

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

● تأثير نسب المولارية على الخصائص التركيبية  
والبصرية لأغشية **ZnO** المحضرة بطريقة  
الرش الكيميائي الحراري

## الملخص:

تم في هذا البحث دراسة تأثير نسب المولارية على الخصائص البصرية والتركيبية لأغشية أكسيد الزنك ZnO باستخدام طريقة الترسيب الكيميائي الحراري, حيث رسبت الأغشية على شرائح زجاجية من محلول نترات الزنك المائية  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  وبنسب (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5) مول/لتر وعلى مسافة رش 28 cm ، وحضرت الأغشية بدرجة حرارة قاعدة 623K، والغاز الناقل هو النايتروجين وقد أوضحت القياسات البصرية بان الأغشية تمتلك نفاذية عالية تصل الى 90% وتقل النفاذية بزيادة نسب المولارية كما ان قيم فجوة الطاقة البصرية ومعامل الامتصاص تغير تبعاً لتغير نسب المولارية, كما تم اجراء فحوصات AFM و XRD.

# المقدمة

جذبت أغشية ZnO اهتمام الكثير من الباحثين في مجال تكنولوجيا الالكترونيات البصرية (Optoelectronics) نظراً لخواصه التي تجعله مناسباً لتطبيقات عدة , إن أوكسيد الخارصين (ZnO)، مركب شبه موصل ثنائي- سداسي (II-VI)، ذو فجوة طاقة مباشرة (3.3eV)[3]. ويعد أوكسيد الخارصين (ZnO) أحد الأكاسيد الموصلة الشفافة (TCO) التي جذبت الكثير من الاهتمام بسبب خواصه النوعية، إذ يمتلك استقرارية بصرية وكيميائية عالية في منطقة بلازما الهيدروجين، ونفاذية بصرية عالية في المنطقة المرئية (visible) والقريبة من تحت الحمراء (near infrared)[4,5]. اكتسبت أغشية ZnO مؤخرًا أهمية لأسباب عدة، منها ,إنها مادة رخيصة الثمن نسبياً مقارنة بالمواد الأخرى ، فضلاً عن أنَّ إحدى صفاته المميزة هي أنه ينمو على طول الاتجاه (002) في درجات الحرارة المنخفضة نسبياً والتي تنسب إلى الطاقة الأقل، إن إنماء مركب ZnO على قواعد مثل(الزجاج، البوليمر) في درجات حرارية منخفضة نسبياً له أهمية خاصة في تطبيقات شاشات العرض (Display) والخلايا الشمسية (Solar cell)[6,7]. وأوكسيد الخارصين النقي مركب صلب أبيض يذوب في حامض الخليك و الحوامض المعدنية والأمونيا و كاربونات الأمونيوم والهيدروكسيدات القلوية، ولا يذوب في الماء أو الكحول لذا فهو أوكسيد أمفوتيري [8]. تستعمل مادة ZnO كسائل أو كريم لتجميل البشرة أو الشعر ، ويستعمل كمرهم طبي في التئام الجروح [9]. إن من انسب طرق إنتاج الأغشية الرقيقة هو استخدام طريقة التحلل الكيميائي الحراري .[10] وذلك لكونها بسيطة ,قليلة التكاليف ,وكافيه لتحضير الغشاء بالحجم المطلوب وبمساحات قد لا يمكن الحصول عليها باستخدام طرق أخرى,يمكن تحضير أغشية لمواد قد تكون درجة انصهارها عاليه , ويمكن تحضير أغشية ذات مواصفات بصرية وكهربائية معينة وذلك عند مزج عدة مواد وقد تم الحصول على أغشية متجانسة وشديدة التلاصق بالزجاج وخالية من الثقوب الابرية (Pion hole).

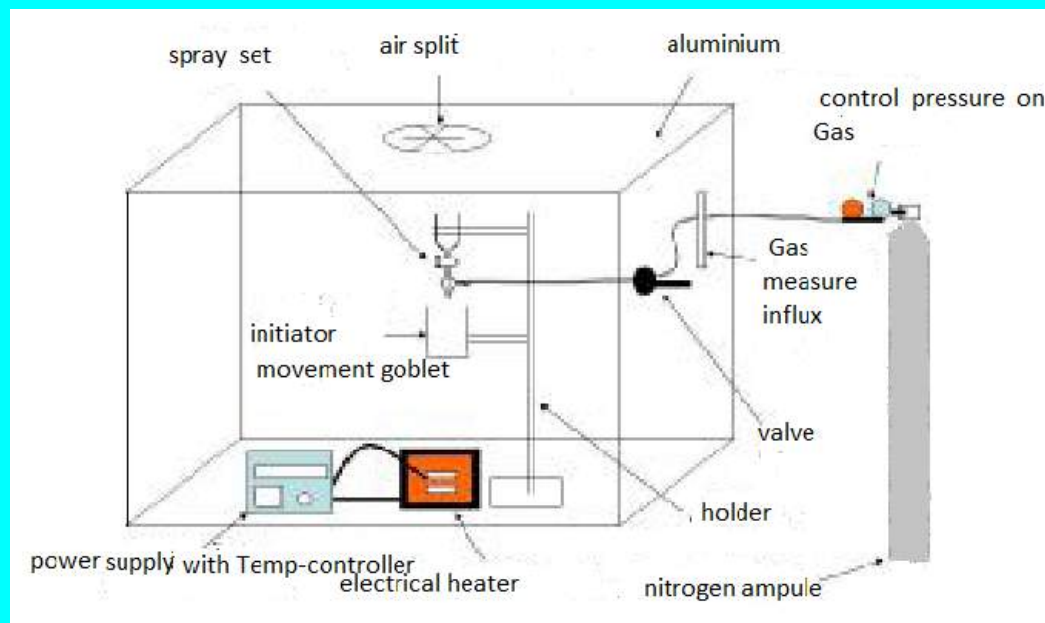
# العمل التجريبي

تم تحضير أغشية اوكسيد الخارصين على الزجاج بعد إجراء عملية التنظيف له , من محلول نترات الزنك المائية  $Zn(NO_3)2.6H_2O$  ، المجهز من شركة (Fluka) وبنقاوة 99.9% وعلى مسافات رش 28 cm ، ودرجة حرارة قاعدة 623K بتركيز مختلفة من نسب المولارية (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5) مول/لتر , حيث وضعت كل منها في 100 مل من الماء المقطر . ويوضع المحلول المراد ترسيبه على سخان حراري يحتوي على خلاط مغناطيسي ويبقى لمدة ساعة حتى يتم إذابة المادة بالكامل في درجة حرارة الغرفة, بعد ذلك رش المحلول بواسطة الجهاز المبين في الشكل (1) على قواعد زجاجية ساخنة للحصول على أغشية اوكسيد الخارصين, تم استخدام النايتروجين كغاز حامل لترسيب الأغشية . وتم إضافة قطرة من حامض النتريك للمحلول. وتم الحصول على أغشية رقيقة متجانسة حيث كانت زمن الرش 10s , فترة التوقف بعد كل رشة 2min. معدل الترسيب 7 ml/min.

تم قياس سمك الغشاء بطريقة الوزن باستخدام العلاقة التالية:

$d$  يمثل السمك, الفرق في الوزن ، الكثافة  $A$ ، هي مساحة القاعدة وباستخدام ميزان الكتروني حساس من نوع (Mettler-AE160) تبلغ حساسيته  $10^{-4}g$  وذلك لغرض وزن القاعدة الزجاجية قبل وبعد عملية الترسيب سجل طيفي النفاذية والامتصاصية باستخدام مطياف من النوع (shimadzu) صنع في اليابان ولمدى الأطوال الموجية 300-900nm) وقد سجلت جميع القراءات في درجة حرارة الغرفة. كما تم فحص الاغشية المرسبة بواسطة XRD, AFM. واستخدام برنامج حاسوبي لغرض حساب قيم كافة الخصائص البصرية قيد الدراسة في هذا البحث.

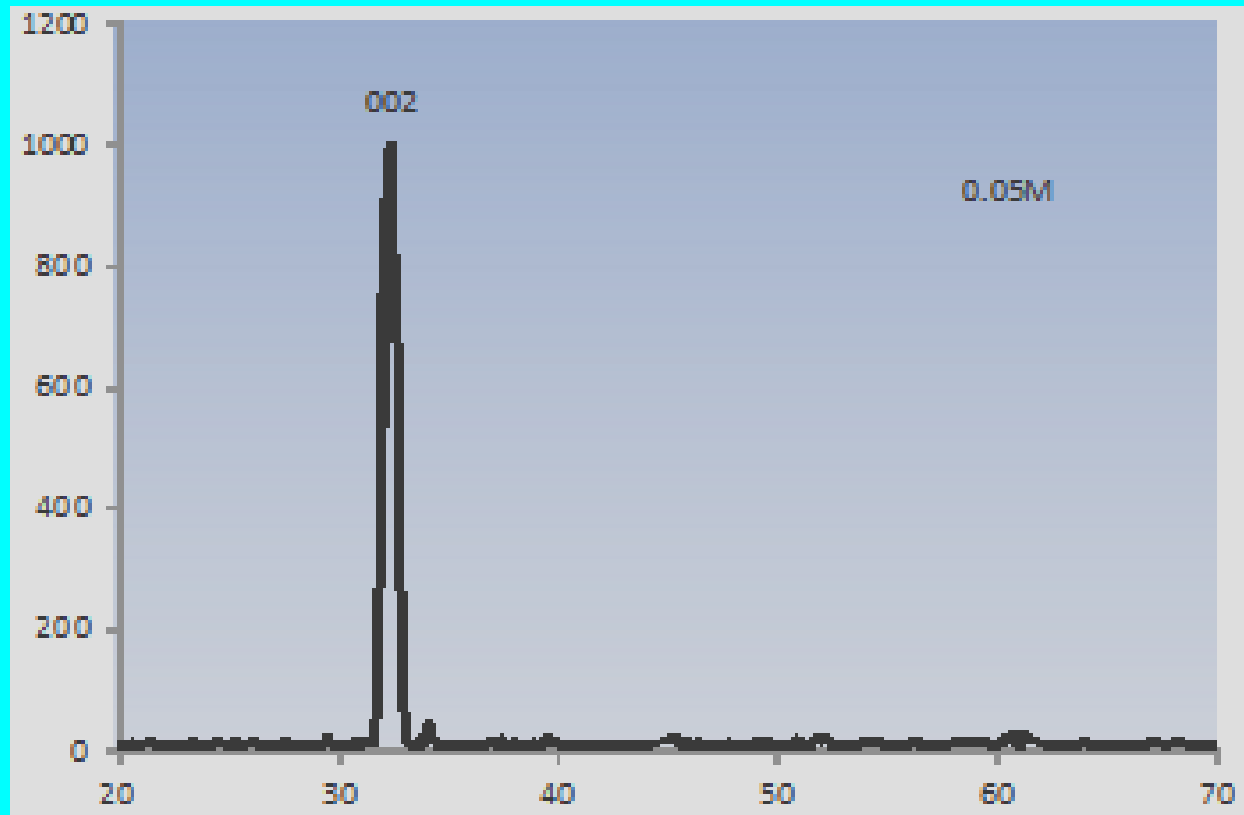
# الجانب العملي

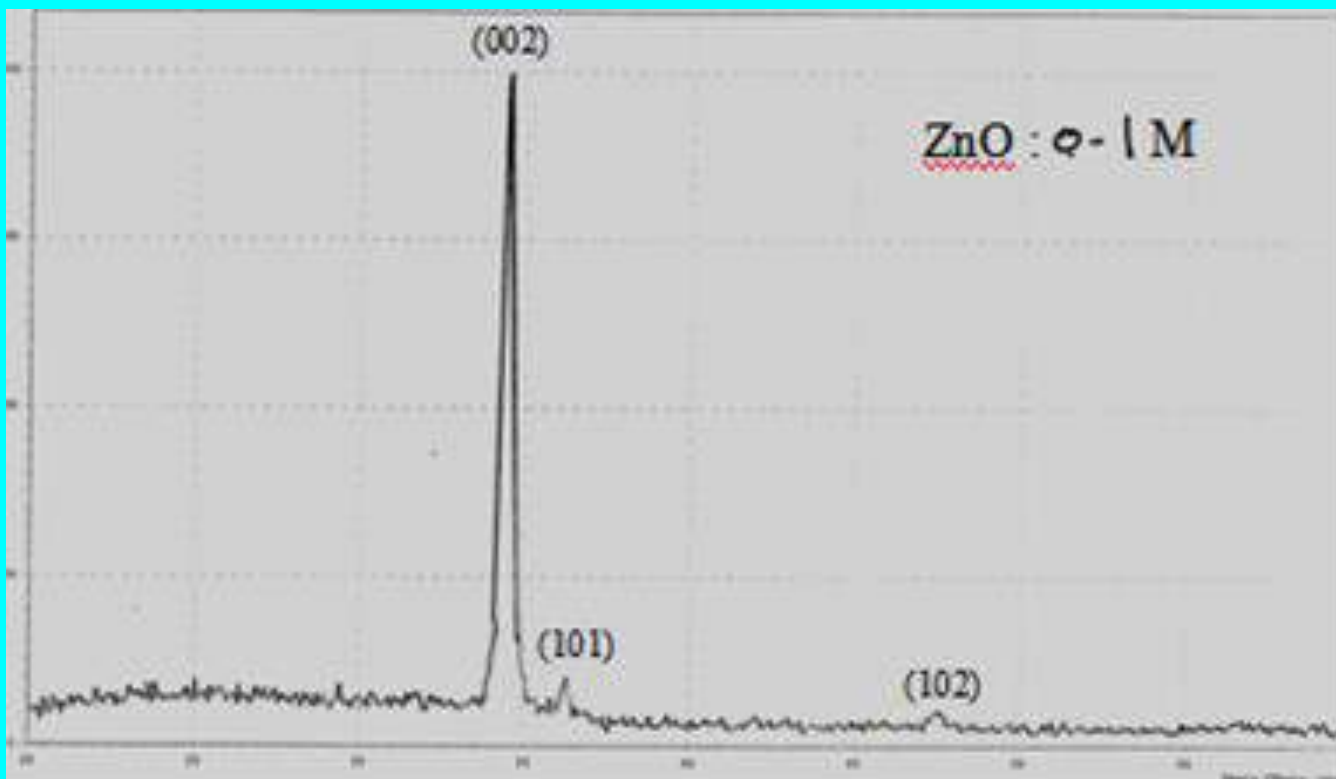


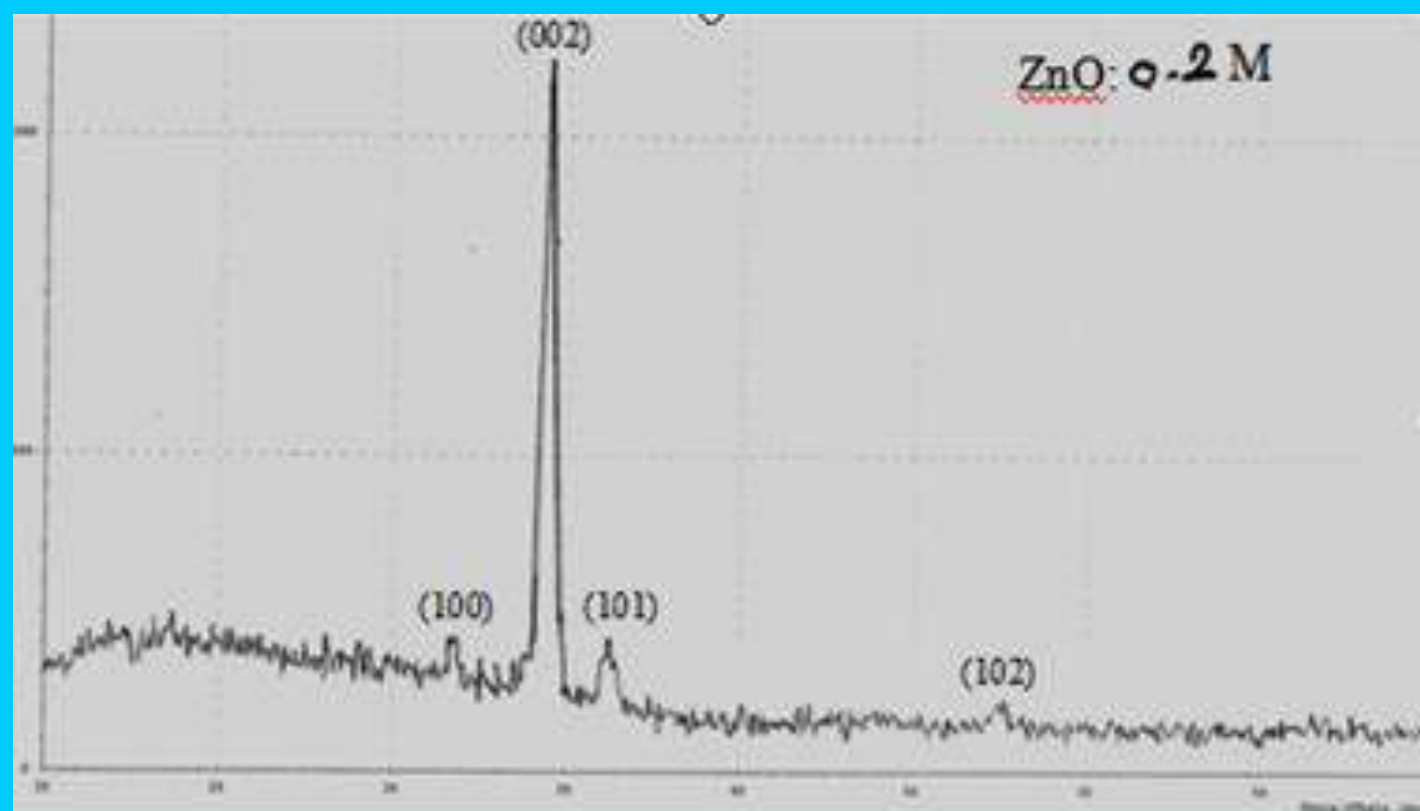
## Structural Properties (XRD) X-Ray Diffraction

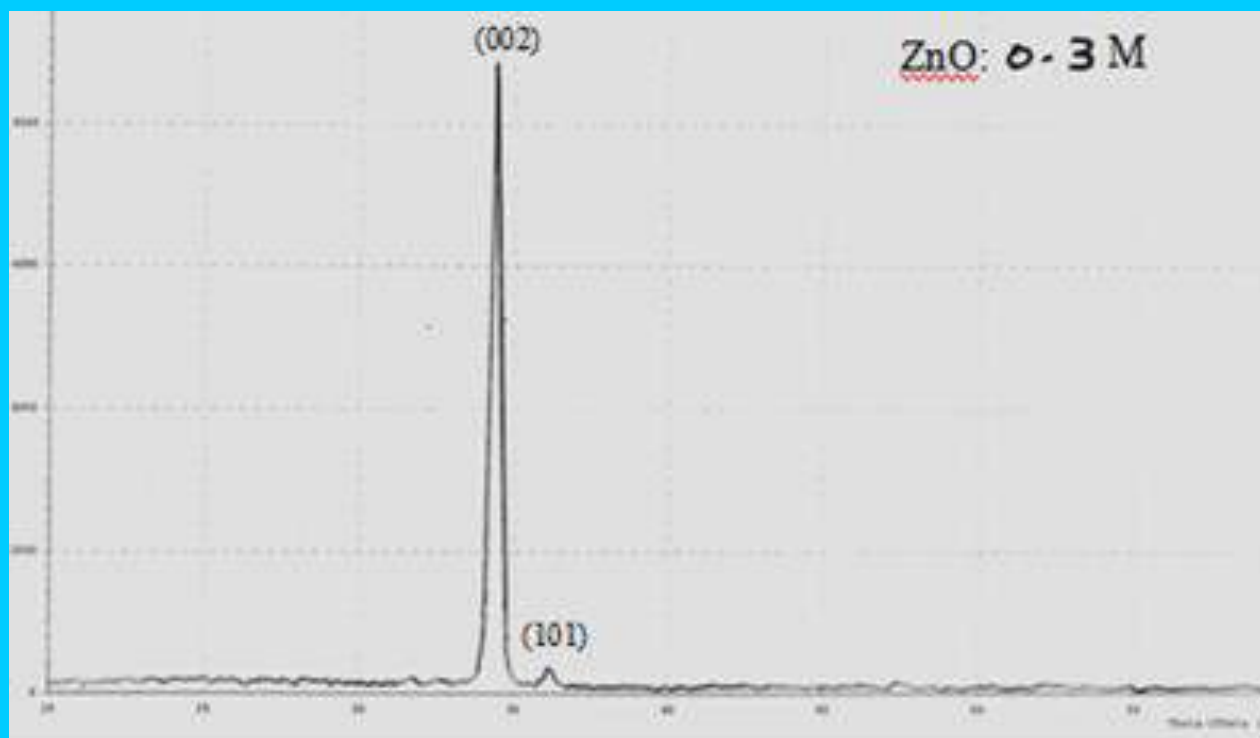
من الاشكال (2, 3, 4, 5, 6) تم التعرف على التركيب البلوري للأغشية المحضرة بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) للمولاريات قيد الدراسة (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5)، وأوضحت النتائج إن الأغشية المحضرة بجميع المولاريات هي ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ويظهر الاتجاه التفضيلي (002) بشدة أعلى من الاتجاهات الأخرى، كما يبين ذلك حيود الأشعة السينية لغشاء أكسيد الخارصين النقي من خلال العلاقة بين زاوية حيود الأشعة السينية ( $2\theta$ ) والشدة [14] (Intensity) قياسات (XRD) لأغشية ZnO النقية ويظهر من الطيف وجود ثلاث قمم متميزة (101, 002 and 100) جميعها تخص أغشية ZnO سداسي التركيب (Wurtzite) إذ أجرى مطابقتها مع بطاقة ASTM المرقمة 5-0664 .

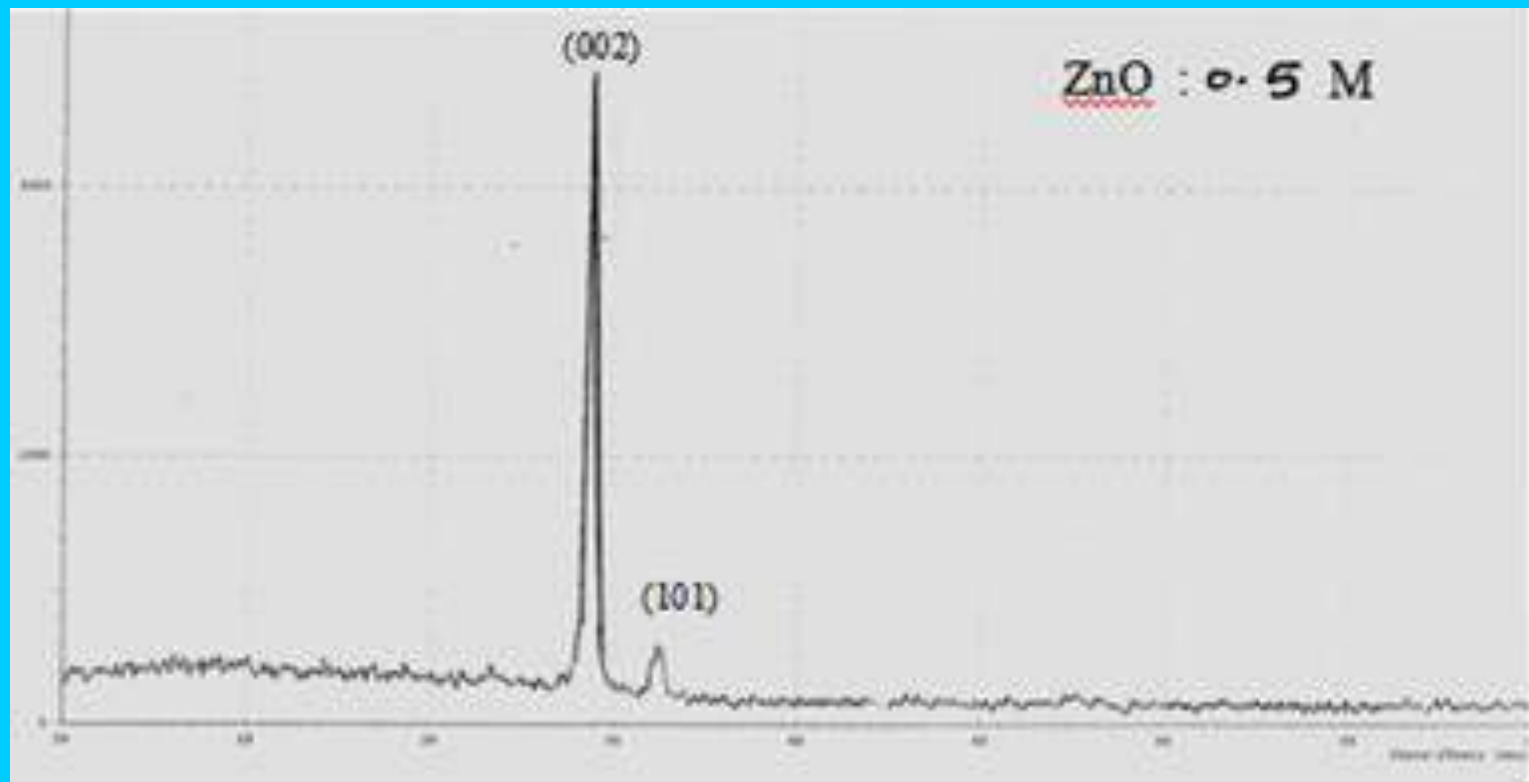
# الأشكال







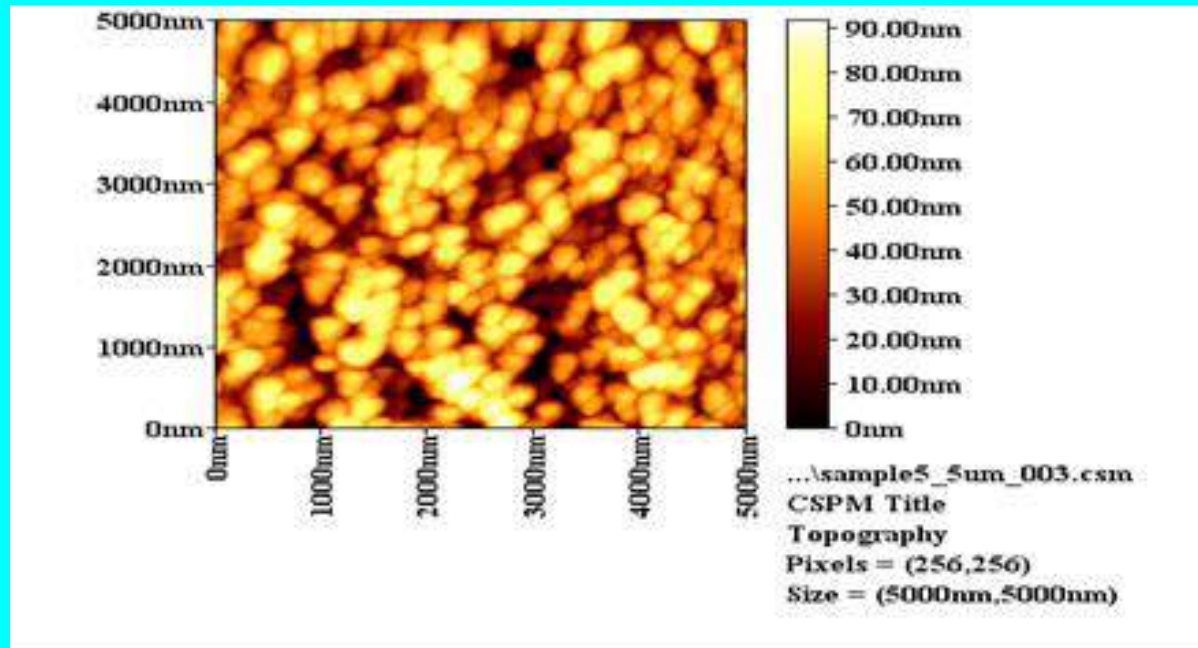


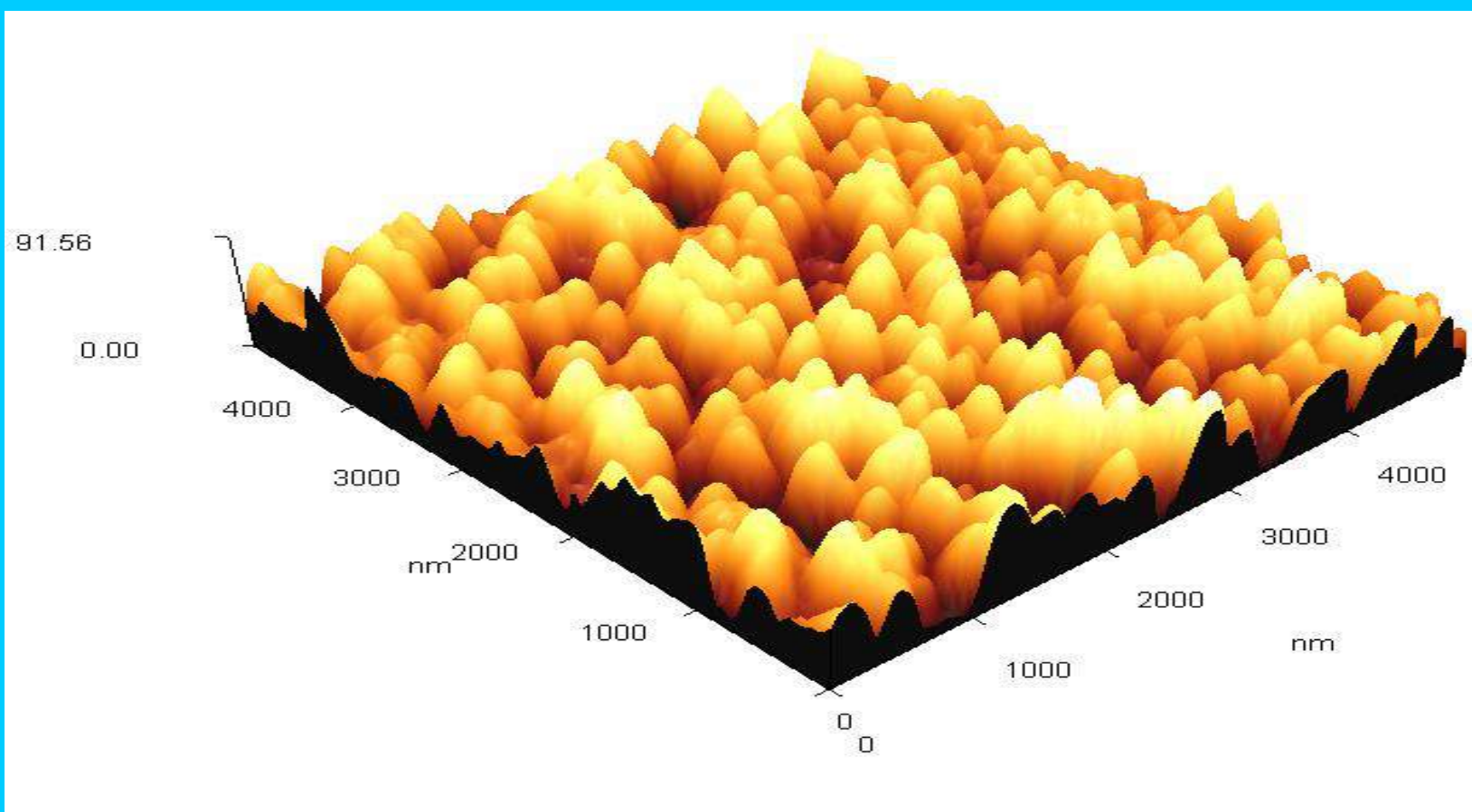


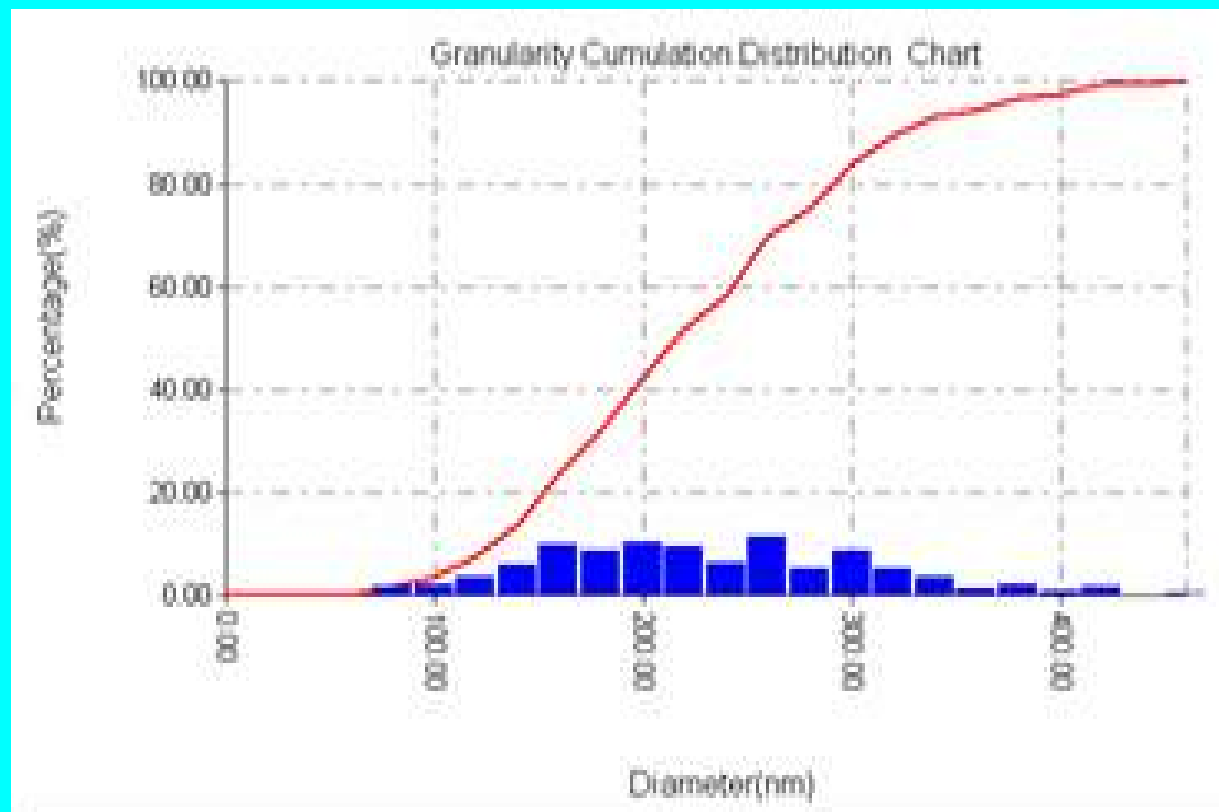
# مجهر القوة الذرية- AFM

- استخدم تحليل مجهر القوة الذرية AFM لدراسة طبوغرافية السطح والتركيب البلوري السطحي للغشاء المرسب للمولارية (0.2). حيث يبين الشكل (7) الصورة التحليلية الطبوغرافية لخشونة السطح وذات بعدين 2D, حيث وجد ان معدل الجذر التربيعي لخشونة السطح كان 13.5nm وهذا يدل على انتظامية بلورية جيدة وتجانس سطحي جيد, وان قيمة متوسط الجذر التربيعي تساوي 16.9nm وهذا يدل على خشونة السطح, فكلما زادت قيمة متوسط الجذر التربيعي زادت خشونة السطح والعكس صحيح. وان قيمة ميل المستوى السطحي للغشاء يساوي (-0.202) وهذه القيمة تبين المستوى السطحي بالنسبة إلى الأساس المرسب الغشاء عليها. وان أقصى قيمة تحدب للسطح كان يساوي (2.81) وهذه القيمة توضح المظهر الطبوغرافي لسطح الغشاء بشكل كلي, وان معدل المسافة البينية من قمة حبيبية بلورية وقمة أخرى كانت تساوي (90.6nm) وهذا يدل على شفافية الغشاء المرسب وإمكانية استخدامه في الخلايا الشمسية.

# الشكل (7) الصورة التحليلية الطبوغرافية لخشونة السطح وذات بعدين 2D

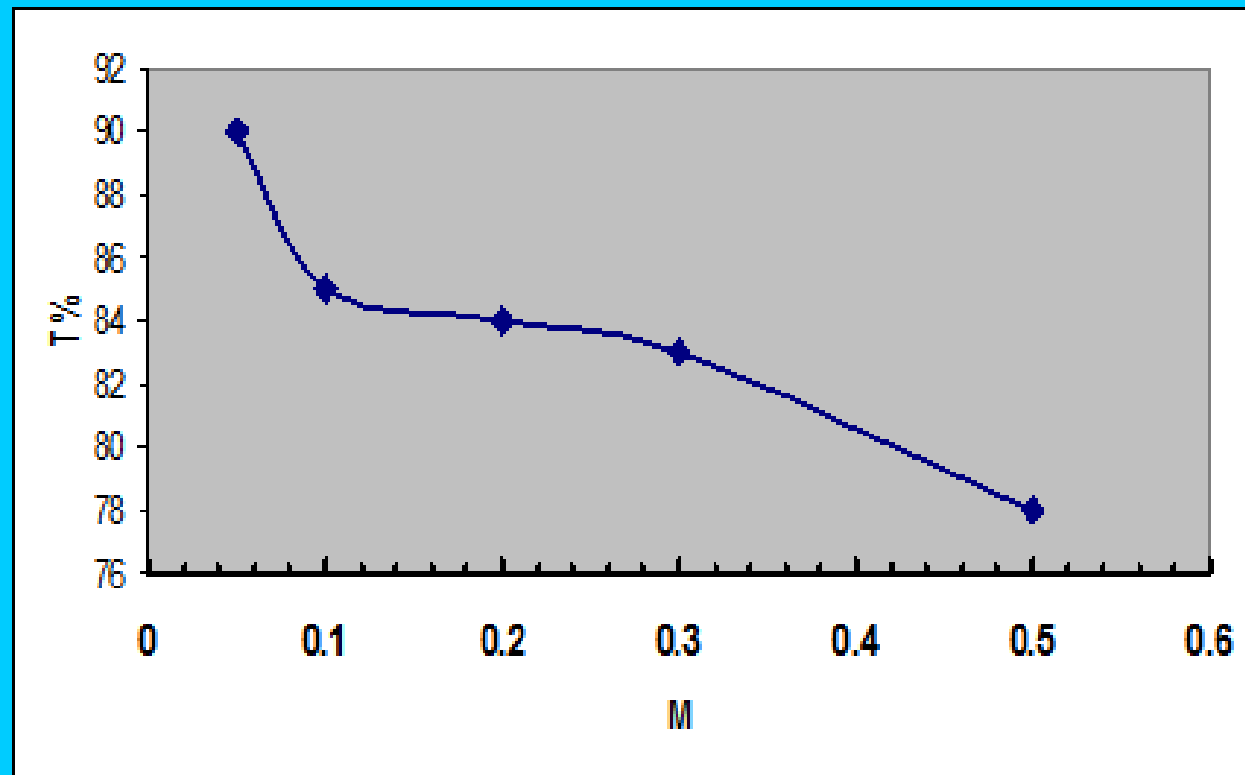


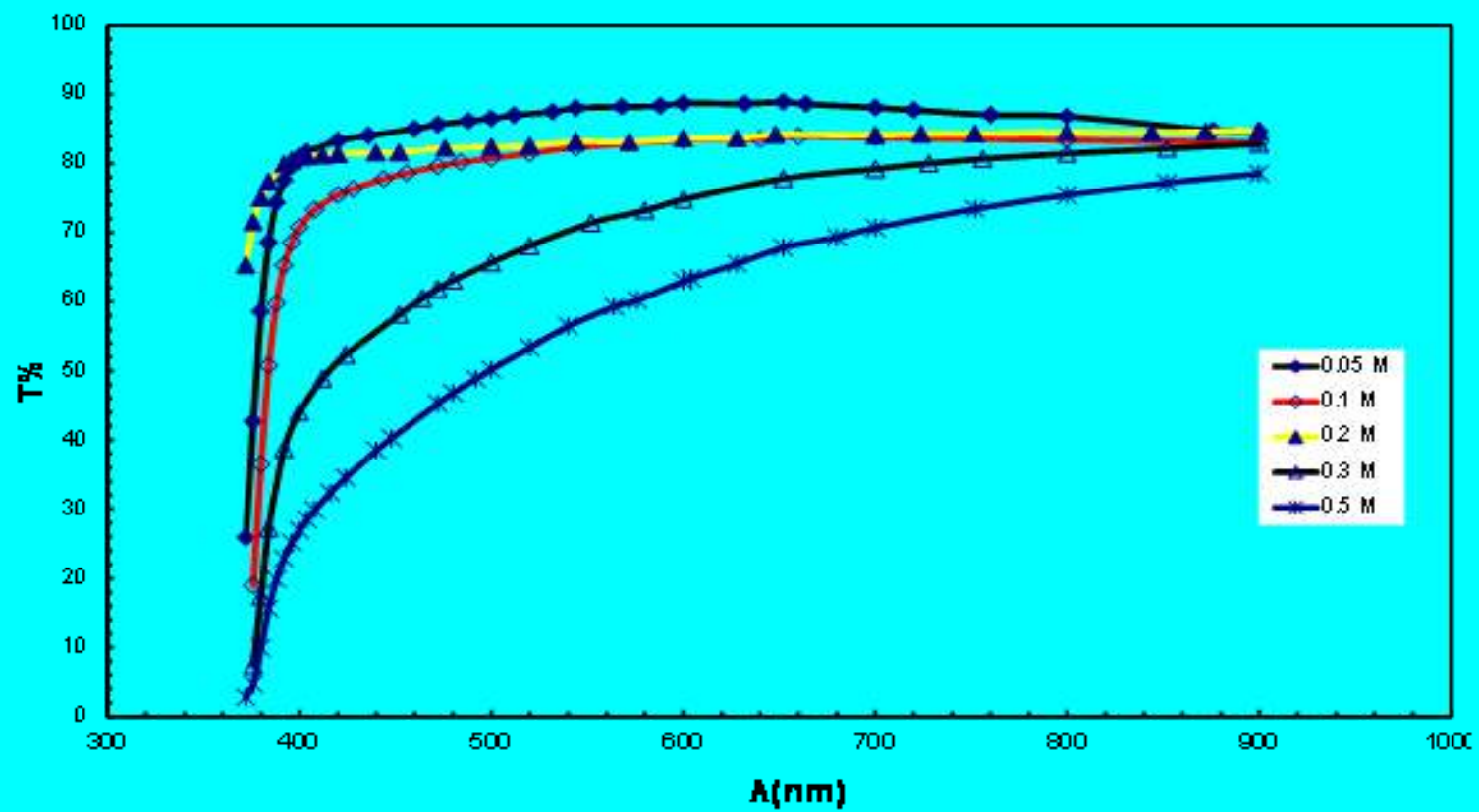


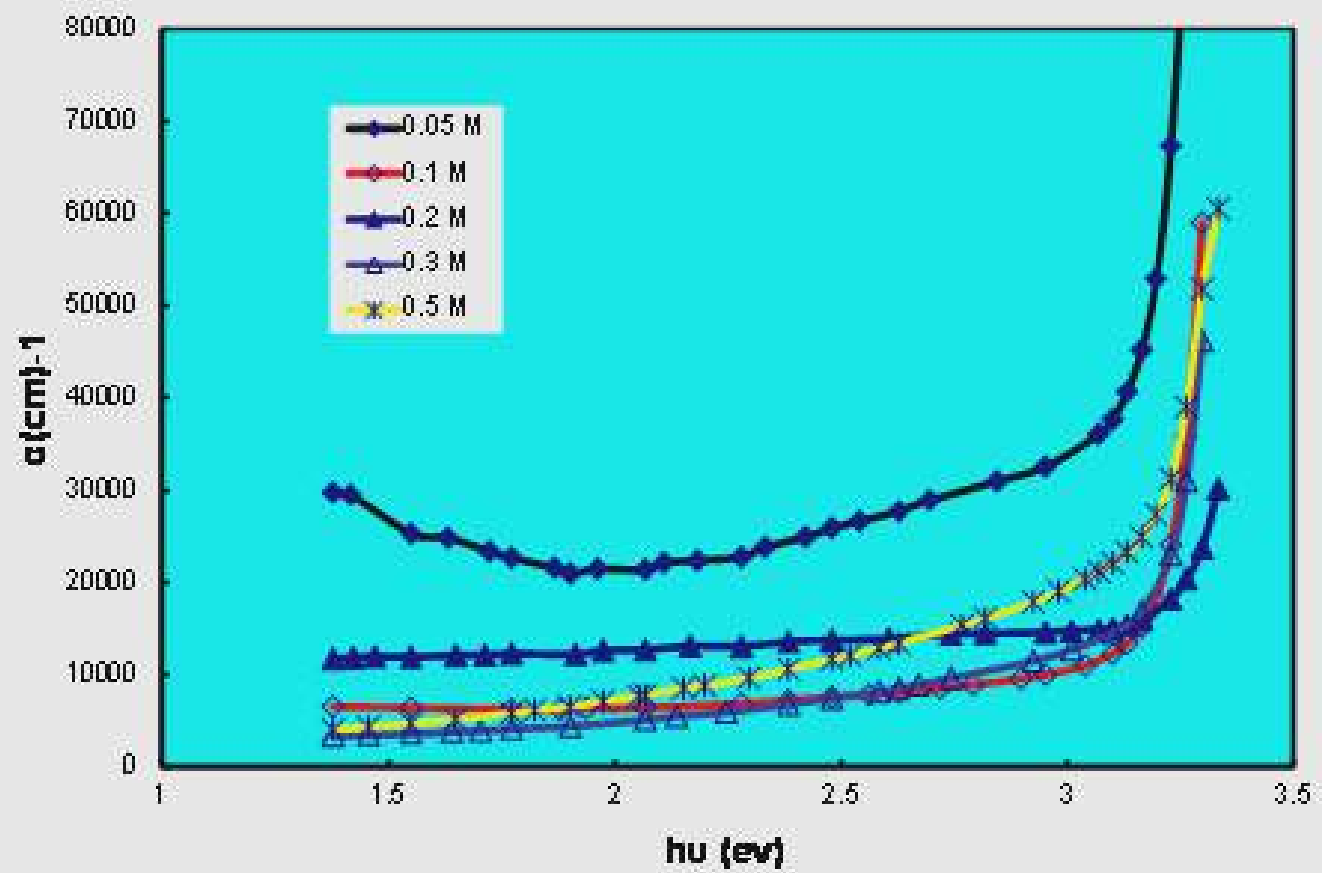


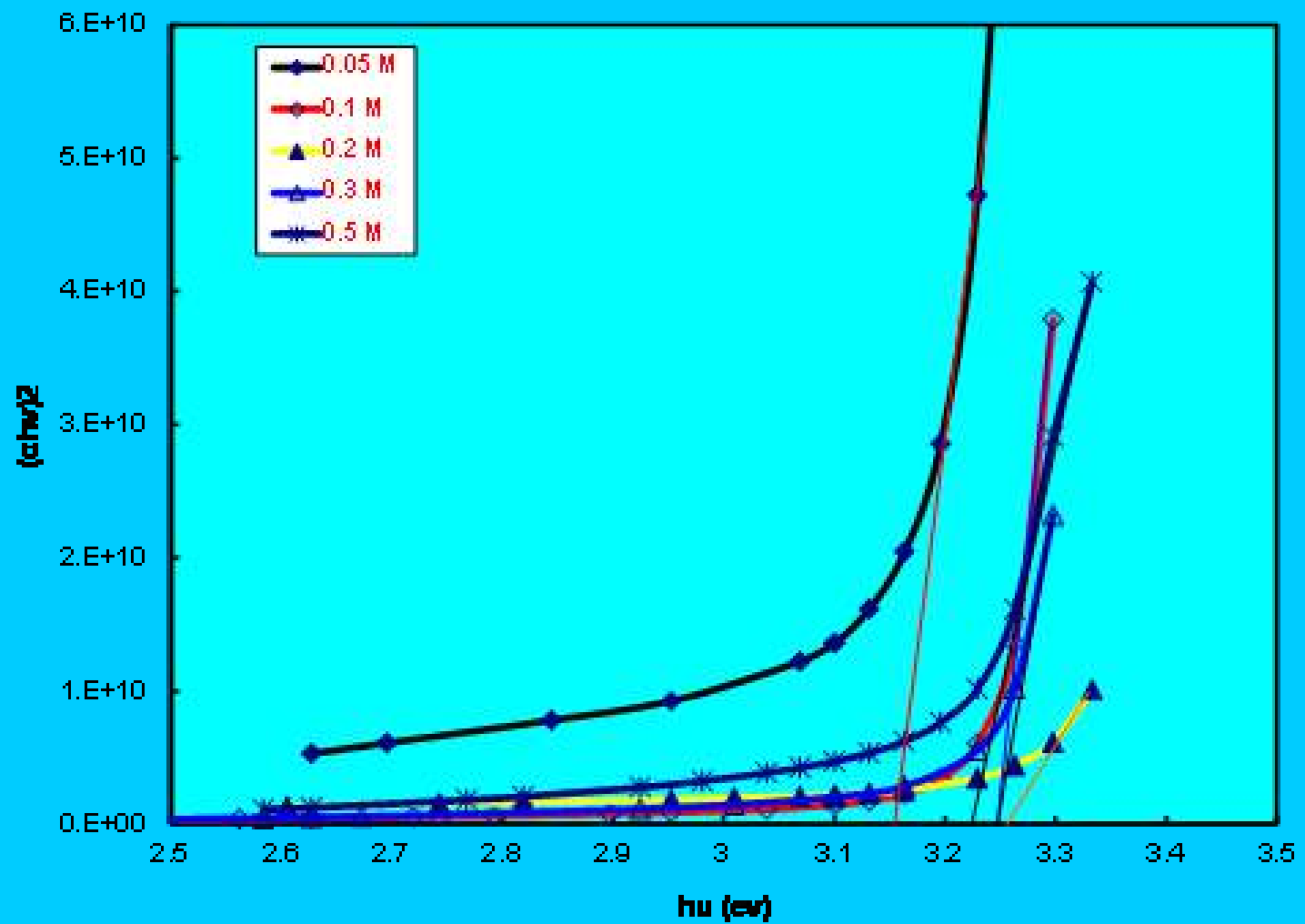
# الخصائص البصرية

- يمثل الشكل (10) تغير النفاذية مع الطول الموجي لأغشية ZnO, إذ تتغير النفاذية تبعاً لتغير نسب المولارية لأغشية أوكسيد الخارصين المحضرة حيث نلاحظ أنه كلما زادت نسبة المولارية في المحلول قلت نفاذية الغشاء المرسب. والشكل (11) يوضح طيف نفاذية الأغشية النقية المحضرة بتركيز مختلفة كدالة للطول الموجي, حيث أن كل الأغشية المرسبة لها نفاذية بصرية
- 65-90% في مدى الأطوال الموجية 400-900 nm, إن الشفافية العالية والحافة الحادة للامتصاص (عند 380nm) تشير إلى النوعية البصرية العالية لأغشية ZnO المرسبة. ويلاحظ أن النفاذية البصرية تقل مع زيادة تركيز المادة وسبب ذلك على الأرجح هو الاختلاف في سمك العينات حيث يزداد سمك أغشية ZnO بزيادة تركيز المادة [12].









# ● الاستنتاجات

- بينت فجوة الطاقة انها تراوحت بين  $(3.20-3.27)\text{eV}$  بتأثير نسب المولارية.
- يتغير معامل الامتصاص تبعا لتغير نسب المولارية.
- منحنيات النفاذية تشابهة في تصرفاتها ضمن الأطوال الموجبة مع تغير في النفاذية تبعا لتغير نسب المولارية.
- الخواص التركيبية بينت ان أعلى شدة تقع عند الاتجاهية (002) باتجاه عمودي على القاعدة
- يمكن استخدامها في تطبيق الخلايا الشمسية



والسلام عليكم