

## دراسة تأثير اضافة المنغنيز على بعض الخصائص البصرية والكهربائية لبولي فينيل الكحول باستعمال تقنية الغزل الكهربائي.

عماد هيس عيدان<sup>1\*</sup> ، نديم خالد حسن<sup>2</sup>

1. قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، العراق.

2. قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، العراق.

البحث مستل من رسالة ماجستير الباحث الأول.

E-mail<sup>1</sup> : emadhaesedan@gmail.com ، E-mail<sup>2</sup> : nadimkh4@tu.edu.iq

### مستخلص:

يتضمن هذا البحث دراسة بعض الخواص البصرية والكهربائية لمادة بولي فينيل الكحول النقية والمطعمة بالمنغنيز بنسب تطعيم وزنية مختلفة (1,2,3)٪، المرسبة على ركائز زجاجية وباستخدام تقنية الغزل الكهربائي electrospinning. إذ أظهرت النتائج البصرية ان قيمة الامتصاصية تزداد بزيادة نسب التركيز، حيث تكون لنسبة التطعيم (2)٪ اعلى امتصاصية عند طول موجي (332)nm تقريباً. بينما تقل فجوة الطاقة البصرية بزيادة نسب التطعيم من المنغنيز Mn إذ تبلغ فجوة الطاقة (4.03) eV عند اعلى نسبة تطعيم (3)٪. أظهرت النتائج الكهربائية ان معامل هول (موجب) لبولي فينيل الكحول النقية اي ان من النوع p-type (أي ان اغلبية حاملات الشحنة هي الفجوات) وعند زيادة نسب التطعيم فأن معامل هول يكون (سالبة) فتنحول الى نوع n-type (أي ان اغلبية حاملات الشحنة هي الالكترونات). الكلمات المفتاحية: الغزل الكهربائي، اغشية رقيقة، بوليمر (PVA)، منغنيز، تأثير هول.

## Study the effect of manganese addition on some optical and electrical properties of polyvinyl alcohol using electrospinning technique.

Emad Hayes Edan<sup>1\*</sup> ، Nadim Khalid Hassan<sup>2</sup>

1. Department of physics, College of Education for Pure Sciences, University of Tikrit, Iraq.

2. Department of physics, College of Education for pure sciences, University of Tikrit, Iraq.

### Abstract:

This research includes a study of some optical and electrical properties of pure polyvinyl alcohol doped with manganese with different doping ratios (1,2,3)%Wt, deposited on glass substrates using the electrospinning technique. The optical results showed that the value of the absorbance increased with the increase of the concentration ratios, where the doping ratio (2)% had the highest absorbance at a wavelength of approximately (332)nm. While the optical energy gap decreases by increasing the doping ratio of Mn, as the energy gap reaches (4.03)eV at the highest doping ratio (3)%. The electrical results showed that the Hall coefficient (positive) for pure polyvinyl alcohol, is of p-type (the majority of charge carriers are the holes), When the inoculation rates are increased, the Hall coefficient is (negative), so it turns into an n-type (meaning that the majority of charge carriers are electrons).

**Key words:** Electrospinning, Thin film, PVA polymer, Manganese, Hall Effect.

لها القدرة على الالتصاق بالمواد السليلوزية لذلك السبب فانها تدخل في صناعة الورق وفي طلاء الافلام الفوتوغرافية وفي صناعة اغشية مقاومة للأوكسجين وغيرها من الاستخدامات، ولها خصائص بصرية معتمدة على نوع التطعيم [6]. يمكن تقسيم بولي فينيل الكحول الى قسمين هما بولي فينيل الكحول الذي يتحلل تحلل تام في الماء والاخر بولي فينيل الكحول الذي يتحلل تحلل جزئي في الماء، إذ بلغت درجة انصهاره عملياً 229.5 درجة سيليزية بينما بلغت درجة انصهاره نظرياً 230 درجة سيليزية [7]. في هذا البحث تم استعمال طريقة الغزل الكهربائي Electrospinning التي تعد من اكثر الطرق شيوعاً لإنتاج الالياف وهي طريقة كهربائية ميكانيكية يمكن من خلالها إنتاج الالياف بأقطار صغيرة جداً من رتبة النانومتر والميكرو متر. وهي طريقة قليلة التكلفة وكذلك يمكننا فيها السيطرة والتحكم على الظروف المختبرية. حيث يتم استعمال قيمة فولتية عالية في تقنية الغزل الكهربائي وذلك لإنتاج قطرة سائل بوليمرية مشحونة بشحنات كهربائية، ويتم تصليبها او تجفيفها لإنتاج الياف بوليميرية وهذه العملية تحتاج الى عدة متطلبات وهي: مصدر جهد عالي وإبرة ومضخة وسيرنج (Syringe) ومجمع معدني [8].

## 2. الجزء النظري The theoretical part:

### 2.1. الغزل الكهربائي Electrospinning:

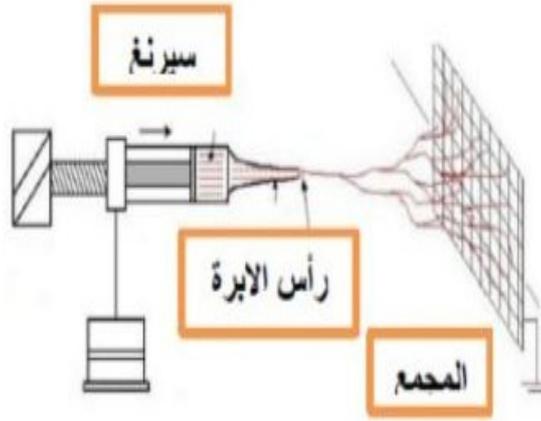
وهي من التقنيات التي عن طريقها يمكن الحصول على الألياف بمواصفات مختلفة، إذ تعتمد على القوة الكهربائية الساكنة في تشكيل الألياف بينما التقنيات الاخرى تعتمد على القوة

## 1. المقدمة Introduction:

يمكن ان نعرف الألياف النانوية على انها بنى تمتلك أقطار اقل من (1) مايكرومتر ولا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة، يمكن ان نشاهدها بالمجهر الالكتروني. إذ تشكل الألياف النانوية نوع جديد من المواد التي تمتلك أقطار في مجال النانو، وكذلك تمتلك الألياف النانوية خصائص مختلفة تميزها عن الألياف الاخرى ومن اهم هذه الخصائص هي المسامية العالية والنفوذية العالية والمساحة السطحية الكبيرة الاستثنائية لكل وحدة كتلة وكلفة التصنيع المنخفضة والوزن المنخفض [1]. تعد المواد البوليميرية من اكثر المواد المستخدمة في الوقت الحاضر لأنها مواد سهلة التصنيع ورخيصة الثمن وذات مواصفات جيدة. ان المواد البوليميرية معظمها مواد عازلة وأنها دخلت في الصناعات الالكترونية والكهربائية، إذ تم استخدامها في عدة مجالات بدءاً من الادوات المنزلية والعوازل الكهربائية الى صناعة الطائرات والسيارات. ومن جانب اخر تم استبدال بعض المعادن بالبوليميرات لأنها تمتلك خواص مشابهة لخواص بعض المعادن، ومن اهم هذه الخواص هي الخواص الكهربائية حيث وجد بعض البوليميرات لها خواص كهربائية عالية فهي تمتلك قيم توصيلية تمتد من اشباه الموصلات إلى المعادن [2,3]. ان معظم البوليميرات تتأثر عند تعرضها للضوء وخاصة الجزء فوق البنفسجية (UV) من طيف الشمس (300-400 nm) [4]. ومن المواد البوليميرية مادة بولي فينيل الكحول (PVA) تكون على هيئة حبيبات ذات اللون الابيض وعديمة الرائحة [5]، لها القابلية على الذوبان في الماء وانها مقاومة لفعل الزيوت والمذيبات. وكذلك

السطحي للسائل عند زيادة الجهد المطبق، فتتشوه القطرة الموجودة على رأس الإبرة لتصبح ذات شكل مخروطي يسمى مخروط تايلور. السائل المشحون يتدفق من رأس الإبرة بعد التغلب على قوى التوتر السطحي، يسبب التفاعل بين القوتين للسائل إلى امتطاط السائل ويتبخر المذيب اثناء خضوعه إلى حركة التفافية وتشكل إلياف على سطح الركائز الزجاجية [10]. في هذا العمل طبق جهد مقداره 20 kV وكان معدل التدفق (0.05 ml/h) والمسافة بين المجمع ورأس الإبرة 16 cm والشكل (1) يبين مبدأ عمل الغزل الكهربائي .

الميكانيكية [9]. تعتبر طريقة الغزل الكهربائي Elec-trospinning من اكثر الطرق شيوعاً لإنتاج الألياف وهي طريقة ميكانيكية كهربائية اقتصادية وبسيطة يمكن من خلالها ان تنتج ألياف دقيقة بأقطار صغيرة جداً (نانومتر والميكرو متر) باستخدام فرق جهد عالي. حيث يتم استعمال فولتية عالية في هذه التقنية وذلك لإنتاج الألياف، وتحتاج هذه التقنية إلى مضخة سيرنج (Syringe) ومصدر للجهد العالي ومجمع معدني. حيث ان القطرة الموجودة عند رأس الإبرة تخضع إلى قوتين اساسيتين هما قوة التوتر السطحي وقوة التنافر الكهربائي الساكن. إذ تبدأ قوة التنافر الكهربائي بالتغلب على قوة التوتر



الشكل (1): يبين مبدأ عمل الغزل لكهربائي [10].

حسب المعادلة المولارية الآتية [11]:

$$M = \frac{W_t}{M.W_t} * \frac{1000}{V} \dots\dots\dots (1)$$

حيث ان:

M: المولارية (g/mol).

W<sub>t</sub>: الوزن (g).

M.W<sub>t</sub>: الوزن الجزيئي (u).

V: الحجم (mL).

### 3. الجزء العملي Experimental:

#### 3.1. تحضير المواد samples preparation:

تم تحضير نموذج من بولي فينيل الكحول النقي (PVA) عن طريق اذابة (6) غرام من بولي فينيل الكحول في 60 ml من الماء المقطر. واذابه (0.12255) غرام من اسيتات المنغنيز في 10 ml (10) من الماء المقطر بتركيز M(0.5). حيث ان الوزن الجزيئي لاسيتات المنغنيز هو (245.1)g/mol

0.05) ml/h وعند الانتهاء من عملية الغزل يجب عدم رفع العينة مباشرة حتى تجف بدرجة حرارة الغرفة.

#### 4. النتائج والمناقشة

##### :RESULTS AND DISCUSSION

##### 1.4 الخصائص البصرية The Optical properties:

ان دراسة الخصائص البصرية توفر معلومات هامة عن المواد البوليميرية، ووضعها ضمن التطبيقات العملية. إذ يرتبط بشكل وثيق السلوك البصري مع تركيب مستويات الطاقة والتركيب البلوري للمادة حيث تم دراسة الخصائص البصرية لمادة PVA النقية والمشوبة بنسب تشويب (1،2،3)٪ من مادة المنغنيز والتمثلة بطيف الامتصاص وفجوة الطاقة البصرية وكالآتي:

##### 1.1.4 طيف الامتصاص Absorption spectrum:

تم قياس الامتصاصية Absorption كدالة للطول الموجي لألياف بولي فينيل الكحول النقية والمطعمة بتراكيز مختلفة من المنغنيز (Mn) (1،2،3)٪ في درجة حرارة الغرفة والشكل (2) يبين طيف الامتصاصية لألياف بولي فينيل الكحول النقية والمطعمة بالمنغنيز والمحضرة بطريقة الغزل الكهربائي electrospinning على قواعد من الزجاج. إذ تم دراسة الخصائص البصرية للألياف المحضرة عن طريق قياس طيف الامتصاصية للمنطقة المحصورة بين (1100- nm (190)، حيث تم حساب فجوة الطاقة البصرية (E.g) والامتصاصية Absorption من خلال هذه القياسات.

وكما موضح في الشكل (2) نلاحظ زيادة في قيم الامتصاصية بدلالة الاطوال الموجية المرافقة للفوتونات الساقطة لجميع الالياف النانوية لبولي

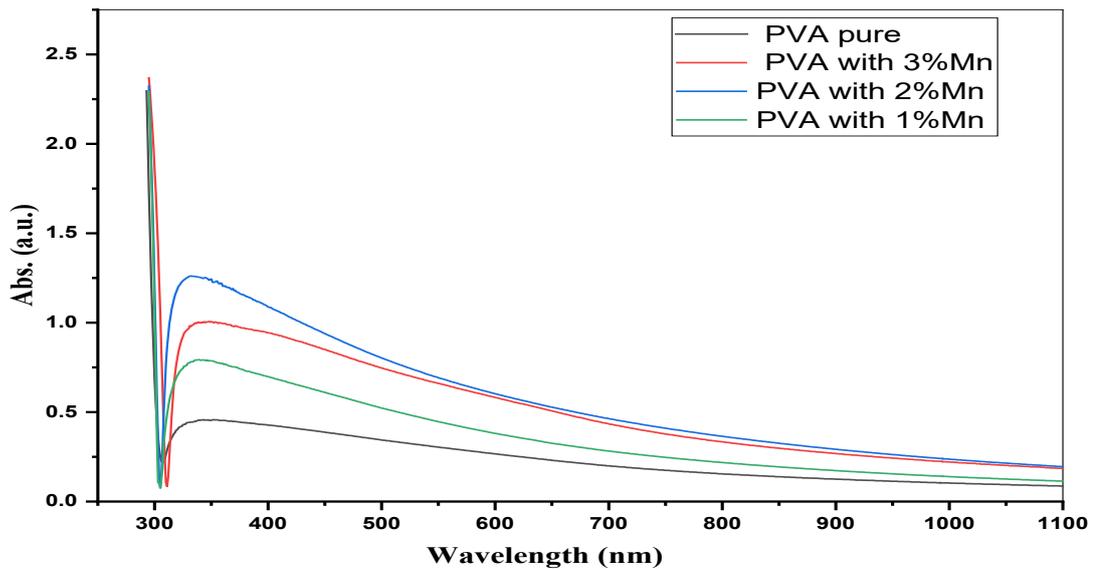
إذ تم استخدام الميزان الالكتروني الحساس Sensitive Electronic Balance لوزن المادة المراد تحضيرها. وضعنا ورقة الترشيح على الميزان ووضعت المادة المستخدمة في بحثنا الحالي، ثم بعدها وضعنا المادة في دورق الماء واضفنا كمية الماء المطلوبة. ونضع الدورق على جهاز الخلاط المغناطيسي Magnetic stirrer لمدة ساعة ونصف وبدرجة حرارة  $90^{\circ}C$  لضمان الحصول على محلول اكثر تجانساً ولغرض تحضير محلول (PVA) المشوب باسيتات المنغنيز تم خلط نسب وزنية معينة من بولي فينيل الكحول مع نسب وزنية معينة من اسيتات المنغنيز ووضع الخليط على جهاز الخلاط المغناطيسي لمدة نصف ساعه وبدرجة حرارة  $40^{\circ}C$  والغرض منه الحصول على تجانس للمحاليل. ولغرض تحضير محلول (PVA) المطعم بالمنغنيز تضاف نسب وزنية (1،2،3)٪ ووضع الخليط على جهاز الخلاط المغناطيسي Magnet-ic stirrer لمدة نصف ساعه وبدرجة حرارة  $40^{\circ}C$  والغرض منه الحصول على تجانس للمحاليل وبعدها تبرد المحاليل الى درجة حرارة الغرفة. إذ تم استخدام تقنية الغزل الكهربائي electrospinning لترسيب الاغشية على شرائح زجاجية الزجاج الاعتيادي بسلك (1) mm يتم تقطيعها باستخدام مقص خاص لتقطيع الزجاج بعرض (2.5) cm وطول (2.5) cm حيث تغسل هذه السلايدات بالماء المقطر لمدة ثلاث دقائق وبعدها تغسل بالايثانول لمدة دقيقتين واخيراً تجفف وتوضع على ورقة التجفيف دون ان تلامس الايدي وذلك باستعمال الملقط. وقمنا بالغزل الكهربائي لهذه المحاليل حيث كانت قيم الجهد الكهربائي المطبق (20) kV والمسافة بين المجمع وراس الابرة هي (16) cm والتدفق

تكوين مادة المنغنيز المضافة شبكة داخل الخليط البوليميري النقي كما موضح في الشكل (2). تظهر حافة الامتصاص الحادة لبولي فينيل الكحول عند طول موجي (343) nm وهذه النتائج تتفق مع النتائج التي حصل عليها الباحث [16]. بينما يظهر حافة طيف الامتصاص لبولي فينيل الكحول المطعم (3)٪ عند طول موجي (348) nm كما مبين في الجدول (1).

فينيل الكحول المطعمة، حيث تزداد الامتصاصية عند زيادة نسب التطعيم وهذا يتفق مع نتائج الباحثون [12,13,14]، والسبب في ذلك يعود الى كثافة المستويات التي تكونت عن طريق المادة المطعمة ما بين حزمتي التوصيل والتكافؤ، إذ تساعد هذه المستويات على انتقال الالكترونات الماصة للفوتونات ذات الطاقة الاقل [15]. نلاحظ عند اضافة المنغنيز بنسبة ٪(2) فأن الامتصاصية تزيد بشكل كبير ويعود السبب في ذلك الى

الجدول (1): اعلی امتصاصية لبولي فينيل الكحول والمطعم بتركيز مختلفة.

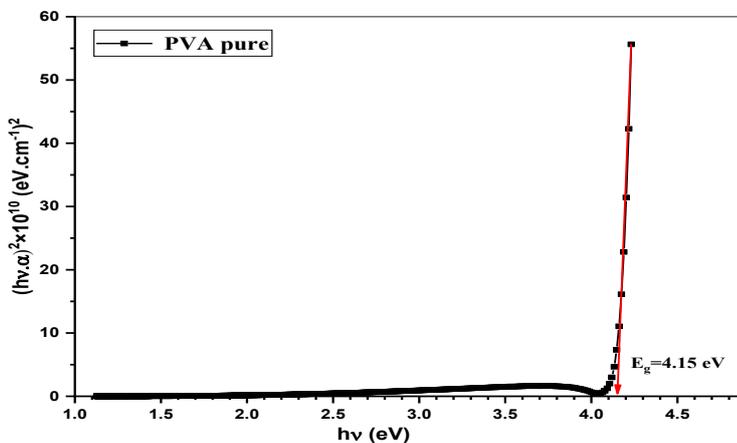
Samples	$\lambda_{max}$ (nm)	Abs.
Pure PVA	343	0.458
PVA/1%Mn	339	0.794
PVA/2%Mn	332	1.262
PVA/3%Mn	348	1.007



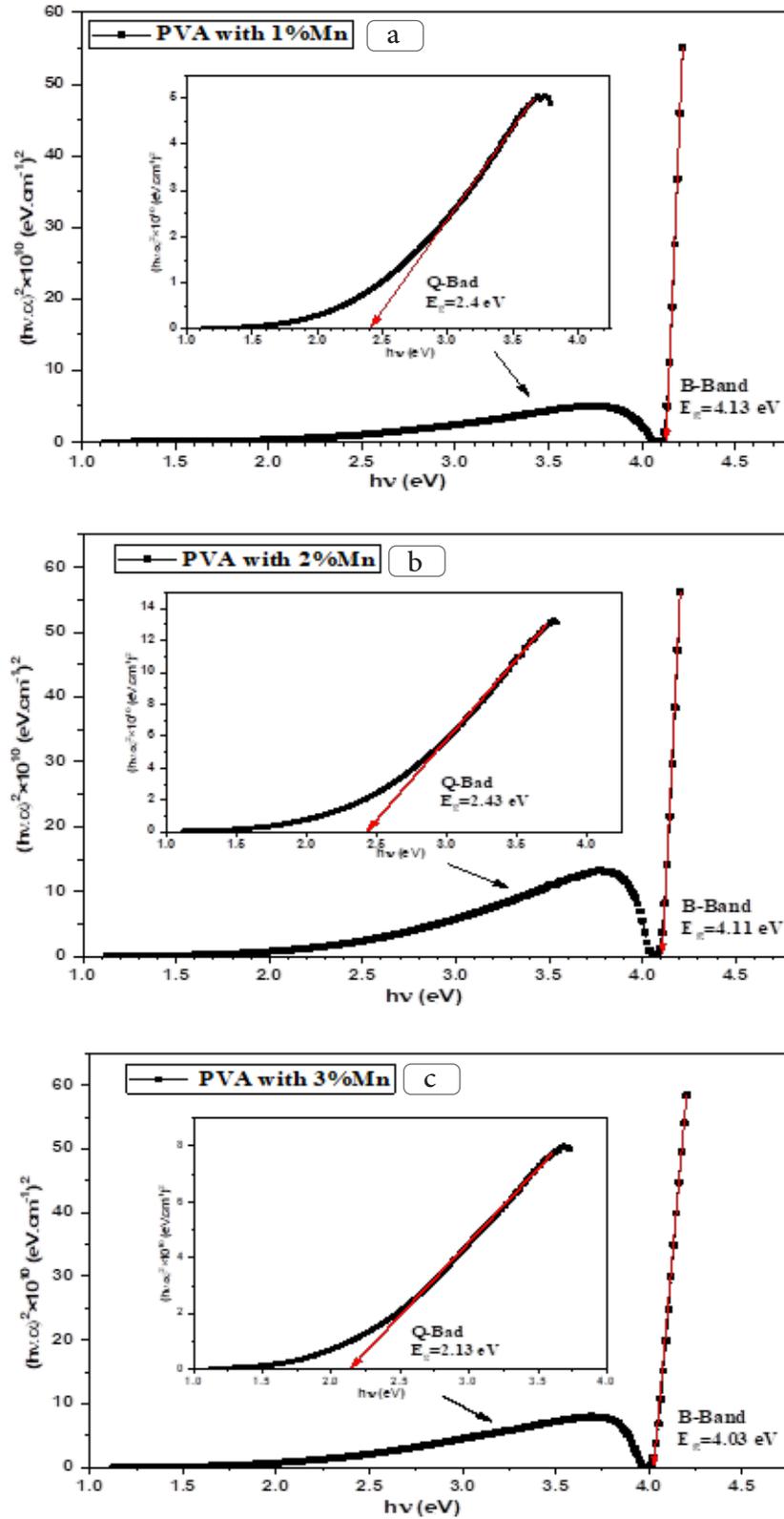
الشكل (2): تغير الامتصاصية (Abs.) لبولي فينيل الكحول (PVA) دالة للطول الموجي وبتراكيز مختلفة.

وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي حصل عليها الباحثين [18,19]. ان سبب هذا الانخفاض في قيمة فجوة الطاقة هو تكوين روابط تناسقية تفصل بين عنصر المنغنيز وجزيئات بولي فينيل الكحول، والتي تشكل مستويات المصيدة traplevels بين حالة الطاقة HOMO و LOMO مما جعل انتقالات الطاقة المنخفضة ملائمة وأدى الى تقليل فجوة الطاقة البصرية [20]. ان الزيادة في نسب التطعيم من المنغنيز نتج عنها منحنيات امتصاص اضافية. تتوافق هذه القيم مع فجوات الطاقة التي تتناقص مع زيادة التطعيم بنسب (1,2,3) % من المنغنيز، مع الاخذ في الاعتبار التغيير في قيم قطر الالياف اثناء عملية الغزل الكهربائي وزيادة في مساحة السطح، مما جعل هذه المواد النانوية المركبة مرغوبة في مجموعة واسعة من التطبيقات، مثل المتحسسات وجيل جديد من المولدات النانوية الكهرو ضغطية. اضافة الى ذلك ارتفاع مستويات الامتصاص في منطقة الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet تشير الى استخدام الالياف النانوية المركبة في الحماية من الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet والدرع الواقية من الاشعاع [21,22].

2.1.4 فجوة الطاقة البصرية Optical energy gap: تعتمد قيم فجوة الطاقة بشكل عام على التركيب البلوري للعينات وترتيب الذرات وتوزيعها في الشبكة البلورية والتي تتأثر ايضاً بالانتظام البلوري. يتم تحديد قيم معامل الامتصاص لكل طول موجي للاشعاع الكهرومغناطيسي على اساس اطياف (UV-VIS) ويتم حساب فجوة الطاقة باستخدام المعادلة ، حيث  $r=0.5$  للتحويلات المباشرة المسموحة لالياف بولي فينيل الكحول النقي والمطعم بنسب (1,2,3) % من عنصر المنغنيز (Mn) وفقا للرسم البياني بين  $(ahv)^2$  على محور الصادات و  $(hv)$  على محور السينات بوحدة (eV)، يمثل تقاطع الخط المستقيم عند  $(ahv)^2 = 0$  قيمة فجوة الطاقة. كما هو موضح في الشكل (3) فجوة الطاقة للالياف النانوية لبوليمر النقي وهي (4.15 eV) وهذا يتطابق مع النتائج التي حصل عليها الباحث [17]. ان اضافة المنغنيز الى محلول البوليمر بنسب (1,2,3) % ادى الى انخفاض قيم فجوة الطاقة المباشرة الى (4.03 eV) مقارنة مع قيمة فجوة الطاقة لالياف بولي فينيل الكحول النقية كما في الشكل (4). ان قيم فجوة الطاقة لجميع العينات تنخفض بزيادة نسب التطعيم كما معطاة في الجدول (2)



الشكل (3): فجوة الطاقة البصرية لاغشية بولي فينيل الكحول النقية.



الشكل (4): قيم فجوة الطاقة البصرية لأغشية بولي فينيل الكحول المشوبة (a) - للنسبة 1% (b) - للنسبة 2% (c) - للنسبة 3%.

الجدول (2): قيم فجوة الطاقة البصرية

للحزمتين ( Q-band و B-band ) لأغشية ألياف PVA النقية والمطعمة.

Sample	Eg of Q – band (eV)	Eg of B – band (eV)
Pure PVA	–	4.15
PVA/1%Mn	2.4	4.13
PVA/2% Mn	2.43	4.11
PVA/3% Mn	2.13	4.03

اغلبية حاملات الشحنة هي الكترولونات) وهذا يتفق مع الباحث [23]. بينما نلاحظ نسبة التطعيم (%3) من المنغنيز هي من النوع الموجب (p-type) يعود سبب ذلك الى عدم انتشار جسيمات المنغنيز عند اضافتها إلى البوليمر اي بسبب عملية الخلط. نلاحظ ان قيمة المقاومة تقل عند زيادة نسب التطعيم بالنسبة للمنغنيز، بينما تحركية حاملات الشحنة فأنها تتباين نحو الزيادة عند زيادة نسب التطعيم. ومن خلال هذه النتائج يتضح بأن تأثير ذرات الشوائب للمنغنيز يظهر بصورة واضحة عند حدوث تناقص في المقاومة للألياف المطعمة مقارنة بالألياف النقية إذ يدل ذلك على وجود زيادة في التيار المار، اي ان ذرات المنغنيز تصرفت كشوائب استبدالية اتخذت مواقع محل ذرات الشبيكة الأصلية لمادة بولي فينيل الكحول، ويعود سبب النقصان الحاصل في معامل هول عند زيادة نسب التطعيم مقارنة بالألياف النقية الى صغر قيم التيارات التي تمر عبر الالياف. ان الغاية من دراسة تأثير هول معرفة مدى ملائمة هذه المواد لصنع الأجهزة الالكترونية بمختلف انواعها.

2.4 . الخصائص الكهربائية: Electrical Properties

1.2.4 تأثير هول Hall Effect

تم اجراء قياس تأثير هول Hall Effect في درجة الحرارة الاعتيادية للتعرف على الخصائص الكهربائية لألياف بولي فينيل الكحول (PVA) النقية والمطعمة بنسب تطعيم مختلفة (%1,2,3) من المنغنيز والمرسبة على الزجاج بطريقة الغزل الكهربائي-electrospin-ning، وذلك لمعرفة نوع حاملات الشحنة وإيجاد معامل هول Hall Coefficient وتركيز حاملات الشحنة Carrier Concentration والتحركية Mo-bility والمقاومة النوعية Resistivity. من خلال قيمة معامل هول (الموجبة) الموجود في الجدول (3) تبين لنا أن الأغشية المحضرة لبولي فينيل الكحول النقية هي من النوع الموجب (p-type) (أي ان اغلبية حاملات الشحنة هي الفجوات) وذلك لأن بولي فينيل الكحول هو احد البوليمرات العازلة من النوع P-type وهذا يتفق مع الباحث [23]. اما بالنسبة للألياف المطعمة بالمنغنيز بنسب (%1,2) فأن قيمة معامل هول (السالبة) تبين لنا ان الاغشية المحضرة هي من النوع السالب (n-type) (اي ان

(الجدول 3): يبين قياسات تأثير هول لأغشية بولي فينيل الكحول النقية والمطعمة بنسب (1,2,3)%.

Sample	Bulk concentration (1/cm <sup>3</sup> )	Sheet concentration (1/cm <sup>2</sup> )	Resistivity (Ω.cm)	Carrier Type	Hall coefficient (cm <sup>3</sup> /C)	Mobility (cm <sup>2</sup> /V.s)
Pure PVA fibers	1.516×10 <sup>13</sup>	8.356×10 <sup>8</sup>	2.136×10 <sup>5</sup>	p-type	4.116×10 <sup>5</sup>	1.927
PVA fibers with 1% Mn	-1.300×10 <sup>13</sup>	-7.163×10 <sup>7</sup>	1.254×10 <sup>5</sup>	n-type	-4.802×10 <sup>6</sup>	3.828×10
PVA fibers with 2% Mn	-2.760×10 <sup>13</sup>	-1.521×10 <sup>9</sup>	1.917×10 <sup>5</sup>	n-type	-2.262×10 <sup>5</sup>	1.180
PVA fibers with 3% Mn	4.355×10 <sup>12</sup>	2.400×10 <sup>8</sup>	2.027×10 <sup>5</sup>	p-type	1.433×10 <sup>6</sup>	7.071

book of Polymer Science, (Billmeyer, Fred W., Jr) “, (1972): A396.

- [7]. S. Panboon, “Electro Spinning of Polyvinyl alcohol/Chitosan Fibers for Wound Dressing Application”, M.Sc. Thesis, Graduate College/Department of Industrial Chemistry, Graduate College, 2005 .
- [8]. S. Benaicha, F. Zidani, R. N. Said and M. S. Said ,”Improved Dtc Of Induction Motor With Fuzzy Resistance Estimator”, EUSFLAT Conf.. 2005.
- [9]. R. A .Ahmed, N. K. Hassan and I. M. Ibrahim, “The structural and figure of merit photodetector of PVP-doped with lanthanum”, Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB) 17.3 (2022).
- [10].C.Migliaresi, G. A. ., Ruffo and F. Z. Volpato, “Advanced electrospinning setups and special fibre and mesh morphologies”, Electrospinning for Advanced
- .5 المصادرReferences :**
- [1] .V.Beachley and W. Xuejun ,”Polymer nanofibrous structures: Fabrication, biofunctionalization, and cell interactions”, Progress in polymer science 35.7 (2010): 868-892 .
- [2]. G.A.Kontos,A.L. Soulintzis and P. K. Karahaliou,”Electrical relaxation dynamics in TiO2-polymer matrix composites”, Express Polym Lett 1.12 (2007): 781-789.
- [3] . H.F.Brinson and L.Catherine, “Polymer engineering science and viscoelasticity”, An introduction (2008): 99-157.
- [4]. L.H. Howard, “Introduction to physical polymer science.” (2006): 787-787.
- [5]. S.K .Saxena , “61st JECFA-Chemical and Technical Assessment (CTA), 2003 POLYVINYL ALCOHOL (PVA) “, (2004): 3-5.
- [6].T.E. Ferington and W. R. Grace, “Text-

- [18]. S.A.Salman, A.Sabah, N. A. Bakr and H. T. Homad. "A study of FTIR and some mechanical properties of sodium iodide (NaI) salt filled polymer polyvinyl alcohol (PVA) films." *Int. Lett. Chem. Phys. Astron* 78 (2018): 30-38.
- [19] . G.S.Ahmed, S.Ghuzlan, S.H. Salman and E. Y. Abid, "Study the Optical Properties of Polymer Poly Vinyl Alcohol doped with CuO and Fe<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub> Thin films", *Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Sciences* 29.3 (2016): 345-354.
- [20] . K.Sreekanth, T. Siddaiah ,N.O. Gopal,N.K. Jyothi ,K.V. Kumar and C.Ramu,"Thermal, structural, optical and electrical conductivity studies of pure and Mn<sup>2+</sup> doped PVP films", *South African Journal of Chemical Engineering* 36 (2021): 8-16.
- [21]. W. Matysiak, T. Tański and M. Zaborowska, "Manufacturing process and characterization of electrospun PVP/ ZnO NPs nanofibers", *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences* 67.2 (2019): 193-200.
- [22]. Matysiak, W., T. Tański, and M. Zaborowska, "Electrospinning process and characterization of PVP/hematite nanofibers", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 461. No. 1. IOP Publishing, 2018.
- [23].Mohammed, Abeer, M. Ghazi and M. H. Suhail. "Some electrical properties of PVA: PEG/MnCl<sub>2</sub> thin film composites", *Iraqi Journal of Physics* 15.33 (2017): 122-130.
- Biomedical Applications and Therapies. 1st ed. United Kingdom: Smithers Rapra (2012): 22-68.
- [11]. I. M. Ibrahim, M. O. Salman and A. S. Ahmed, "Electrical behavior and Optical Properties of Copper oxide thin Films", *Baghdad Science Journal* 8.2 (2011).
- [12]. O. G. Abdullah, D. R. Saber, "Optical absorption of polyvinyl alcohol films doped with nickel chloride", *Applied Mechanics and materials*. Vol. 110. Trans Tech Publications Ltd, 2012.
- [13].A. Hashim,M.Ali and B.H. Rabe., "Optical properties of (PVA-CaO) composites", *American Journal of Scientific Research* 69 (2012): 5-9.
- [14].M. Abdallh, O. Hamood and E. You-sif. "Study the optical properties of poly (vinyl alcohol) doped cupper chloride", *Al-Nahrain Journal of Science* 16.1 (2013): 17-20.
- [15].A. El-Khodary, "Vibrational, thermal, optical and magnetic investigations of PVA films filled with FeCl<sub>3</sub> and CoCl<sub>2</sub>", *Physica B: Condensed Matter* 404.8-11 (2009): 1287-1294.
- [16]. M.Abdul Nabi,R.M.Yusop,E.You-sif,B.M.Abdullah,J.Salimon,N.Salih and S.I.Zubairi ,"Effect of nano ZnO on the optical properties of poly (vinyl chloride) films", *International journal of polymer science* 2014 (2014).
- [17].N.M. Hassan,"Enhancement of the solubility of polyaniline and studying the optical properties of (PANI+ PVA) polymers blends", *Iraqi Journal of Physics* 13.27 (2015): 83-90.