vol. 6, No. 4, pp. 508-513, 2003.
- [15] Richards B.S, *Single-material TiO2 double-layer antireflection coatings*, Solar Energy Materials & Solar Cells 79, pp. 369–390, 2003.
- [16] Bouhafs D., Moussi A., Chikouche A., Ruiz J.M, *Design and simulation of anti-reflection coating systems for optoelectronic devices: Application to silicon solar cells*, Solar Energy Materials and Solar Cells 52 pp.79-93, 1998.

### Abstract

This work includes the design, performance, and applications of anti reflection coating (ARC) in the infrared spectral region.

In this study the design ARC related to isotropic, homogenous and non-dispersive dielectric thin film material deposited on Zinc Selenide (ZnSe) as substrate for normal incident of light. For design this kind of coating with taking into account the above points we have been building theoretical model using software (Matlab). This modal