



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية التربية / قسم الفيزياء

دراسة تأثير أعلامات تشغيل بلازما الوهج
الكهربائي على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية
الذهب المرُسبة بالترديد

رسالة قُدمتها

ليلى جندي محمد

إلى مجلس كلية التربية / جامعة القادسية

وهي من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الفيزياء

بكالوريوس علوم فيزياء (2010)

كلية التربية / جامعة القادسية

إشراف

أ.م.د. عبد الحسين عباس خضير

2016 م

١٤٣٧ هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾

خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ﴿٢﴾ أَقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ﴿٣﴾

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٤﴾ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾ }

صدق الله العلي العظيم

سورة العلق الآية (١-٥)

والله اعلم

الى الذين سخطوا بدمائهم أروع وأنصع صفحات المجد والفداء
والتضحية والعتاء ...
شهادؤك وطني

الى كل من أضاء بعلمه عقل غيره .. أو أهدى بالجواب الصحيح حيرة سائله
فأظهر بسماحته تواضع العلماء .. وبرحابته سماحة العارفين ...
لكم مني كل التجلي والاحترام

الى من علمني النجاح والصبر.. الى من أفتقده في مواجهة الصعاب
ولم تمهله الدنيا لارتوي من حنانه ...
أبي الحنون

الى ملاذي في الحياة .. الى من كان دعاؤها سرُّ نجاحي .. وحنانها بلسم جراحي
الى أغلى الحبايب ...
أمي الحبيبة

الى من كانوا يضيئون لي الطريق .. وآثروني على أنفسهم .. وساندوني ..
لأصل الى ما انا فيه ...
أخوتي وأخواتي

الى من أرى الحياة أجمل بوجوده ...
الى السعادة التي أحتاجها لتراقفتي حتى المشيب ...
خطيبي

أهدي هذا الجهد المتواضع ...

والباحثة

ببلي

فكر وشكر

بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله خير الأسماء، بسم الله ربّ الأرض والسماء، باسمه الذي عليه توكل في الشدة و
الرخاء، الحمد لله الذي علّم بالقلم ، علّم الانسان مالم يعلم، الحمد لله الذي منّ علينا بمحمد نبيه
معلّم للبشر (صلى الله عليه وآله الطيبين الطاهرين) اللهم فصلّ على محمد أمينك على وحيك
ونجيك من خلقك وصفيك من عبادك ،

أولا وقبل كل شيء أتقدم بأسمى عبارات الشكر والامتنان والتقدير الى من يعجز لساني
عن إيجاد العبارات المناسبة لشكره، الى من سدّد خطاي وأنار طريقي ،الى واهبي الحياة ،
الى ربي ، ربّ العزة (جل جلاله)، لك الحمد ياربي على توفيقى لاتمام هذا البحث.

كما لايسعني وانا انهي بحثي الا ان أتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الكبير الى مشرفي
الفاضل الدكتور عبد الحسين عباس خضير لاقتراحه موضوع الرسالة ولجهوده المتميزة و
نصائحه القيمة وتوجيهاته المستمرة لتذليل الصعوبات كافة التي واجهتني خلال مدة العمل
في سبيل أنجاح هذه الرسالة فله مني التقدير، والأحترام الخالص.

وأتقدم بالشكر والامتنان لكل من أسهم في تقديم يد العون لانجاز هذا البحث وأخص بالذكر
الدكتور أحمد حميد وناس الذي كان له الفضل في توفير الكثير من الإمكانيات التي نحتاجها
في بحثنا هذا.

واتقدم بالشكر الجزيل الى الدكتور سليم عزارة الذي لم يبخل بتوجيهاته ونصائحه القيمة
والثمينة طوال مراحل إنجازنا لهذا العمل.

كما أتوجّه بالشكر الى عمادة كلية التربية – جامعة القادسية ورئاسة قسم الفيزياء لاتاحتها
فرصة إكمال دراستي ، وأساتذة قسم الفيزياء كافة .

كما أتقدم بالشكر الخالص الى من اعتبرهم بمثابة اخوتي واخواتي الأعزاء زملائي في هذه
الدورة وأتمنى لهم جميعا كل التوفيق والنجاح.

كما لا أنسى كل من ساعدني من قريب أو بعيد لكم مني جزيل الشكر والامتنان.

والباحثة

ديلى

توصية المشرف على الرسالة

أشهد أنّ إعداد الرسالة الموسومة ب: ((دراسة تأثير أعلومات تشغيل بلازما الوهج الكهربائي على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية الذهب المرسّبة بالترديد)) المقدمة من الطالبة (ليلي جندي محمد) قد أجريت تحت إشرافنا في قسم الفيزياء / كلية التربية / جامعة القادسية ، وهي من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الفيزياء .

التوقيع :

اسم المشرف : د. عبدالحسين عباس خضير

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة القادسية / كلية التربية

التاريخ : 2016 / 8 / 15

توصية السيد رئيس قسم الفيزياء

أشارة الى التوصية المقدمة من الأستاذ المشرف أحيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها .



التوقيع :

رئيس القسم : د. عبدالحسين عباس خضير

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة القادسية / كلية التربية

التاريخ : 2016 / 8 / 15

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أني راجعت هذه الرسالة الموسومة ب: ((دراسة تأثير أعلامات تشغيل بلازما الواجه الكهربائي على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية الذهب المزسبة بالترنيد)) من الناحية اللغوية والتعبيرية ، وقد قومتها لغويا وبذلك أصبحت موهلة للمناقشة ، فدر تعلق الأمر بسلامة لغتها وأسلوبها ، وأصبحت بذلك موهلة للمناقشة .

التوقيع : 

الاسم : مرخالد عبد فراع

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

التاريخ : 2016 / 9 / 2

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة بأننا قد أطلعنا على الرسالة الموسومة ب: (دراسة تأثير
أعلومات تشغيل بلازما الوهج الكهربائي على بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية الذهب المرستبة
بالتريذ) (المقدمة من الطالبة (ليلي جندي محمد) ، وناقشنا الطالبة في محتوياتها وفيما له علاقة بها
وذلك بتاريخ 2016 / 12 / 8 وهي جديرة بالقبول لنيل شهادة الماجستير في علوم الفيزياء وبدرجة
(امتياز).

التوقيع : 

الاسم : د. رعد شاكر عبيس

المرتبة العلمية : أستاذ

العنوان : جامعة القادسية / كلية التربية

التاريخ : 201 / /

رئيس اللجنة



التوقيع :

الاسم : د. عماد عبد الرزاق سلمان

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة ذي قار / كلية العلوم

التاريخ : 2016 / /

عضوا

التوقيع : 

الاسم : د. عادل حبيب عمران

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة الكوفة / كلية العلوم

التاريخ : 201 / /

عضوا

التوقيع : 

الاسم : د. عبدالحسين عباس خضير

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : جامعة القادسية / كلية التربية

التاريخ : 201 / /

عضوا ومشرفا



مصادقة عمادة كلية التربية

التوقيع :

الاسم : د. خالد جواد العادلي

المرتبة العلمية : أستاذ

التاريخ : 2017 / 1 / 18

الخلاصة

تم في دراستنا الحالية تحضير أغشية نانوية التبلور لمادة الذهب باستخدام بلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر على قواعد زجاجية وبأستعمال غاز الأركون. كما تم دراسة تأثير تغيير أعلومات تشغيل التفريغ الوهاج (الضغط، المسافة بين الأقطاب، والتيار والفولتية) على خصائص الأغشية الرقيقة المحضرة، إذ تم ملاحظة انه عند زيادة الضغط او تقليل المسافة بين الأقطاب وكذلك لفترات زمنية أطول يؤدي الى زيادة سمك الغشاء حيث يزداد الحجم الحبيبي ومن ثمّ زيادة خشونة السطح . كما درست مجاميع متعددة من منحنيات تيار- فولتية والتي بدورها تعطي صورة لسلوك البلازما المتولدة في الظروف التجريبية، بالإضافة الى دراسة منحنى باشن لمعرفة أدنى قيمة لفولتية الانهيار خلال مدى لضغط غاز الأركون بين $(8 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-2})$ mmHg ولمسافات (2, 4, 6, 8, 10.5) cm.

كذلك تمت دراسة الخصائص التركيبية وبنية السطح باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) ومجهر القوة الذرية (AFM) والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، فوجد بان جميع الأغشية المحضرة ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع المكعب وبالاجاه السائد (111) وعند زيادة السمك يزداد الحجم الحبيبي تبعاً لذلك، وتبين من خلال صور مجهر القوة الذرية زيادة معدل خشونة السطح وكذلك قيم جذر مربع متوسط الخشونة بزيادة سمك الغشاء ، كما تبين من خلال صور المجهر الإلكتروني الماسح بان الجسيمات تأخذ اشكالاً مختلفة كما انها تتجمع لتشكل كتلاً أكبر وتتصل مع بعضها البعض كلما ازداد سمك الغشاء ومن ثمّ تغطية مساحة أوسع للأغشية المحضرة.

كما أشتملت دراسة الخصائص البصرية ومن خلال تسجيل طيفي الأمتصاصية والنفاذية ولمدى الأطوال الموجية (350-1100) nm وقد وجد بان الأمتصاصية تزداد بزيادة السمك في حين تنخفض النفاذية كما تم حساب الانعكاسية ومعامل الامتصاص وكذلك الثوابت البصرية (معامل الخمود ومعامل الانكسار) كدالة للطول الموجي.

اما الخصائص الكهربائية والمتمثلة بالموصلية الكهربائية المستمرة للأغشية المحضرة، فوجد انخفاض قيمة المقاومة النوعية بزيادة سمك الغشاء وزيادة الموصلية حيث تسلك سلوكاً معاكساً للمقاومة النوعية كلما ازداد سمك الغشاء المحضّر.

الخلاصة

تم في دراستنا الحالية تحضير أغشية نانوية التبلور لمادة الذهب باستخدام بلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر على قواعد زجاجية وبأستعمال غاز الأركون. كما تم دراسة تأثير تغيير معلومات تشغيل التفريغ الوهاج (الضغط، المسافة بين الأقطاب، والتيار والفولتية) على خصائص الأغشية الرقيقة المحضرة، إذ تم ملاحظة انه عند زيادة الضغط او تقليل المسافة بين الأقطاب وكذلك لفترات زمنية أطول يؤدي الى زيادة سمك الغشاء حيث يزداد الحجم الحبيبي ومن ثم زيادة خشونة السطح. كما درست مجاميع متعددة من منحنيات تيار- فولتية والتي بدورها تعطي صورة لسلوك البلازما المتولدة في الظروف التجريبية، بالإضافة الى دراسة منحنى باشن لمعرفة أدنى قيمة لفولتية الانهيار خلال مدى لضغط غاز الأركون بين $(8 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-2})$ mmHg ولمسافات (2, 4, 6, 8, 10.5) cm.

كذلك تمت دراسة الخصائص التركيبية وبنية السطح باستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) ومجهر القوة الذرية (AFM) والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، فوجد بان جميع الأغشية المحضرة ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع المكعب وبالالاتجاه السائد (111)، وعند زيادة السمك يزداد الحجم الحبيبي تبعاً لذلك، وتبين من خلال صور مجهر القوة الذرية زيادة معدل خشونة السطح وكذلك قيم جذر مربع متوسط الخشونة بزيادة سمك الغشاء، كما تبين من خلال صور المجهر الإلكتروني الماسح بان الجسيمات تأخذ اشكالاً مختلفة كما انها تتجمع لتشكل كتلاً أكبر وتتصل مع بعضها البعض كلما ازداد سمك الغشاء ومن ثم تغطية مساحة أوسع للأغشية المحضرة.

كما أشتملت دراسة الخصائص البصرية ومن خلال تسجيل طيفي الأمتصاصية والنفاذية ولمدى الأطوال الموجية (350-1100) nm وقد وجد بان الأمتصاصية تزداد بزيادة السمك في حين تنخفض النفاذية كما تم حساب الانعكاسية ومعامل الامتصاص وكذلك الثوابت البصرية (معامل الخمود ومعامل الانكسار) كدالة للطول الموجي.

اما الخصائص الكهربائية والمتمثلة بالموصلية الكهربائية المستمرة للأغشية المحضرة، فوجد انخفاض قيمة المقاومة النوعية بزيادة سمك الغشاء وزيادة الموصلية حيث تسلك سلوكاً معاكساً للمقاومة النوعية كلما ازداد سمك الغشاء المحضّر.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	العنوان	الفقرة
I	الخلاصة	-
II	قائمة المحتويات	-
VI	قائمة الاشكال	-
IX	قائمة الجداول	-
X	قائمة الرموز	-
12-1	المقدمة	الفصل الاول
1	المقدمة	(1-1)
3	حالة البلازما	(2-1)
4	توليد البلازما	(3-1)
5	انواع البلازما	(4-1)
6	ترسيب الأغشية الرقيقة	(5-1)
7	خصائص الذهب	(6-1)
9	الدراسات السابقة	(7-1)
12	الهدف من البحث	(8-1)
39-13	الجزء النظري	الفصل الثاني
13	مقدمة	(1-2)
13	التفريغات الكهربائية في الغازات	(2-2)
14	التفريغ غير المستديم ذاتيا	1-2-2
14	تفريغ تاونسند	2-2-2
14	تفريغ التوهج غير الطبيعي	3-2-2
15	تفريغ التوهج	4-2-2
15	تفريغ التوهج الشاذ	5-2-2

15	التفريغ القوسي	6-2-2
16	التفريغ التوهجي بالتيار المستمر	(3-2)
18	العمليات الحاصلة في التفريغ التوهجي للاركون	(4-2)
18	عمليات الاصطدام في البلازما	1-4-2
18	التصادم المرن	-1
18	التأين والاثارة	-2
21	اعادة اتحاد الكترون-ايون موجب	-3
21	الغاء الاثارة	-4
21	العمليات التي تحصل عند الجدران	2-4-2
21	انبعاث الكترون ثانوي	-1
22	الترذيذ	-2
23	تفاعلات الايونات مع السطوح	(1)
24	منتوج الترمذيذ	(2)
24	معدل الترمذيذ	(3)
25	اليات الترمذيذ	(4)
25	منظومات الترمذيذ	(5)
26	مناطق التفريغ التوهجي بالتيار المستمر	(5-2)
29	تأثير اعلومات تشغيل التفريغ على المناطق المختلفة	(6-2)
32	حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي	(7-2)
33	قانون باشن	(8-2)
35	الخصائص التركيبية	(9-2)
35	حيود الاشعة السينية	-1
38	الخصائص البصرية	(10-2)
39	الخصائص الكهربائية	(11-2)
39	الموصلية الكهربائية D.C	-1
52-40	الجزء العملي	الفصل الثالث
40	المقدمة	(1-3)

40	منظومة التفريغ	(2-3)
40	الوحدة الأساسية	1-2-3
41	مضخة الفراغ	2-2-3
42	أسطوانة غاز الأركون	3-2-3
42	أجهزة القياس	4-2-3
45	خطوات تنظيف القواعد الزجاجية	(3-3)
45	خطوات العمل	(4-3)
47	العوامل المؤثرة على تحضير الأغشية الرقيقة	(5-3)
48	وصف الأغشية	(6-3)
48	قياس سمك الأغشية	1-6-3
49	الخصائص التركيبية	2-6-3
49	حيود الأشعة السينية	-1
50	قياسات مجهر القوة الذرية	-2
51	قياسات المجهر الإلكتروني الماسح	-3
52	الخصائص البصرية	3-6-3
52	الخصائص الكهربائية	4-6-3
82-53	النتائج والمناقشة	الفصل الرابع
53	المقدمة	(1-4)
53	خصائص التفريغ الوهاج بالتيار المستمر	(2-4)
53	منحني التيار - فولتية	-1
55	منحني باشن	-2
56	الأغشية الرقيقة المحضرة	(3-4)
60	الخصائص التركيبية وبنية السطح	(4-4)
60	نتائج حيود الأشعة السينية	1-4-4
64	بنية السطح	2-4-4
64	نتائج الفحص بمجهر القوة الذرية (AFM)	-1
69	نتائج الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح (SEM)	-2

71	القياسات البصرية	(5-4)
71	الامتصاصية البصرية	-1
73	النفاذية البصرية	-2
74	الانعكاسية البصرية	-3
75	معامل الأمتصاص	-4
76	معامل الخمود	-5
77	معامل الانكسار	-6
78	القياسات الكهربائية.	(6-4)
78	حساب الموصلية الكهربائية.	-1
79	الاستنتاجات.	(7-4)
80	مقترحات للمشاريع المستقبلية	(8-4)
81	المصادر	

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	الرقم
	المقدمة	الفصل الاول
2	مخطط يمثل جهاز التريز بالترقيغ التوهجي بالتيار المستمر.	(1-1)
3	الحالة الرابعة للمادة.	(2-1)
	الجزء النظري	الفصل الثاني
13	يمثل خصائص فولتية- تيار للترقيغات بين الاقطاب لمدى واسع من التيارات.	(1-2)
17	مخطط لتوضيح عمليات البلازما الاساسية في التفرغ التوهجي.	(2-2)
23	تفاعلات الايونات مع السطح.	(3-2)
26	التمثيل التخطيطي لتقسيم التفرغ التوهجي الى (a) مناطق مختلفة (b) التفاوت في شدة الإضاءة (c) الجهد (d) المجال الكهربائي (e) كثافة الشحنة (f) كثافة التيار.	(4-2)
31	مخطط توضيحي للمناطق الثلاثة التي تحدث في التفرغ التوهجي ، والمقابلة لتوزيع الجهد.	(5-2)
33	يمثل منحنيات باشن ، يوضح فولتية الانهيار V_b كدالة لـ Pd لمختلف الغازات.	(6-2)
35	مخطط يوضح أشعة سينية ساقطة بزواوية θ على عدد من المستويات المتوازية.	(7-2)
38	يمثل انتقال الموجة الضوئية في وسط ذي معامل انكسار كبير تعاني انعكاس وانكسار عند الحد الفاصل.	(8-2)
	الجزء العملي	الفصل الثالث
40	يمثل المظهر الخارجي لوحدة التفرغ الاساسية.	(1-3)
41	يمثل قطب الكاثود (مادة الهدف Au).	(2-3)
42	يمثل مضخة التفرغ.	(3-3)

42	يمثل أسطوانة غاز الاركون مع جهاز سيطرة التدفق.	(4-3)
43	يمثل اجهزة قياس الضغط، التيار، عداد الزمن.	(5-3)
44	يمثل مقاومة متغيرة (Variac) مع مجس.	(6-3)
44	يمثل منظومة التفريغ بعد اجراء التحويرات.	(7-3)
48	صورة مع مواصفات جهاز قياس سمك الاغشية الرقيقة البصري.	(8-3)
50	يظهر مجهر القوة الذرية من النوع (AA3000) مع مخطط لفكرة عمله.	(9-3)
51	يظهر المجهر الالكتروني الماسح (INSPECT S50).	(10-3)
	النتائج والمناقشة	الفصل الرابع
54	يوضح تغيرات التيار بصفته دالة للفولتية المسلطة لقيم مختلفة لضغط غاز الاركون ومسافات مختلفة.	(1-4)
55	يمثل منحنى باشن لغاز الاركون باستعمال هدف من مادة الذهب ولمسافات مختلفة.	(2-4)
58	يمثل علاقة ضغط الغاز بسمك الغشاء المحضر.	(3-4) a,b,c,d
59	يمثل العلاقة بين المسافة الفاصلة بين الأقطاب وسمك الغشاء المحضر.	(4-4) a,b,c,d,e
60	يمثل العلاقة بين القدرة ومعدل التريذ لأغشية الذهب المحضرة.	(5-4)
61	يمثل مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء الذهب ولأسماك (190 , 194, 270, 380) nm.	(6-4) a,b,c,d
65	يمثل صور الفحص بمجهر القوة الذرية AFM (2D-3D) و مخطط التوزيع الاحصائي لمعدلات الحجوم لأغشية الذهب ولأسماك مختلفة.	(7-4) a,b,c,d,e,f
70	صور فحص SEM لأغشية الذهب ولأسماك مختلفة .	(8-4) a,b,c,d,e,f

72	يمثل الأمتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(9-4) a,b,c
73	يمثل النفاذية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(10-4) a,b,c
74	يمثل الانعكاسية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(11-4) a,b,c
75	يمثل تغير معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(12-4) a,b,c
76	يمثل تغير معامل الخمود كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(13-4) a,b,c
77	يمثل تغير معامل الانكسار كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.	(14-4) a,b,c
78	يمثل تغير المقاومة كدالة لزيادة السمك لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية.	(15-4)
78	(a) يمثل المقاومة النوعية (b) تغير الموصلية، كدوال لزيادة السمك لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية.	(16-4)

قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
	المقدمة	الفصل الاول
5	انواع البلازما.	(1-1)
8	خصائص الذهب بحجمه الكبير bulk .	(2-1)
	الجزء العملي	القصل الثالث
49	يبين مواصفات جهاز حيود الاشعة السينية.	(1-3)
51	يبين مواصفات جهاز المجهر الالكتروني الماسح.	(2-3)
	النتائج والمناقشة	الفصل الرابع
56	الأغشية المحضرة بطريقة التريذ وبأسماك مختلفة نتيجة تغير عوامل التفريغ الوهاج.	(1-4) a,b,c,d
62	مواقع القمم والمسافة البينية للمستويات في بطاقة Au (ICDD) ولأغشية Au بأسماك (190,194,270,380 nm).	(2-4)
64	المعلومات التركيبية التي تم الحصول عليها من فحص (XRD) للاتجاه السائد (111) للأغشية المحضرة وبأسماك مختلفة.	(3-4)
69	نتائج الفحص بمجهر القوة الذرية (AFM) لأغشية .Au	(4-4)

قائمة الرموز

الرمز	المعنى
n_e	كثافة الالكترونات
n_i	كثافة الايونات
n_g	كثافة جزيئات الغاز
Fcc	خلية ممركرة الاوجه
Ar^0	ذرة اركون متعادلة
Ar^+	أيون اركون
Ar^*	ذرة اركون مثارة
Ar_f^+	أيون اركون سريع
Ar_f^0	ذرة اركون متعادلة سريعة
Ar_m^*	ذرة اركون مثارة شبه مستقرة
Ar_s^0	ذرة اركون متعادلة بطيئة
Ar_s^+	أيون اركون بطيء
M^0	ذرة متعادلة مرذدة
M^+	أيون الذرة المرذدة
A^+	ذرة متأينة
B	ذرة متعادلة
A^*	ذرة مثارة
AB^+	جزيئة متأينة

جزئية مثارة	(AB)*
منتوج التردد	S
الضغط	P
المسافة الفاصلة بين الاقطاب	d
معامل الانبعاث الثانوي	γ_i
معامل التأين الاول لتاونسند	α
الجهد المسلط	V
فولتية الانهيار	V_b
الطول الموجي	λ
زاوية سقوط الاشعة السينية	θ
المسافة بين مستويين بلوريين متجاورين ومعاملات ميلر hkl	d_{hkl}
ثابت الشبكة	a_o
معاملات ميلر	hkl
معدل الحجم الحبيبي	D_{av}
عرض المنحنى لمنتصف الشدة العظمى (FWHM)	B
عامل التشكيل	T_c
البطاقة الدولية (International Centre for Diffraction Data)	ICDD
كثافة الانخلاعات	δ
عدد البلورات لوحدة المساحة	N_o
سمك الغشاء	t
النفاذية	T
الامتصاصية	A
الانعكاسية	R
معامل الامتصاص	α
معامل الخمود	K

معامل الانكسار	n
المقاومة	R
الموصلية الكهربائية	σ
المقاومة النوعية الكهربائية	ρ

الفصل الاول

السفر

(1-1) مقدمة

Introduction

في السنوات الأخيرة ، كرست العديد من الجهود لدراسة البلازما الباردة تحت ضغط واطئ وذلك بسبب تطبيقاتها الواسعة، حيث تدخل في الصناعة، والبيئة، والطب مثل: معالجة الإشعاعات، ومعالجة السطوح، والسيطرة على التلوث، وليزرات الغاز، ومصادر إضاءة، الخ [1].

ومن أمثلة البلازما الباردة نظام التفريغ التوهجي Glow discharge الذي يتضح من اسمه كون البلازما مضاءة luminous، وهذه الإضاءة تنشأ بسبب طاقة وكثافة الإلكترونات العالية بما فيه الكفاية لتوليد ضوء مرئي بوساطة تصادمات الإثارة [2,3]. وينشأ بتسليط فرق جهد بين قطبين تفصلهما مسافة معينة في حجرة مفرغة جزئياً ، وفرق الجهد يكون إما ثابت مع الزمن مثل (d.c.) أو يكون متغيراً كدالة مع الزمن (r.f.) [3]. وتدخل التفريغات الوهاجة في تشكيلة واسعة من التطبيقات في العلوم، والتقنيات الحديثة، وأحد المجالات الأكبر والأكثر أهمية هو صناعة الإلكترونيات الدقيقة ، حيث يستخدم لنقش السطوح Etching، بالإضافة إلى ترسيب مختلف الأغشية الرقيقة ، والطلاءات ، و الطبقات السطحية [4] .

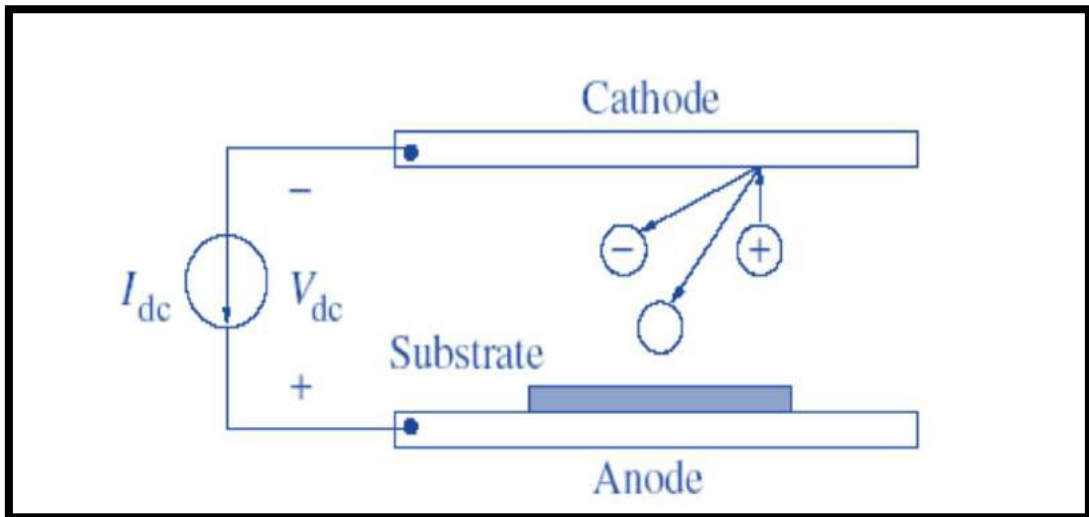
ويستعمل مصطلح الغشاء الرقيق Thin film لوصف طبقة أو عدة طبقات من ذرات مادة معينة لا يتعدى سمكها مايكرونا واحدا [5]، والمعروف بان الخصائص الفيزيائية والكيميائية لطبقة معدنية رقيقة قد يختلف عن تلك الخصائص للمعدن بحجمه الكبير Bulk [6]، وخصائص الأغشية المعدنية المرسبة بالتقنيات المختلفة على القواعد المختلفة كان موضوع العديد من الدراسات العملية والنظرية، والذهب يستعمل في أغلب الأحيان في هذه الدراسات بسبب طبيعته الخاملة والخصائص الكيميائية الفيزيائية المهمة لجسيمات الذهب النانوية [7] .

وبدأ العمل في مجال تحضير الأغشية الرقيقة في منتصف القرن التاسع عشر، وقد شهد تقدم كبير على يد عدد من العلماء، إذ قام كل من (Bunsen & Grove 1852) بتحضير أغشية معدنية رقيقة باستعمال تقنية التفاعل الكيميائي وتقنية التريز بالتحريض التوهجي ، وفي عام 1857 تمكن Faraday من الحصول على غشاء معدني رقيق بتقنية التبخير الحراري [8] كما قام Edison 1902 بأختراع جهاز تريز الذهب بمساعدة البلازما [2].

وتستعمل الأغشية الرقيقة في المجالات العلمية والتقنية بشكل كبير فقد استخدمت في مجال الحاسبات الإلكترونية الرقمية (Digital computer) نظرا لصغر حجمها وخفة وزنها، وكذلك تم استخدامها في الدوائر المتكاملة (Integrated circuits) وفي صناعة الترانزستورات (Transistors)، والخلايا الشمسية (Solar cells)، و في عملية التصوير الفوتوغرافي وأجهزة الاستنساخ وصناعة المرشحات البصرية (Optical filters) والمرايا [9].

والترديد Sputtering هو الأكثر شيوعا لترسيب الأغشية الرقيقة [10]، حيث يعد إحدى الطرائق الفيزيائية للحصول على طلاء ذي مواصفات نوعية في أوساط فراغية ملائمة إذ أنه عند حدوث تفريغ كهربائي بين قطبين تحت ضغط واطى نسبيا تتولد حزمة من الايونات ذات الطاقة العالية تعمل على انتزاع ذرات سطوح الأهداف عند اصطدامها بها [11].

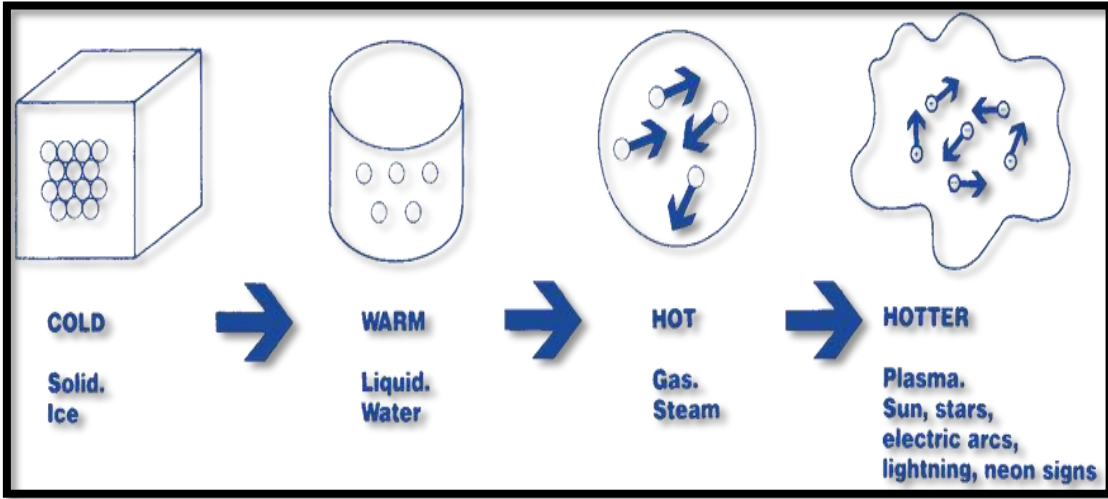
والشكل (1-1) يمثل مخطط جهاز الترديد بالتفريغ التوهجي بالتيار المستمر، إذ القطب الاعلى هو الكاثود والذي يعتبر كهدف للترديد بتأثير الايون ، والقاعدة المراد ترسيب الغشاء عليها توضع على الأنود ، فعندما تقصف الايونات الموجبة الكاثود تتردد جسيمات متعادلة بالإضافة الى أنبعاث الكترونات ثانوية الى البلازما .ومعدل الترديد يعتمد على ضغط الغاز إذ ان تصادم الجسيمات المرذذه مع ذرات الغاز سوف يؤدي الى استطارتها من ثم تؤثر سلبا على جودة الطلاء والتصاقيته [12] ،لذا فان جهاز الترديد يعمل تحت الضغط الواطي.



الشكل (1-1) مخطط يمثل جهاز الترديد بالتفريغ الوهاج بالتيار المستمر [12].

Plasma State**(2-1) حالة البلازما**

البلازما هي الحالة الأكثر شيوعا في الطبيعة ، إذ أنها تشكل حوالي 99 % من الجزء المرئي من الكون مادة وحجما [13,14] ، حيث تعرف بمثابة حالة رابعة للمادة إضافة إلى الحالات الغازية والسائلة والصلبة ، فمن المعلوم إن التسخين المستمر للجسم الصلب يقود إلى تحوله إلى سائل ثم إلى غاز ، يقود التسخين اللاحق إلى تحول الغاز إلى غاز مؤين عند درجة حرارة 10^4 °k حيث تكون البلازما حالة طبيعية للمادة عند درجة حرارة 10^4 °k وأعلى [13,15]، والشكل (2-1) يمثل الحالة الرابعة للمادة .



شكل (2-1) الحالة الرابعة للمادة [16].

ويمكن إعطاء تعريف للبلازما بأنها عبارة عن غاز مؤين جزئياً مؤلف من عدد كبير من الايونات الموجبة الشحنة والالكترونات السالبة الشحنة بإعداد متساوية تقريبا ومن ذرات وجزيئات متعادلة ذات سلوكية جماعية [13,17,18].

وقد لوحظت البلازما للمرة الأولى في أنبوبة كروكس ووصفت من قبل السير وليام كروكس في العام 1879 ، ولكن ادخل مفهوم البلازما بمثابة تجمّع لجسيمات مشحونة للمرة الأولى في العام 1929 من قبل كل من لانغمور Langmore و تونكس Tonks ، وذلك أثناء دراستهما للظواهر التي تتم عند حدوث التفريغ الكهربائي في الغازات [13] .

Generating Plasma

(3-1) توليد البلازما

إن طرائق توليد البلازما مختبريا سريعة التطور، حيث تعتمد البلازما المتولدة على طريقة التولد، فتكون صفات البلازما المتولدة من ناحية الكثافة ودرجة الحرارة، وفقا للطريقة المعتمدة لتوليدها. ونذكر هنا بعض أهم التصميمات المستخدمة لتوليد البلازما:

1 – التفريغ الغازي واطئ الضغط ذو الكاثود البارد

The Low-pressure cold-cathode discharge

وفي هذه الطريقة تسلط فولتية مناسبة على الأقطاب المثبتة بإحكام عند أطراف الأنبوبة التي تحتوي على غاز تحت ضغط واطئ (10^{-2} - 10^{-3} mbar). فتكون البلازما المتولدة في هذه الأجهزة ذات كثافة واطئة ($n_e \approx 10^{10} \text{ m}^{-3}$) ودرجة حرارة واطئة وقد أستخدمت هذه الطرائق في بعض الدراسات المبكرة للبلازما وفي دراسات الأطياف الذرية، وما يزال مستخدما في كثير من دراسات البلازما. منها أجهزة التفريغ التوهجي.

Thermionic-arc discharge

2 – التفريغ القوسي الأيوني الحراري

وفي هذه الأجهزة تستخدم كاثود مؤكسد بصفته باعث للإلكترونات، حيث يجهز بالطاقة بواسطة محولة مربوطة بمجهر القدرة، كذلك توضع مقاومة خارجية متغيرة للتحكم بتيار التفريغ (حيث تتناسب كثافة البلازما مع تيار التفريغ). إن البلازما المتولدة بهذه الطريقة تكون ذات كثافة تتراوح بين $10^{10} \leq n_e \leq 3 \times 10^{12} \text{ m}^{-3}$.

Rf-produced plasma

3 – توليد البلازما بالتردد الراديوي

عندما نعرض غاز تحت ضغط واطئ إلى مجال كهربائي ثابت يحصل له انهيار Breakdown، وكذلك يمكن ان تحصل هذه الظاهرة عندما يتعرض الغاز إلى مجال كهربائي متناوب أيضا، حيث يزود المجال الكهربائي المتناوب بطاقة عالية للإلكترونات تصل أعلى من جهد التأين، والحصول على بلازما مستقرة (State steady) بحصول عملية التأين مع نسبة ضئيلة من إعادة التكوين.

تحتوي بعض هذه الأجهزة على مجال مغناطيسي والتي تجعل البلازما المكونة ذات طاقة أعلى من الأجهزة غير المزودة بمجال مغناطيسي. إن كثافة البلازما المتولدة بهذه الطريقة تتراوح بين

$$10^{10} \leq n_e \leq 3 \times 10^{12} \text{ m}^{-3} \text{ ودرجات حرارة } T_e \leq 0.5 \text{ MeV} \leq 100 \text{ eV} \text{ [19].}$$

Types of Plasma

(4-1) أنواع البلازما

يعرف بشكل واسع بان البلازما يمكن إن تميز إلى مجموعتين رئيسيتين :

- بلازما ذات الحرارة العالية او بلازما الاندماج *High temperature plasma*
 - بلازما ذات الحرارة المنخفضة او التفريغ الغازي *Low temperature plasma*
- وكما في الجدول (1-1):

جدول (1-1) أنواع البلازما [20] .

Plasma	State	Example
<i>High temperature plasma</i> (<i>Equilibrium plasma</i>)	$T_e \approx T_i \approx T_g, T_e = 10^6 - 10^8$ $^{\circ}K$ $n_e \geq 10^{20} m^{-3}$	<i>Laser fusion plasma</i>
Low temperature plasma		
<i>Thermal plasma</i> (<i>Quasi-equilibrium plasma</i>)	$T_e \approx T_i \approx T_g \leq 2 \times 10^4$ $^{\circ}K$ $n_e \geq 10^{20} m^{-3}$	<i>Arc plasma, plasma torches, RF inductively coupled discharges</i>
<i>Non thermal plasma</i> (<i>Non-equilibrium plasma</i>)	$T_e \gg T_i \approx T_g =$ $300 \dots 10^3$ $^{\circ}K$ $n_e \approx 10^{10} m^{-3}$	<i>Glow, corona, atmospheric pressure plasma jet, dielectric barrier discharges, micro hollow cathode discharges, plasma needle etc.</i>

1- البلازما ذات الحرارة العالية *High temperature plasma* : وتكون جميع أنواع الجسيمات

(الالكترونات، وايونات، والأنواع المتعادلة) في حالة توازن حراري $T_e \approx T_i \approx T_g$.

2- البلازما ذات الحرارة المنخفضة *Low temperature plasma*: وتنقسم إلى :

- البلازما الحرارية (*Thermal plasma* (TP) والتي تدعى البلازما شبه المتوازنة ، حيث تكون في حالة توازن حراري موقعي (LTE) *Local thermal equilibrium* أو قريب من التوازن بين الالكترونات والايونات والجسيمات المتعادلة، وتستخدم في أجهزة وأدوات المايكروويف ومصابيح البلازما .

- البلازما الباردة Cold plasma وتشير إلى البلازما إذ أن الطاقة الكهربائية تؤدي إلى تنشيط الإلكترونات بدلاً من التسخين الكامل للغاز ، في حين الأيونات والجسيمات المتعادلة تبقى بدرجة حرارة قريبة من درجة حرارة الغرفة [20] .
وتقنيات البلازما الباردة تستعمل بشكل واسع في الصناعة لترسيب الأغشية الرقيقة Thin film ومعاملة السطوح كالترنيز والتريسيب الكيميائي بمساعدة البلازما [21] .

Thin Film Deposition

(5-1) ترسيب الاغشية الرقيقة

على مر السنين اكتشفت وطورت طرائق عديدة لتحضير الأغشية الرقيقة وبذلك تعددت طرائق تحضيرها وأصبح لكل طريقة مميزاتها لتؤدي الغرض الذي وجدت من أجله وأن اختيار الطريقة المناسبة لتحضير الغشاء تعتمد على عدة خواص منها طبيعة التطبيق ونوعه وكلفة التحضير وسهولته وسرعته بالإضافة إلى نوع المواد المستخدمة في التحضير [5]، وبشكل عام يمكن تقسيم طرائق التحضير إلى نوعين أساسيين هما الكيميائية والفيزيائية، وتتضمن الطرائق الكيميائية عملية الترسيب بالبخر الكيميائي (CVD) The chemical vapor deposition process وعملية الترسيب المحلول الكيميائي The chemical solvent deposition process ، في حين تتضمن الطرائق الفيزيائية عملية التبخر الفيزيائي The physical vapor deposition (PVD) processes والتي تنقسم إلى التبخر الحراري thermal evaporation والترنيز Sputtering [22] .

وقد كان توجه الباحثين إلى تقنية الترنيذ للحصول على الأغشية الرقيقة لأسباب عدة تجعل له الأفضلية على بقية التقنيات الأخرى كالتبخير مثلاً، ومن هذه الأسباب:

- 1- إمكانية السيطرة عليها ، حيث تكون طريقة التبخر غير مسيطر عليها بسبب تأثرها بدرجة الحرارة ويستمر الترسيب بعد الإطفاء إلى إن تبرد المنظومة (إطفاء الجهاز) [19] .
- 2- تمنح طريقة الترنيذ القدرة على تحضير شرائح رقيقة من مواد لا يمكن تحضيرها بطريقة التبخر بسبب ارتفاع درجة انصهارها او مواد عازلة باستعمال مصدر عالي التردد [23].
- 3- معدل الترسيب يكون ذات اعتماد خطي على تدفق الأيون القاصف، اما في عملية التبخر فيكون التناسب أسياً مع درجة حرارة المصدر [12].
- 4- الذرات المرذدة في عملية الترنيذ تكون ذات طاقة اعلى (حوالي 10 eV) من الذرات المبخرة (حوالي 0.25 eV عند 300 K) وهذا عادة يؤدي الى تحسين عملية الالتصاق [12].

(6-1) خصائص الذهب

Gold (Au) Properties

الذهب معدن أصفر ناعم، له القابلية على الطرق والسحب، تركيبه البلوري على شكل نظام مكعبي Cubic ، موصل جيد للحرارية والكهربائية ، والذهب النقي والعديد من سبائك الذهب تكون غير مغناطيسية . في حين سبيكة الذهب والمنغنيز تمتلك صفات مغناطيسية ، وسبائك الذهب والحديد ، النيكل ، الكوبلت تكون فيرومغناطيسي .

ويكون الذهب الأكثر خمول او الأكثر نبلا من بين العناصر المعدنية، ويكون عالي الاستقرار وله مقاومة عالية ضد التآكل، لا يذوب في الحوامض البسيطة [24] .

ويعد الذهب الأكثر جمالا من بين كل العناصر، ويكون ذا لون اصفر عندما يكون مجتمعا، لكن عند تقسيمه الى : شكل رقيق وناعم قد يبدو أسود اللون، ياقوتي Ruby ، او ارجواني Purple . ويستعمل الذهب في العملات ومعيار للنظم النقدية للعديد من البلدان. ويستعمل بنطاق واسع للمجوهرات والزينة، وصناعة الاسنان، وللطلاءات، حيث يستعمل لطلاء بعض الأقمار الصناعية لكونه عاكساً جيداً للأشعة تحت الحمراء Infrared [25].

اما عند تحويل الذهب الى جسيمات نانوية صغيرة فان سلوكه وخصائصه تختلف عن تلك المادة بحجمها الكبير Bulk مثل نقطة الانصهار، والكثافة، وثابت الشبيكة، وكذلك الخصائص الكهربائية والبصرية تتغير بشكل كبير، إذ أن الجزيئات بحجم (10 nm) تمتص ضوء اخضر لذلك تبدو حمراء [26]، وبحجم (2-3 nm) يتوقف الذهب عن كونه نبيلاً إي يتحول إلى مادة محفزة ممتازة Excellent catalysts ويعرض مغناطيسية عالية، وعند الحجم نفسه يتحول الذهب إلى عوازل، وهذا يعود إلى تأثيرات السطح والحجم الكمي [27]، وهذه الخصائص الاستثنائية للجسيمات النانوية للذهب تعرض طيفاً جديداً من التطبيقات حيث تستعمل في الكيمياء، الهندسة، علم الاحياء والطب [28]، وغيرها لتستعمل في :

الأنظمة المايكروية والأنظمة النانوية (Microelectromechanical systems and Nanoelectromechanical systems)، والمتحسسات (Sensors) والمنسوجات الالكترونية (Electronic textiles)، والهندسة الحيوية (Bioengineering)، وكمولد الخصائص البصرية غير الخطية (Generator of nonlinear optical properties)، وأجهزة استقطار رامان لتحسين السطح (Devices for surface-enhanced Raman scattering) [29] ،

والتشخيص الطبي والتطبيقات العلاجية (The medical diagnostic and therapeutic applications) [30]. والجدول (1 - 2) يمثل خصائص الذهب بحجمه الكبير Bulk [31].

جدول (1 - 2) خصائص الذهب بحجمه الكبير Bulk [31].

Properties	Value
Atomic number	79
Group	11
Period	6
Atomic mass	197
Crystal structure	Fcc
Atomic radius (pm)	135
Bond length (pm)	288
Electron configuration	[Xe] 5d ¹⁰ 6 s ¹
Resistivity (μΩ cm)	2.2
Self-Diffusivity (cm ² /s at 1000 K)	6.15 × 10 ⁻⁹
Wave length of reflectance >85% (nm)	560
Work function (eV)	5.1
Electronegativity	2.54 (Pauling); 1.42 (Allrod Rochow)
Melting point (°K)	1337.73
Enthalpy of fusion (kJ/mol)	12.55
Enthalpy of atomization (kJ/mol at 25°C)	364
Formation enthalpy of metal hydride crystal (kJ/mol)	AuH: 67 ± 19
Atomization enthalpy of metal hydride crystal (kJ/mol)	519 ± 19
Lattice energy (kJ/mol)	AuH:1033 (calculated)

Literature Survey**(7-1) الدراسات السابقة**

• في عام (2002) حضر الباحث (R. Gupta وجماعته) [32] أغشية الذهب والفضة الرقيقة على قواعد زجاجية بتقنية التبخير الحراري ودرس تأثير ألوامات الترسيب والمتمثلة ب(درجة حرارة القاعدة ونسبة الترسيب وسمك الغشاء) على رنين بلازمون السطح خلال الأطوال الموجية في المنطقة المرئية والمنطقة تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي، إذ أُسنتتج انتقال رنين بلازمون السطح نحو الأطوال الموجية الأدنى عند زيادة درجة الحرارة في حين ينتقل ببطء نحو الأطوال الأعلى عند زيادة نسبة الترسيب وانتقال حاد عند زيادة سمك الغشاء ولكلا المعدنين.

• وفي عام (2004) حضر الباحث (L.L. Melo وجماعته) [33] أغشية الذهب والبلاطين الرقيقة على قواعد الزجاج والسيلكون بطريقة غرس الايونات المغمورة في البلازما بسمك يتراوح بين (40-440nm) للذهب وبين (26-220 nm) للبلاطين، حيث درس تأثير الحجم الحبيبي وخشونة السطح ، وقد استنتج ومن خلال تحليل حيود الاشعة السينية زيادة الحجم الحبيبي ومن ثمَّ زيادة خشونة السطح كدالة لزيادة سمك الغشاء ولكلا المعدنين كما وجد بان (111) الاتجاه التفضيلي السائد لكلا الاغشية المحضرة.

• وفي عام (2007) حضر الباحث (E. Xenogiannopoulou وجماعته) [34] أغشية الذهب الرقيقة وبسمك يتراوح بين (5nm) و (52 nm) على قواعد الكوارتز بطريقة التريذ الماكنتروني، حيث درس الخصائص البصرية الغير خطية باستعمال ليزر نبضي، إذ وجد الجزء الحقيقي للتحسسية ينخفض بزيادة سمك الغشاء ، إما بالنسبة للجزء الخيالي للتحسسية للأغشية المحضرة وجد بأنه اكبر من الجزء الحقيقي بحوالي (5.7) مرة، كما تبين ومن خلال تحليل XRD و AFM إن سطوح الأغشية كانت متصلة ومتجانسة نسبيا مع سطح حبيبي متميز بدون ظهور بقع معزولة . Island

• وفي عام (2009) حضر الباحث (Catherine S. Kealley وجماعته) [35] طلاءات بالجسيمات النانوية لل Au او Ag على قواعد شفافة بطريقتي الطلاء الكهربائي والتبخير الحراري على التوالي ، ودراسة التدرج اللوني للطلاءات ، حيث وجد ان نسبة الطول الى العرض للجسيمات النانوية هي التي تحدد الألوان في الحاليتين كما ان زيادة معدل النمو (الكثافة) للجسيمات يجعلها

تصبح متقاربة أكثر ومن ثمَّ زيادة شدة اللون ، ووجد ولكلا Au و Ag تدرجات لونية واسعة ولكن الطلاء المتكون من جزيئات Ag يعد أكثر اشراقاً من جزيئات Au.

• وفي عام (2010) حضر الباحث (Zhang Xin وجماعته) [36] أغشية الذهب بطريقة التريذ الماكنتروني على شرائح Si(100) والمغطة بطبقة السيلكا SiO₂ لحوالي (500nm) وباسمك تتراوح بين (10 - 1000nm) حيث درس مدى اعتمادية الحجم الحبيبي وخشونة السطح على سمك الغشاء ومقارنته قبل وبعد التلدين عند درجة حرارة (300 °C) ولمدة (5h) وذلك من خلال استعمال تقنية حيود الأشعة السينية ومجهر القوة الذرية ، فتبين أن خشونة السطح والحجم الحبيبي تزداد كدالة لسمك الغشاء ، كما وجد بان عملية التلدين لها دور أساسي حيث يزداد معدل نمو الحبوب الثانوية عندما ينخفض سمك الغشاء .

• وفي عام (2011) حضر الباحث (V. Svorcik وجماعته) [37] أغشية الذهب المرسبة على قواعد الزجاج بطريقة التريذ ودراسة تأثير التلدين عند درجة حرارة (300° C) على التركيب النانوية للأغشية المحضرة ، فوجد بزيادة السمك ينتقل الغشاء من متقطع إلى متجانس كما ان الحجم الحبيبي للعينات المرذدة يتزايد ، اما بعد التلدين فتتزايد الى ان تصل قيمة عظمى عند زمن التريذ (250 sec) ثم تنخفض ، كما وجد أن ثابت الشبكة للعينات المرذدة والملدنة فيكون مختلفة الاعتماد على الزمن حيث يرتفع ببطء عند زيادة السمك حتى (12nm) ثم ينخفض عند الزيادة الأكثر من ذلك ، إما للعينات الملدنة فلا يعتمد على زمن التريذ في حين الخصائص الكهربائية والبصرية لطبقات الذهب تتغير بشكل كبير وكذلك تتأثر بعملية التلدين وخاصة الأغشية الأقل تجانس.

• وفي عام (2011) حضر الباحث (Jakub Siege وجماعته) [38] طبقات نانوية للذهب مرسبة على سطح بوليمر Polytetrafluoroethylene (PTFE) بطريقة التريذ ودراسة الخصائص الكهربائية وبنية ومورفولوجية السطح والتغيرات الناجمة عن التلدين عند (100°C) الى (300°C)، إذ لوحظ انتقال الغشاء من متجزئ الى متجانس عند سمك من (10 nm) إلى (15 nm) لكن بعد تلدينها الى (300°C) نقطة التحول تزداد لحوالي (70 nm) إذ الزيادة تشير إلى إعادة التنظيم الكبيرة لطبقة الذهب، كما وجد نمو طلاءات الذهب تؤدي الى انخفاض خشونة السطح في حين أن عملية التلدين تؤدي الى زيادة خشونة السطح، كذلك وجد انخفاض المقاومة بزيادة السمك لكلا العينات المرسبة والملدنة.

• وفي عام (2012) حضر الباحث (Christian Worsch وجماعته) [39] طلاعات ذهبية مقاومة للتآكل على قواعد شفافة ، إذ تم تغطية زجاج سيليكات كلس الصودا بطبقة ذهب بطريقة التريذ وبعد ذلك غلفت بطبقة السليكا SiO_2 باستعمال تقنية ترسيب البخار الكيميائي في حين تم طلاء بعض العينات بطبقة ذهب بين طبقتين من السليكا ، ودراسة الخصائص التركيبية ومقاومة التآكل للعينات المحضرة والملدنة لمدة (20 دقيقة) عند $(550\text{ }^\circ\text{C})$ و $(600\text{ }^\circ\text{C})$ حيث أدى ذلك إلى تشكيل جسيمات نانوية ذهبية كروية وبأحجام تتراوح بين (15 nm) الى (200 nm) وزيادة مقاومة التآكل ، كان لون الزجاج المطلي بالذهب ياقوتي اللون وبتجاه تفضيلي (111) ، اما العينات المطلية بالسليكا / الذهب / السليكا والملدنة تظهر التصاقية عالية ومقاومة للخدش تكون ذات لون ارجواني .

• وفي عام (2013) حضر الباحث (Anna Schaub وجماعته) [40] أغشية الذهب المرسبة بطريقة التبخير الحراري على قواعد زجاجية ، حيث درس الخصائص البصرية وخشونة السطح للأغشية المحضرة على الزجاج مع (ا) درجة حرارة الغرفة (ب) الزجاج المسخن إلى $(300\text{ }^\circ\text{C})$ (ج) الزجاج المرسب في درجة الحرارة الغرفة ثم لدن إلى $(300\text{ }^\circ\text{C})$ حيث تبين إذا تم تسخين القاعدة خلال عملية التبخير سوف تتشكل طبقات متصلة (اكثر تجانس) لسماك أعلى من (18nm) مع انخفاض خشونة السطح بزيادة السمك ، اما عملية التلدين فتأثيرها معاكس حيث تتضخم الحبيبات الكروية لتبدو اكبر، كما تتأثر الخصائص البصرية حيث تتزايد الامتصاصية مع السمك قبل التلدين وبعده وظهور ذروة رنين بلازمون السطح Plasmon resonance لمختلف الاسماك.

• وفي عام (2014) حضر الباحث (Zdenka Novotna وجماعته) [41] أغشية الذهب المرسبة بطريقة التريذ على قواعد زجاجية ، ودراسة الخصائص التركيبية والبصرية للأغشية المحضرة فوجد بزيادة زمن الترسيب وتيار التفريغ تزداد الامتصاصية ، كما تبين ومن خلال حيود الأشعة السينية بأن الأغشية ذات تركيب متعدد التبلور مع اتجاه تفضيلي (111) ووجد أنخفاض ثابت الشبيكة مع زيادة سمك الغشاء.

• وفي عام (2015) حضر الباحث (Haitham M. Wadullah وجماعته) [42] أغشية الذهب الرقيقة بطريقة التريذ على سبائك ذات اساس نيكل- كروم- موليبدنيوم ، ودراسة الخصائص التركيبية للأغشية المحضرة ، حيث تم استخدام المجهر الالكتروني الماسح ومجهر القوة الذرية و

أستخدام حيود الأشعة السينية في تشخيص الأغشية المترسبة ، وأستنتج بأن الأغشية المحضرة ذات تركيب مكعبي متمركز الاوجه وبأتجاه بلوري (111) ، كذلك تبين تتناقص الخشونة السطحية من (2.54) الى (1.8) نانومتر بزيادة السمك من (17) الى (34 نانومتر)، وتحسن مقاومة التآكل بالنسبة للمطلي بغشاء الذهب الرقيق بسمك (34 نانومتر) مقارنة بالسبيكة غير المطلية .

The Aim of Work

(8-1) الهدف من البحث

- نظراً لأهمية اغشية الذهب الرقيقة وتطبيقاتها المختلفة فهي تستعمل في المتحسسات ، الطلاءات وغيرها ، لذا تهدف دراستنا الحالية الى :
- 1- تحضير أغشية الذهب (Au) الرقيقة على قواعد زجاجية بتقنية التريذ بالتيار المستمر.
 - 2- دراسة تأثير أعلومات تشغيل بلازما الوهج الكهربائي مثل المسافة بين الأقطاب وضغط الغاز والتيار والفولتية وزمن التريذ على سمك الأغشية المحضرة.
 - 3- أيجاد منحني التيار فولتية (V-I) ومنحني باشن ، والعلاقة بين أعلومات تشغيل البلازما وسمك الغشاء ، والعلاقة بين معدل التريذ والقدرة.
 - 4- دراسة الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للأغشية المحضرة وتأثير سمك الاغشية على هذه الخصائص.

الفصل الثاني

الجزء والنظري

(1-2) مقدمة

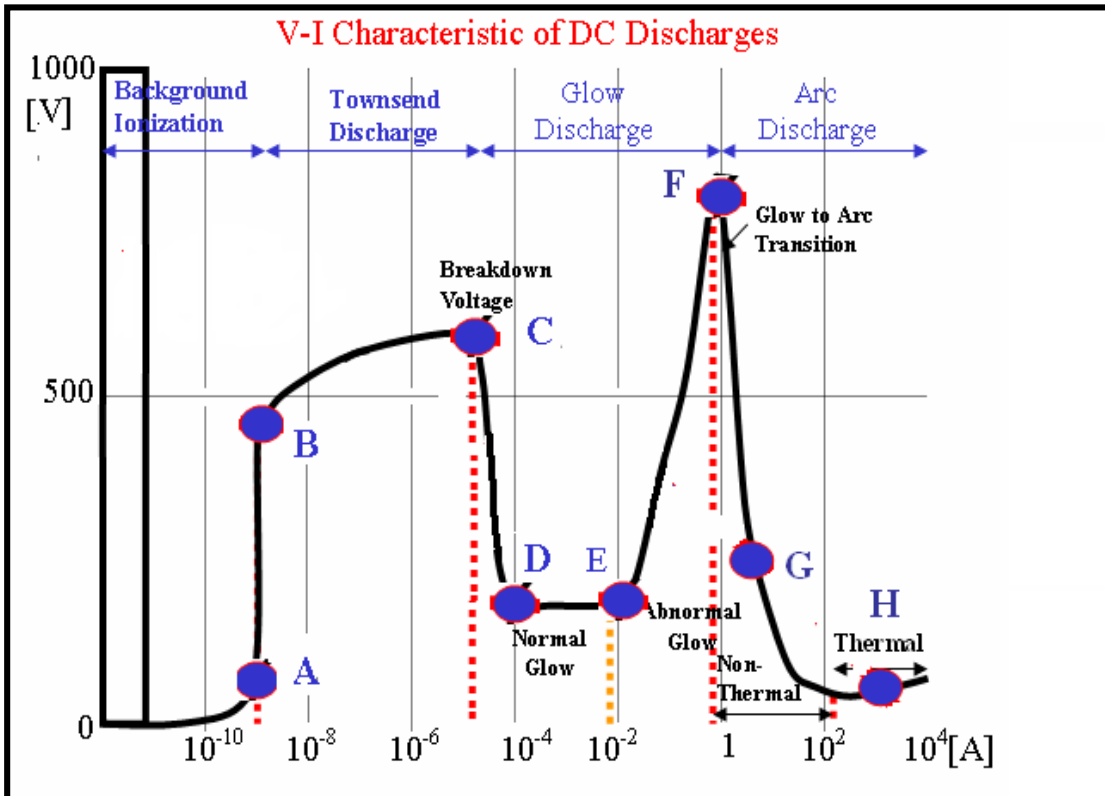
Introduction

يتضمن هذا الفصل وصفا عاما للجانب النظري لموضوع الدراسة الحالية ، من حيث الافكار والمفاهيم الفيزيائية النظرية ، والايضاحات العلمية والعلاقات والقوانين الرياضية التي من خلالها يمكن تفسير النتائج التي يتم الحصول عليها عمليا.

(2-2) التفريغات الكهربائية في الغازات :

Electrical Discharge in the Gas

الغاز بطبيعته يكون عازلاً كهربائياً، أي : التيار الكهربائي لا يستطيع المرور خلاله بسهولة [16] ، وعند تسليط فولتية عالية بين قطبين موضوعين في وسط غازي تحت ضغط واطئ فان ذرات الغاز وجزئياته سوف تنهار كهربائيا ، حيث يسمح للتيار بالتدفق خلال الوسط الغازي ليصبح الغاز موصلاً [43] . هذه الظاهرة تدعى التفريغ الكهربائي (Electrical discharge) ، التفريغات الكهربائية تكون مقسمة وفقاً لخصائص الفولتية – التيار [44].



شكل (1-2) يمثل خصائص فولتية - تيار للتفريغات بين الأقطاب لمدى واسع من التيارات [45].

2-2-1 التفريغ غير المستديم ذاتيا: *Non-self-sustaining (A-B)*

عند تسليط فولتية واطئة بين قطبين مفصولين بفجوة تحتوي على غاز متعادل، يمكن ملاحظة تيار صغير (10^{-10} A) ويحدث هذا بسبب الإلكترونات في الفجوة التي نشأت من مصادر خارجية، مثل الأشعة الكونية ، هذه الإلكترونات تكون قليلة و تتعجل نحو الأنود لتسبب تيار صغير جدا. الفولتية المطبقة هي ليست عالية بما يكفي لتسبب تأين الذرات بتأثير الإلكترون، لذا التفريغ يحتاج مصادر خارجية لتوليد الإلكترونات وهذا هو التفريغ غير المستديم ذاتيا *Non-self-sustaining* وسوف ينتهي عند إزالة مصدر الإلكترون [45].

2-2-2 تفريغ تاونسند : *Townsend discharge (B-C)*

ويعرف أيضا بالتفريغ المظلم حيث لا يوجد انبعاثات للضوء في هذا التفريغ. بدءا من تفريغ غير المستديم ذاتيا ، وبزيادة الفولتية المسلطة يؤدي إلى الانتقال إلى تفريغ مستديم ذاتيا. زيادة الفولتية يؤدي إلى مجال كهربائي أعلى داخل فجوة التفريغ. المجال يصبح عالياً بما فيه الكفاية بحيث الإلكترونات في الفجوة تسبب تأين الذرات المحايدة بتأثير الإلكترون. والنتيجة هي مضاعفة الإلكترونات والأيونات في فجوة التفريغ. عند سطح الكاثود، إلكترونات جديدة يمكن أن تنبعث في داخل الغاز عن طريق الانبعاثات الثانوية الناجمة عن تأثير الأيون . هذا يوفر آلية التغذية التي تحافظ على التيار خلال فجوة التفريغ. ومرحلة انتقال الفولتية بين تفريغ غير مستديم ذاتيا وتفرغ مستديم تدعى فولتية الانهيار Breakdown voltage [45].

أي أن زيادة طفيفة في الفولتية تؤدي إلى مضاعفة أعلى للإلكترونات في الفراغ، أي إنتاج المزيد من الإلكترونات والأيونات، وإعطاء المزيد من الانبعاث الثانوي عند الكاثود، مما يؤدي إلى المزيد من الإلكترونات في الفجوة وزيادة تضاعف الشحنات. كما أن تأثير فضاء الشحنة يكون مهملاً [45].

2-2-3 تفريغ التوهج دون الاعتيادي : *Subnormal glow discharge (C-D)*

أي زيادة اضافية للفولتية يؤدي إلى تأثيرات كبيرة لفضاء الشحنة في فجوة التفريغ . حيث تركيز فضاء الشحنة الموجبة أمام القطب السالب يخلق منطقة هبوط الكاثود Cathode fall . وهبوط الجهد عبر هبوط القطب السالب يساوي تقريبا فرق الجهد عبر الأقطاب. وبعبارة أخرى، فإن المجال الكهربائي في هذه المنطقة يكون أعلى مما كانت عليه عندما كان الجهد موزعاً بانتظام على الفجوة. بما إن تزداد مضاعفة الإلكترون لزيادة المجال الكهربائي فسوف يكون هناك تعزيز لمضاعفة

الإلكترون عبر هبوط الكاثود. والنتيجة هي أن الفولتية الإجمالية اللازمة للحفاظ على التفريغ يمكن إن تخفض . لذلك، فإن منحنى (V-I) يظهر هبوط الفولتية بزيادة التيار. هذا التفريغ في كثير من الأحيان غير مستقر ويذهب بسهولة إلى تفريغ التوهج [45].

4-2-2 تفريغ التوهج : *Glow discharge (D-E)*

في هذه المنطقة، يكتمل تشكيل منطقة هبوط الكاثود Cathode fall. وتكون الفولتية اللازمة للحفاظ على التفريغ عند أدنى مستوى لها. وهناك زيادة أخرى في التيار لا تؤدي إلى انخفاض الفولتية، وينتشر التفريغ فوق سطوح الأقطاب الكهربائية، تبقى كثافة التيار ثابتة. منطقة تفريغ التوهج تنتهي عندما كل سطح الأقطاب الكهربائية يكون مغطى بالتفريغ وتزايد التيار بشكل أكبر [45,46].

5-2-2 تفريغ التوهج فوق الاعتيادي : *Abnormal glow discharge (E-F)*

الأقطاب تكون مغطاة تماما بالتفريغ ويزداد التيار بزيادة الفولتية ، وكذلك تزداد كثافة التيار [46].

6-2-2 تفريغ القوسي : *Arc discharge (F-H)*

التفريغ المعروفة باسم " القوس The Arc " يكون مستديماً ذاتياً ، و الكاثودات في التفريغ القوسي تبعث الإلكترونات كنتيجة للانبعاث الحراري Thermionic ، أو انبعاث المجال Field electron او بعمليات مشتركة. ويتميز تفريغ القوس بالتيارات الكبيرة أكبر بكثير من التيارات النموذجية للتفريغ التوهجي . عادة حرق الأقواس عند فولتية واطئة لا تتجاوز (20-30 V) للأقواس القصيرة ، وفي بعض الحالات تكون منخفضة بحيث تصل إلى عدة فولتات. وأقطاب القوس تتلقى كميات كبيرة من الطاقة من التيار وتصل الى درجات حرارة عالية، سواء عبر منطقة القطب السالب بأكملها أو موضعياً فقط ، وعادة لفترات زمنية قصيرة [46].

(2-3) التفريغ التوهجي بالتيار المستمر :

Direct Current (D.C) Glow Discharges

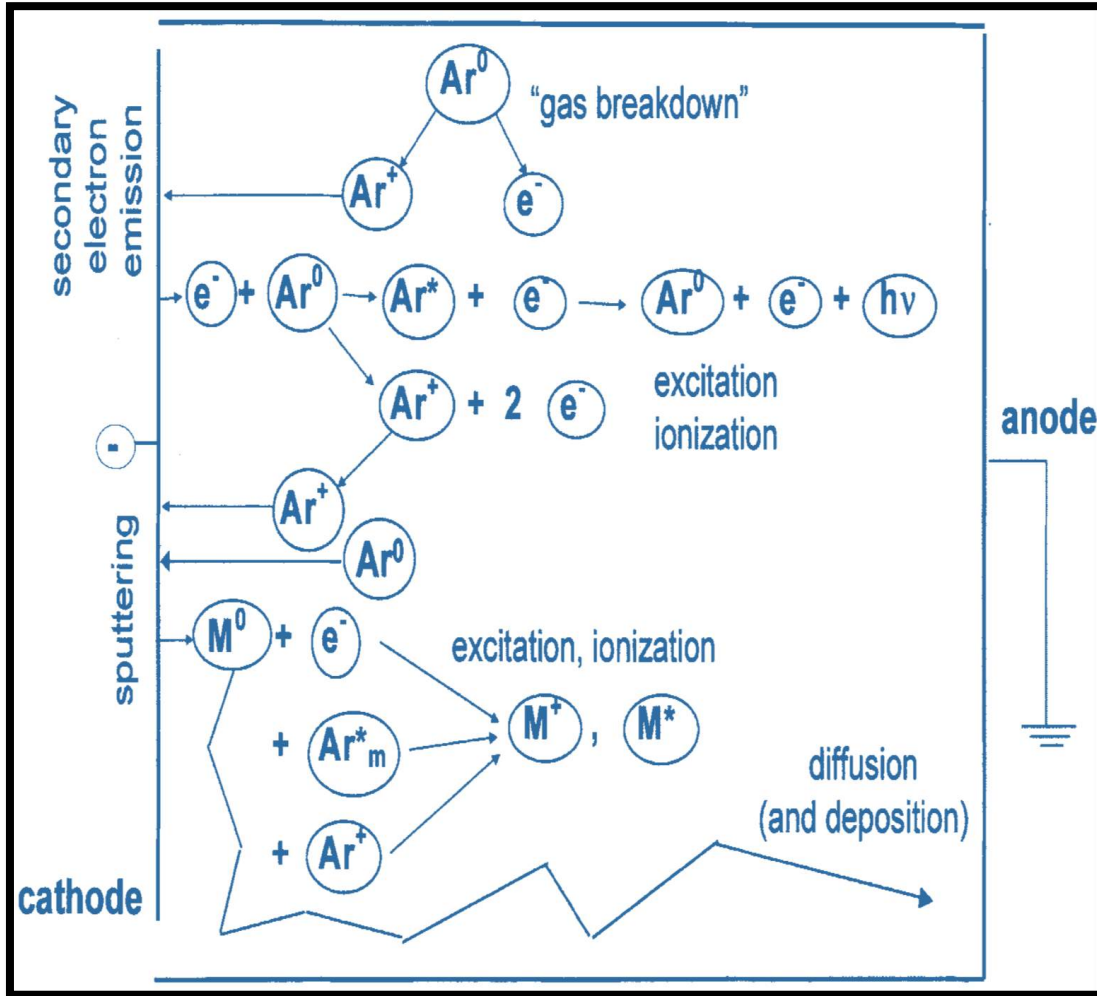
يتم إنتاج التفريغ التوهجي ببساطة عن طريق تسليط جهد كهربائي على عينة غاز بين اثنين من أقطاب كهربائية وضعت داخل حجرة مفرغة ، حيث ينهار الى ايونات موجبة والكترونات مما يؤدي الى تفريغ الغاز .

يمكن تفسير الية الانهيار على النحو الآتي : ينبعث عدد قليل من الإلكترونات من الأقطاب الكهربائية بسبب الإشعاع الكوني في كل مكان ، دون تسليط أي فرق للجهد ، والالكترونات المنبعثة من الكاثود لا تكون قادرة على تغذية التفريغ . ومع ذلك ، عندما يتم تسليط فرق جهد تعجل الإلكترونات نتيجة للمجال الكهربائي أمام الكاثود وتتصادم مع ذرات الغاز. والاصطدام الأكثر أهمية هو الاصطدام غير المرن ، مما أدى إلى الإثارة والتأين. اصطدام الإثارة، تليها إلغاء الإثارة مع أنبعاث الإشعاع، هي المسؤولة عن خاصية اسم التفريغ بالتوهجي.

واصطدام التأين يولد إلكترونات وأيونات جديدة. الأيونات تتعجل نحو الكاثود ، حيث تطلق الككترونات جديدة انبعاث الإلكترون الثانوي. الإلكترونات تؤدي إلى اصطدام تأيني جديد ، وخلق ايونات والككترونات جديدة . هذه العمليات تجعل التفريغ التوهجي مستديماً ذاتياً. وتوجد عملية مهمة اخرى في التفريغ التوهجي هي ظاهرة التبريد ، والتي تحدث عند فولتيات عالية بما فيه الكفاية. عندما الأيونات تقصف الكاثود ، فإنها ليس فقط تؤدي الى انبعاث الإلكترونات الثانوية ، ولكن أيضا طرد ذرات من مادة الكاثود ، وهو ما يسمى التبريد [47] .

ففي الطاقات الحركية المنخفضة للأيون (0 - 50 eV) ، حيث لا يملك ما يكفي من الطاقة لإزاحة ذرات الهدف ومن ثمّ قلعها ، اما مع الطاقات المعتدلة (50 eV – 1 keV) فان تأثير الأيونات يؤدي الى ازاحة ذرات وقلعها من الهدف.

وأظهرت العديد من الدراسات أن طاقات الأيون يجب أن تتجاوز أربعة أضعاف الطاقة الرابطة لذرات سطح الهدف للحث على التريز [48]. ويمكن توضيح العمليات الأساسية في البلازما بالشكل الآتي (2-2):



شكل (2-2) مخطط لتوضيح عمليات البلازما الأساسية في التفريغ التوهجي [47].

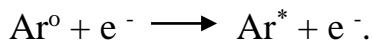
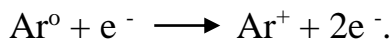
(4-2) العمليات الحاصلة في التفريغ التوهجي للاركون

*Processes Occurring in the Argon Glow Discharge*1-4-2 عمليات الاصطدام في البلازما : *Collision processes in the plasma*-1- التصادم المرن *Elastic collision*:

هذا النوع من التصادم يحصل بشكل واسع في التفريغ التوهجي ، والتصادم المرن لا ينتج تغييراً داخلياً لطاقة شركاء التصادم ، حيث يكون تأثيره مقتصرأ على إعادة توزيع الطاقة الحركية للجسيمات . هذا التصادم يؤخذ بالحسبان الأنواع متماثلة الكتلة (مثل ذرتين)، لكنه مهمل للجسيمات مختلفة الكتلة (مثل ذره + إلكترون) [49].

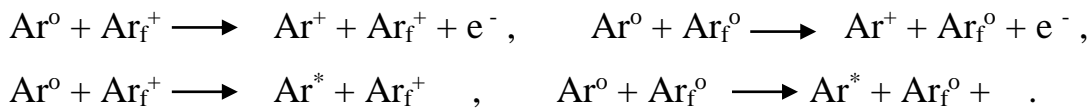
-2- التأين والاثارة *Ionization and Excitation* :A - التأين والاثارة لذرات الاركون *Ionization and excitation of argon atoms*

- التأين والاثارة بتأثير الإلكترون (*Electron impact ionization and excitation*): عملية التأين بتأثير الإلكترون هي احدى أهم عملية في البلازما ، فهي عملية أساسية للبلازما المستديمة ذاتياً إذ أنّ الإلكترون المتولد بهذه الطريقة يمكن ان يؤدي للتأين مرة أخرى ، ليؤدي إلى مضاعفة عدد الإلكترونات . وهذا يمكن ان يحصل من خلال تصادم الالكترونات مع ذرات الاركون في الحالة الأرضية وكذلك مع ذرات الاركون في مستوى شبة المستقر . طاقة الإلكترون الدنيا المطلوبة لهذه العملية تكون (15.76 eV)(جهد التأين للاركون) أما العملية الثانية يمكن ان تحدث عند طاقات الإلكترون الأعلى من (4 eV). وإلية الإثارة بتأثير الإلكترون تكون مشابهة لإلية التأين، لكن بانتقال طاقة اقل إلى الذرة لذلك لا يمكن للإلكترون ان يزال، حيث يمكن فقط ان يقفز إلى مستوى طاقة أعلى ضمن الذرة [49].



• التأين والإثارة بتأثير ذرة أركون وايون أركون سريع

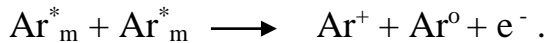
(*Fast argon ion and argon atom impact ionization and excitation*): تكون مماثلة للتأين والإثارة بتأثير الإلكترون ، ايونات الاركون وذراته يمكن كذلك إن تسبب التأين لذرات الاركون إذا كانت طاقتهم عالية بما يكفي . المقطع العرضي لهذه العملية يتصرف بطريقة مماثلة لعمليات الإثارة أو التأين بتأثير الإلكترون . العملية تصبح مهمة فقط عند طاقات الايون و الذرة الأكثر من (100 eV) والحد الأعلى يصل فوق (1000 eV). في التفريغ التوهجي ، ذرات وايونات الاركون النشيطة جدا تكون فقط متواجدة قرب الكاثود ، إذ أن كمية الطاقة المكتسبة من المجال الكهربائي تكون أمام الكاثود. لذلك التأين والإثارة بتأثير ذرات وايونات الاركون تكون فقط قرب الكاثود، وأهمية تلك العمليات في التفريغ التوهجي تتزايد مع زيادة فولتية التفريغ [49] .



• تصادم ذرة اركون شبه مستقرة يؤدي الى تأين أحد الذرات

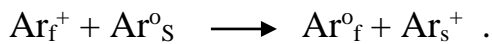
(*Argon metastable atom collisions leading to the ionization of one of the atom*)

عندما تتصادم ذرتي اركون شبه مستقرتين مع بعضهما وهما يمتلكان طاقة كافية لضرب إلكترون وتأين إحدى الذرتين. وهذه العملية تكون ثانوية بالمقارنة مع التأين بتأثير الإلكترون [49].



• نقل شحنة متماثل (*Symmetric charge transfer*): عندما يتصادم ايون اركون سريع مع

ذرة اركون بطيئة، فيمكن ان ينتقل إلكترون من الذرة إلى الايون بدون تغيرات في الطاقة الحركية للجسيمين المتصادمين. في هذه الطريقة يتشكل ذرة اركون سريعا بالإضافة إلى ايون اركون بطيء. وهذه العملية لا تؤدي الى زيادة عدد الايونات، هي فقط اختفاء ايون سريع وخلق ايون بطيء، وتعتبر عملية أساسية في التفريغ الوّاج إذ تكون مسؤولة لخلق تدفق كبير لذرات اركون سريعة قاصفة للكاثود، التي تؤدي إلى التريز Sputtering، المقطع العرضي لهذه العملية يكون حوالي ($5 \times 10^{-15} \text{ cm}^2$) عند طاقات عدة eV وينخفض باتجاه الطاقات العالية [50].



• الإثارة / التأين الحراري و الإثارة / التأين الفوتوني

(Thermal ionization/excitation and photoionization/photoexcitation) : ذرات الاركون يمكن إن تستثار و تتأين عند أكتسابها أي طاقة كافية . الإثارة والتأين الحراري يحدث بسبب الطاقة المستلمة بتأثير ذرات غاز الاركون او بذرات جدار حجرة البلازما. التفريغ التوهجي يعتبر بلازما باردة Cold plasma (درجة حرارة الغاز تكون حوالي 300 K او اعلى قليلا)، لذلك فالعمليات الحرارية تكون مهملة. في حين أن عملية الإثارة والتأين الفوتوني تكون مهمة. المقطع العرضي للتأين الفوتوني الحد الأقصى له يكون $(3.7 \times 10^{-17} \text{ cm}^2)$ (حوالي 7 مرات اوطئ من الحد الأقصى للمقطع العرضي للتأين بتأثير الإلكترون) عند طاقة العتبة (15.8 eV) ، المقطع العرضي لعملية الإثارة الفوتونية يكون مماثلاً لعملية التأين الفوتوني [49].

B-التأين والإثارة للذرات المرذدة. Ionization and excitation of sputtered atoms.

• التأين والإثارة بتأثير الإلكترون **(Electron impact ionization and excitation)**:

الآليات تكون مشابهة لعمليات ذرات الاركون .

• تأين Penning **(Penning ionization)**: إذا تصادمت ذرة اركون شبه مستقرة مع ذرة مرذدة

، الطاقة للمستوي شبه مستقر (مثلا 11.55 eV) يمكن إن تستعمل لتأين الذرة المرذدة إذا جهد التأين لها اقل من هذه الطاقة . لان معظم الذرات في الجدول الدوري تملك جهد تأين اقل من هذه القيمة.

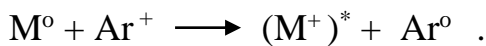
المقطع العرضي لتأين Penning لذرات الاركون الشبه مستقرة والذرات المرذدة يكون حوالي

$(5 \times 10^{-15} \text{ cm}^2)$ ، وهذه العملية تكون واضحة في التفريغات عند ضغط واطئ [50] .



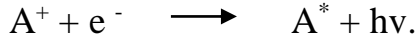
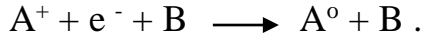
• نقل شحنة غير متماثل **(Asymmetric charge transfer)**: التصادم بين ذرة مرذدة وايون

اركون يؤدي الى نقل إلكترون من الذرة إلى الايون، اذا كان فرق الطاقة بين ايون الاركون للحالة الأرضية أو المستوى شبه المستقر و مستويات الطاقة الناتجة للأيون المرذذ تكون صغيرة بما يكفي ، ففاءة هذه العملية تنخفض مع زيادة أختلاف الطاقة بين المستويات [50].



3- إعادة اتحاد إلكترون - ايون موجب *Positive ion – electron recombination*:

هي عملية معاكسة لعملية التأين ، مثلا اندماج إلكترون مع ايون موجب لتشكيل ذرة متعادلة . من قوانين حفظ الزخم والطاقة الاندماج البسيط لجسيمين يكون غير مسموح . وهي يمكن ان تكون بصيغ إعادة اتحاد لثلاثة جسيمات، إعادة الاتحاد الإشعاعي، إعادة الاتحاد Dissociative ، إعادة الاتحاد بمرحلتين [49].



4- إلغاء الإثارة *Deexcitation*:

وهي عملية معاكسة لعملية الإثارة ، المستويات المثيجة للذرات تكون فترة نشاطها قصيرة ، والإلكترون يعود إلى الحالة الأرضية بانتقال أو عدة انتقالات . كل انتقال يكون مصحوب بانبعث ضوئي بطاقة كافية . إذا الضوء يمتلك طاقة بين (1.7 eV و 3.0 eV) . فعملية إلغاء الإثارة تنتج التوهج لذا تكون المسؤولة عن ميزة التوهج [50] .

2-4-2- العمليات التي تحصل عند الجدران *Processes occurring at the walls*:

1- انبعث إلكترون ثانوي *Secondary electron emission* : عندما يصطدم جسيم في السطح ، يمكن ان ينبعث الكترون . هذه العملية تكون مهمة للحفاظ على التفريغ التوهجي . انبعث الإلكترون الثانوي يمكن ان يكون بسبب الكترونات قاصفة ، وايونات ، وذرات متعادلة و فوتونات . عدد الالكترونات المنبعثة لكل جسيم قاصف يدعى معامل انبعث الإلكترون الثانوي ، و يعتمد على نوع الجسيمات القاصفة و طاقتهم وعلى نوع مادة الجدار [51].

- بواسطة قصف الإلكترون (*By electron bombardment*): هذه العملية تكون مهمة فقط عند جدران الانود ، وتكون مهمة عند الكاثود بسبب المجال الكهربائي القوي امام الكاثود حيث يمنع الالكترونات من قصف الكاثود [52] ، معامل الانبعث الثانوي بقصف الإلكترون يعتمد على طاقة الإلكترون و نوع مادة السطح . نموذجيا يظهر القيمة العظمى عند طاقات الإلكترون حوالي (600 – 800 eV) [53].

- بواسطة قصف ذرة أو ايون موجب (*By positive ion and atom bombardment*) هذه العملية يمكن ان تحدث عند جدران الكاثود والأنود معا. و معامل انبعاث الإلكترون الثانوي يعتمد تقريبا على الطاقة الحركية للذرة أو الايون للطاقات الأدنى من (500-1000eV) [54].
- بواسطة قصف الفوتون (*By photon bombardment*): تحرير الالكترونات بسبب الفوتون القاصف يدعى الانبعاث الفوتوني Photoemission . المنتج الكهروضوئي Photoelectric yield لأغلب المعادن النقية يكون فقط ($10^{-3} - 10^{-4}$) الكترون لكل فوتون بمدى الضوء المرئي أو قرب الأطوال الموجية uv [53] .
- بانبعاث المجال (*Field emission*) : عند المجالات الكهربائية العالية جدا (10^7 V/ cm) الالكترونات يمكن ان تنبعث بمجرد عمل المجال الكهربائي . ومع ذلك، فان مثل هذه المجالات الكهربائية العالية لا تحدث في التفريغات التوهجية العملية، هذا التأثير يمكن أن يكون مهماً [50].

-2- التريذ *Sputtering* :

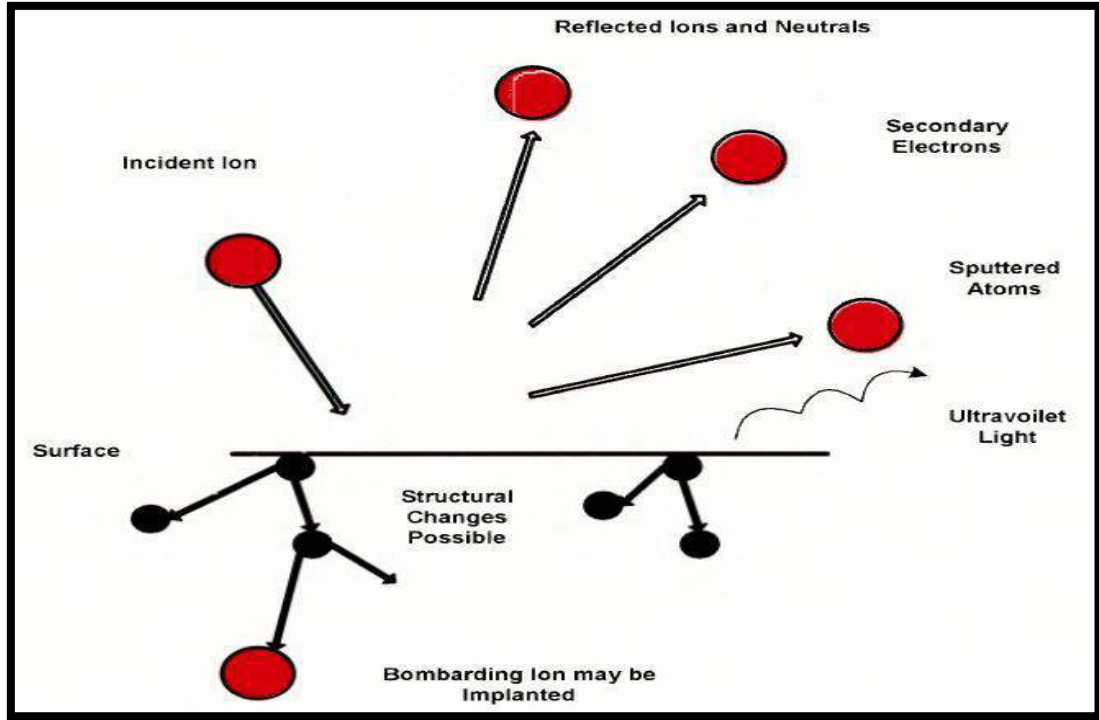
عند تعرض سطح مادة معينة إلى القصف بجسيمات تحمل طاقة كافية لانفصال ذرات من سطح المادة ومغادرة السطح مسببة تآكل سطح الهدف، فان هذه العملية تدعى بعملية التريذ ، وتدعى الذرات المنفصلة بالذرات المترذدة [55].

وتتلخص طريقة عمل التريذ بتسليط جهد سالب على الهدف (الكاثود) وهذا بدوره يولّد مجالاً كهربائياً تعتمد قوته على قيمة هذا الجهد . ويستعمل غاز الأركون حيث نلاحظ أن ذراته المتعادلة والمستمر جريانها إلى داخل وعاء التفريغ سوف تتأين إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة بسبب تصادمها مع الالكترونات ، حيث نلاحظ أن الأيونات الموجبة تتعجل إلى سطح الكاثود (الهدف) وتقصفه بطاقة معينة ويكون ناتج هذا القصف ذرات مقذوفة من سطح الهدف (وهو المادة المراد ترسيبها) وفي الوقت نفسه نلاحظ تولّد الكترونات ثانوية نتيجة لذلك القصف وهذه الالكترونات سوف تقوم بتأيين ذرات غاز الأركون المتعادلة وهكذا تعاد العملية من جديد أي تأين ذرات غاز الأركون المتعادلة إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة مما يؤدي إلى توهج غاز يستمر طالما استمر جريان الغاز داخل وعاء التفريغ ، وتسمى هذه العملية بالتفريغ التوهجي (Glow discharge) ، اما الذرات المرذدة سوف تتكثف على القواعد (Substrates) لتشكيل الأغشية الرقيقة Thin films [53].

(1) تفاعلات الايونات مع السطوح Interactions of Ions With Surfaces

عندما تقصف الايونات سطح المادة الصلبة (الهدف) فإحدى الظواهر الآتية يمكن إن تحصل
:[53]

- 1 – الايون قد ينعكس. ومن المحتمل تبدأ عملية حيود، إذ أنّ هذا الانعكاس يكون أساس تقنية التحليل المعروفة بالتحليل الطيفي باستطارة الايون، والتي يستعمل لوصف طبقات سطح المادة.
- 2 – تأثير الايون ربما يسبب قلع إلكترون من مادة الهدف، ويشار له عادة بالإلكترون الثانوي.
- 3 – الايون ربما ينغمر في الهدف، وهذه ظاهرة غرس الايون Implantation .
- 4 – تأثير الايون ربما يكون مسؤولاً عن إعادة ترتيب هيكلية مادة الهدف، حيث تتراوح من سد الشواغر البسيطة بسبب الذرات المفقودة إلى عيوب الشبكة .
- 5 – تأثير الايون ربما يسبب سلسلة تصادمات بين ذرات مادة الهدف مما قد يسبب بقلع احدى تلك الذرات وهذه العملية تعرف بالترذيذ Sputtering، والشكل (2-3) يمثل تفاعلات الايونات مع السطح .



شكل (2-3) تفاعلات الايونات مع السطح [53].

Sputtering Yield**(2) منتج التريذ (أو محصلة) التريذ**

منتج التريذ ، S ، الذي يكون نسبة إزالة ذرات السطح بسبب قصف الايون . ويمكن تعريفه معدل عدد الذرات المرذدة من سطح مادة صلبة لكل ايون ساقط ، ويعطى بالعلاقة [22] :

$$S = \frac{\text{عدد الذرات المزالة}}{\text{عدد الايونات الساقطة}}$$

ويمكن لمنتج التريذ ان يتأثر بالعوامل الآتية [22]:

- 1- طاقة الجسيمات الساقطة .
 - 2- مواد الهدف .
 - 3- زاوية سقوط الجسيمات .
 - 4- التركيب البلوري لمادة الهدف .
- ويمكن ان يقاس منتج التريذ بالطرائق الآتية :
- 1- خسارة وزن الهدف .
 - 2- انخفاض سمك الهدف .
 - 3- تراكم المواد المرذدة .

حيث يزداد منتج التريذ بزيادة طاقة الايونات الساقطة وكتلتها بالنسبة الى الوزن الذري لمادة الهدف ، كما ان طاقة العتبة لحدوث التريذ لمعظم المواد تتراوح بين (5-25 eV). وعند زيادة الطاقة ضمن حدود طاقة العتبة سوف يزداد منتج التريذ تبعا لذلك زيادة خطية حتى يصل حد الاشباع ، وعند الطاقات العالية ينخفض منتج التريذ بسبب زيادة عمق التغلغل ومن ثم لا تتمكن الذرات التي تصل الهدف جميعها من الإفلات [5].

Sputtering Rate**(3) معدل التريذ**

معدل التريذ يعرف بكمية المادة المزالة من الكاثود لكل وحدة زمن ، حيث يمكن التعبير عنه بالكتلة لكل وحدة زمن. وتعتمد على نوع المادة وشروط التفريغ [56].

Mechanisms of Sputtering**(4) آليات التريذ**

هنالك نموذجان نظريان اقترحا لتفسير التريذ :

1 – نظرية التبخير الحراري *The thermal-vaporization theory* : سطح الهدف يسخن ليتبخر نتيجة لقصف ايونات نشيطة .

2 – نظرية نقل الزخم *The momentum-transfer theory* : ذرات سطح الهدف تنبعث عندما الطاقة الحركية للجسيمات الساقطة تنتقل لها .

نظرية التبخير الحراري كانت مؤيدة من قبل Hippel في عام 1926 ، و Sommermeyer في عام 1935 ، و Townes في عام 1944 بسبب ملاحظاتهم التجريبية لتوزيع الانبعاث الجيبي ل Knudsen ، Knudsen's cosine emission distribution . في ذلك الوقت كانت آلية التبخير الحراري الآلية الأكثر أهمية [22].

ونظرية نقل الزخم اقترحت لأول مرة من قبل Stark في عام 1908 ، ثم Compton في عام 1934 . ودرست بالتفصيل من قبل Wehner في عام 1956 ، متضمنة ملاحظة أنماط البقع في تريذ أحادي التبلور *Spot patterns in single-crystal sputtering* ، مشيراً بذلك بان الآلية الأكثر أهمية هي ليست التبخير الحراري وإنما هي آلية نقل الزخم [22].
اما في الوقت الحاضر ، فيعتقد بان التريذ ناتج من التصادمات المتتالية في طبقات سطح المادة الصلبة [22].

Sputtering Systems**(5) منظومات التريذ**

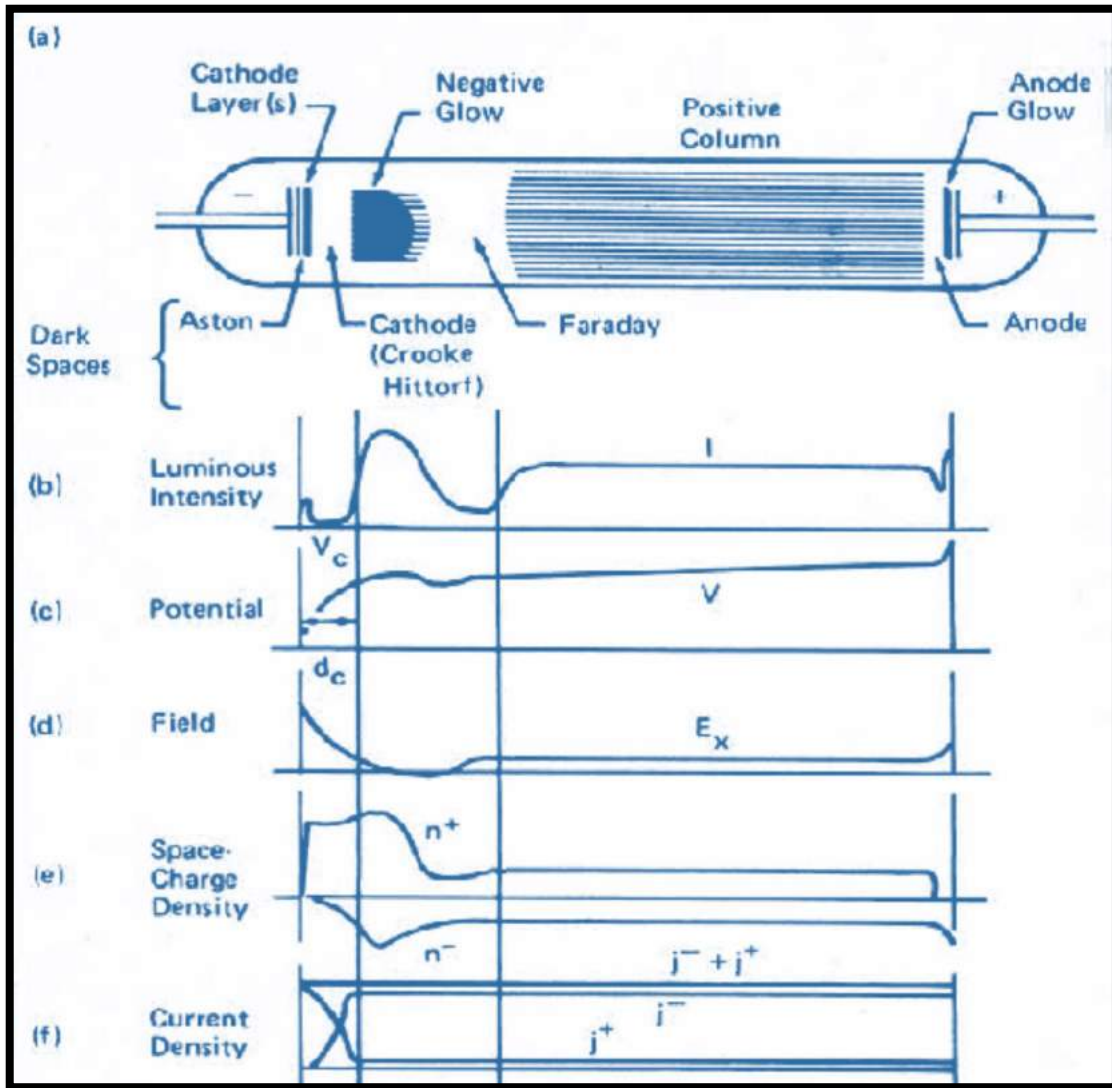
تستخدم عدة أنظمة لترسيب الأغشية الرقيقة بوساطة التريذ وهي [5]:

- 1- منظومة التريذ ذات التفريغ الغازي المتوهج بالتيار المستمر Dc glow discharge .
- 2- منظومة التريذ المنحاز Bias sputtering .
- 3- منظومة التريذ ذات التيار المتناوب غير المتماثلة Ac asymmetric .
- 4- منظومة الطلاء الأيوني Ion plating .
- 5- منظومة التريذ المستأصلة Getter sputtering .
- 6- منظومة التريذ المعززة (Assisted) بالمجال المغناطيسي والانبعاث الإلكتروني الحراري (Thermionic emission) .
- 7- منظومة التريذ بأستخدام التردد الراديوي Rf- sputtering .
- 8- منظومة البلازمترون الثنائي Duoplasmatron .

(5-2) مناطق التفريغ التوهجي بالتيار المستمر

Regions of a D.C. Glow Discharge

التفريغ التوهجي بالتيار المستمر تحت ضغط واطئ هو أحد أكثر تفريغات الغاز المألوفة بسبب سهولة توليده والاحتفاظ به، وبسبب مظهره المميز الذي يعتمد على الضغط المستعمل، وكما موضح بالشكل (4-2). التفريغ التوهجي يمكن ان ينقسم الى مناطق مختلفة بين الكاثود والأنود باختلاف شدة الإضاءة، و الجهد، والمجال الكهربائي، وفضاء الشحنة، و كثافة التيار [53].



شكل (4-2) التمثيل التخطيطي لتقسيم التفريغ التوهجي الى (a) مناطق مختلفة (b) التفاوت في شدة الإضاءة (c) الجهد (d) المجال الكهربائي (e) كثافة الشحنة (f) كثافة التيار [53].

1 – منطقة الكاثود *The Cathode*

عند الكاثود الاكتروونات المطلوبة للحفاظ على التفريغ تنبعث أساسا عن طريق قصف ايون موجب لسطح الكاثود [57]. إذ أن الاكتروونات الثانوية المنبعثة من سطح الكاثود تلعب دوراً مهماً للحفاظ على التفريغ التوهجي المستديم ذاتيا ، والذي تعرف بمعامل الانبعاث الاكتروون الثانوي بعدد الاكتروونات المنبعثة من الكاثود لكل ايون قاصف [58].

2 – فضاء استون المعتم *Aston dark space*

هي منطقة رقيقة تكون قرب الكاثود حيث مجال كهربائي قوي وفضاء شحنة سالبة ، التي يحتوي على الككتروونات بطيئة التي تتعجل من الكاثود ، لذا تكون الاكتروونات ذات كثافة واطئة ونشاط لإثارة الغاز لذلك يبدو معتماً [58].

3 – منطقة توهج الكاثود *Cathode glow*

في هذه المنطقة تكون كثافة الايونات عالية نسبيا، وتكون الاكتروونات ذات فعالية ونشاط كافٍ لإثارة الذرات المتعادلة اثناء التصادمات. كما تكون ذات لون محمر او برتقالي بسبب الاشعاع بواسطة الذرات المثارة او الذرات المرذدة من على سطح الكاثود او الايونات الموجبة الواردة التي تتحرك باتجاه الكاثود. وأحيانا توهج الكاثود يغطي فضاء استون المعتم عند اقترابه من الكاثود معتمدا على الطول المحوري للغاز وعلى نوع الغاز وضغطه [58].

4 – فضاء الكاثود المعتم *Crookes (or Hittorf) dark space / cathode fall*

هي منطقة معتمة تلي منطقة توهج الكاثود وكذلك تعرف بفضاء كروكس او هيتورف المعتم. وغالبا يحدث هبوط الفولتية Voltage Drop في هذه المنطقة والتي تكون ذات مجال كهربائي معتدل، وفضاء شحنة موجبة حيث كثافة ايونات عالية نسبيا [58].

5 – منطقة التوهج السالب *Negative glow*

تعد منطقة التوهج السالب المع مناطق التفريغ، وذات مجال كهربائي واطئ، وتكون أطول من منطقة توهج الكاثود [58]. وتنتج الاكتروونات المعجلة في منطقة الكاثود تأينات وإثارة شديدة في منطقة التوهج السالب لذلك يلاحظ الضوء الساطع ثم تلك الاكتروونات تتباطأ وتنفد طاقتها ليبدأ فضاء فاراداي المعتم [57,58].

6 – فضاء فاراداي المعتم *Faraday dark space*

وفيها تكون طاقة الإلكترونات واطئة، وكثافة الإلكترونات تنخفض بعمليات إعادة الاتحاد والانتشار نحو الجدران، وصافي فضاء الشحنة يكون واطئاً جداً، والمجال الكهربائي يكون واطئاً نسبياً [57,58].

7 – العمود الموجب *Positive column*

هذه المنطقة هي شبه متعادلة، وهو ما ذكره لانغمور Langmuir عندما عرف البلازما. المجال الكهربائي ضعيف في هذه المنطقة عادة بحدود (1 V/cm)، وهو كبير بما يكفي للحفاظ على الدرجة المطلوبة من التأين في نهاية الكاثود. وطول منطقة العمود الموجب يمكن أن يتغير بتغيير المسافة بين الأقطاب بثبوت الضغط وجهد الانهيار، في حين تبقى المناطق الأخرى على أطوالها.

وكثافة الإلكترونات في العمود الموجب هو (10^{15} إلى 10^{16} electrons/m³) [58]. العمود الموجب هو طويل، وذات توهج منتظم، إلا في حالة حدوث تصدعات متحركة أو ثابتة بصورة تلقائية أو موجات التأين الناجمة عن الاضطراب [22,58].

8 – منطقة توهج الانود *Anode glow*

وهي منطقة تتواجد في نهاية العمود الموجب وتكون أكثر لمعانا منه بقليل، وليس دائما تكون متواجدة. وهذه تكون حدود غلاف الانود [58].

9 – فضاء الانود المعتم *Anode dark space*

يقع فضاء الانود المعتم بين منطقة توهج الانود وبين الأنود نفسه، غلاف الانود يملك فضاء شحنة موجبة بسبب مغادرة الإلكترونات من العمود الموجب الى الانود، ومجال كهربائي أعلى من العمود الموجب [58].

(2-6) تأثير أعلامات تشغيل التفريغ على المناطق المختلفة

Influence of Discharge Operating Parameters on the Various Regions

حدوث المناطق المختلفة يعتمد على الضغط ، المسافة بين الأقطاب ، الجهد ، التيار الكهربائي ، نوع غاز التفريغ ، نوع مادة الكاثود .

1 – الضغط *Pressure*: عند زيادة الضغط ، يتقلص فضاء الكاثود المعتم و التوهج السالب و فضاء فاراداي المعتم باتجاه الكاثود ولا يمكن التمييز بينهم ، في حين يأخذ العمود الموجب الجزء الرئيس لعمود التفريغ [50]. أي يؤدي الى زيادة التيار ومن ثمَّ زيادة عدد الايونات كدالة P^2 ، مع انخفاض طاقتها ، وبما ان منتج التريذ يزداد بزيادة عدد الايونات وينخفض بنقصان طاقتها خطيا ضمن نطاق بضع كيلو الكترون فولت ، ويكون الناتج هو زيادة عدد الذرات المرذدة . كما هنالك حدود عليا لذلك حيث تواجه الذرات المرذدة تصادمات اكثر مما يعرقل وصولها نحو الانود ، فمثلا عند ضغط (0.1 torr) فان اقل من (10 %) من الذرات المرذدة تصل الانود [5].

اما عند تقليل الضغط ، فيحصل تأثير معاكس ، فيتلاشى العمود الموجب وبعد ذلك الفضاء المعتم لفاراداي و التوهج السالب عند الانود ، حيث يصبح هنالك اتصال مباشر مع فضاء الكاثود المعتم . وعند استمرار انخفاض الضغط ، سوف يميل التفريغ نحو الإنطفاء ، وفضاء الكاثود المعتم يكون المنطقة الأساسية للحفاظ على التفريغ [50].

2 – المسافة بين الأقطاب *Distance between the electrodes*: تأثير المسافة يكون مشابه لتأثير الضغط ، فعند زيادة المسافة العمود الموجب ينتشر نحو الحجم المتبقي ، اما عند تقليل المسافة فسوف يتلاشى كل من العمود الموجب وفضاء فاراداي المعتم و التوهج السالب في الانود [50]. كما ان معدل الترسيب يكون واطناً عندما تزداد المسافة بين الأقطاب ، بينما عند تقليل المسافة يكون التريذ اكثر تجانسا وذات طبيعة حلقيه حيث يكون السمك اكبر وبشكل حلقة مركزية اصغر قليلا من الهدف . كما ان الشروط التصميمية للحصول على تريذ متجانس تحدد المسافة بين الكاثود والانود بان تكون اكثر من ضعف فضاء الكاثود المعتم ، اما عند تقليلها اكثر فسوف يخبو التفريغ التوهجي ولا يحصل تريذ [5] .

3 – الفولتية **Voltage**: عند زيادة الفولتية ، فان فضاء الكاثود المعتم يصبح اقصر ويحافظ على التفريغ ، وعند زيادة الفولتية اكثر ، سوف يصبح التفريغ مستديماً ذاتياً وتحدث تأينات اكثر ، وفضاء الكاثود المعتم يصبح اصغر بما يكفي . اما التوهج السالب ، فيكون أطول عند الفولتيات العالية ويحدد طوله بمدى الالكترونات قبل التسخين ، بحيث الالكترونات داخل التوهج السالب مع طاقات عالية تحتاج الى مسافة أطول قبل ان تبدأ التأين الحراري Thermalized [50] . كما ان الشروط النوعية المستخدمة للحصول على التريذ تتطلب عادةً جهداً يتراوح بين (1-5 kV) [5] .

4 – التيار **Current**: في الواقع التيار لا يؤثر على طول المناطق المختلفة، وانما يؤثر على شدة الإضاءة، عند التيارات العالية تزداد كمية الاثارة لتنتج اشعاعات ضوئية كثيفة [50]. اما معدل التريذ فيتناسب مع التيار عند ثبوت الفولتية والتي يمثل معامل سيطرة مناسب ، فتتغير الفولتية تغييراً غير خطي مع التيار، لكن عند مدى معين يكون التغير خطياً وهو المدى الذي يحصل فيه التريذ معتمداً على نوع الغاز ومادة الكاثود، فيناسب معدل التريذ مع حاصل ضرب الفولتية في التيار (القدرة). والشروط النوعية للحصول على التريذ تستوجب كثافة تيار (1-10 mA/cm²) [5].

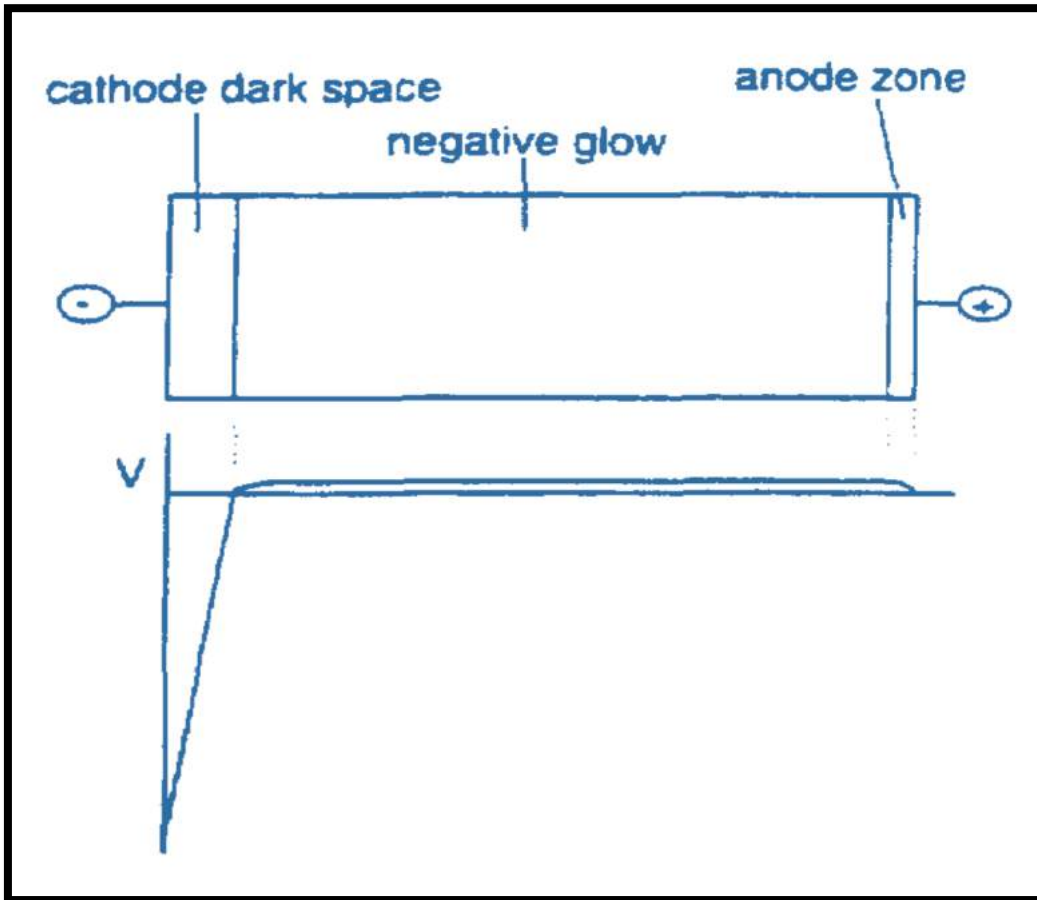
5 – غاز التفريغ **Gas discharge**: يحدد غاز التفريغ لون التوهج السليبي والعمود الموجب . كما يؤثر على طول فضاء الكاثود المعتم ، بحيث يكون اقصر لغاز التفريغ الذي يمكن ان يتأين بسهولة [50].

6 – مادة الكاثود **Material cathode**: تأثيره يكون على طول فضاء الكاثود المعتم . فاذا كانت مادة الكاثود تبعث الالكترونات ثانوية بسهولة ، فالتفريغ يمكن ان يستديم بسهولة اكثر وفضاء الكاثود المعتم يصبح أقصر بما يكفي [50].

بسبب قصف الأيونات ترتفع درجة حرارة الكاثود بسرعة لتقترب من قيمة التوازن. ان معدل ارتفاع درجات الحرارة و بلوغ درجة الحرارة القصوى يعتمد على قوة تبديد الكاثود، والخصائص الحرارية (مثل التوصيل والاشعاعية) للكاثود، وضغط الغاز، فعند فولتية تساوي (1 kV) وكثافة تيار تساوي (1 mA/cm²) درجة حرارة هدف ترفع إلى (200 – 300°C) عند العمل حوالي دقيقة واحدة . درجات الحرارة هذه لا تغير كثيراً من منتج التريذ (S)، ولكن لديهم آثار

غير مرغوب فيها مثل تسخين القاعدة، أو تسخين الغاز مما يؤدي إلى تغيرات في الكثافة وظروف التفريغ [5].

عملية ، شروط التفريغ والمسافة بين الكاثود والانود في التفريغ التوهجي هي تقتصر فقط على فضاء الكاثود المعتم ، التوهج السالب ، وقليلاً على منطقة الانود . وكما في الشكل (2-5):



شكل (2-5) مخطط توضيحي للمناطق الثلاثة التي تحدث في التفريغ التوهجي ، والمقابلة لتوزيع الجهد [50].

(7-2) حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي

The Motion of Charged Particle in Uniform Electric Field

حركة الجسيم المشحون في مجال كهربائي يمكن وصفها بحسب قانون نيوتن الثاني [59]، وكما في المعادلة الآتية: [60]

$$\frac{dP}{dt} = qE \text{ ----- (1-2)}$$

ولمجال كهربائي E ثابت ، يمكن إجراء تكامل بشكل مباشر للمعادلة (1-2) لنحصل:

$$p(t) = qEt + p_o \text{ ----- (2-2)}$$

حيث $P_0 = P(0)$ يدل على زخم الجسيمات الأولية ،
وبما انه يمكن كتابة الزخم بالصيغة الآتية :

$$p = mv = m \frac{dr}{dt} \text{ ----- (3-2)}$$

وبإجراء تكامل اخر للمعادلة رقم (1-2) وتعويض معادلة (3-2) نحصل على التعبير الآتي لحركة الجسيم كدالة للزمن :

$$r(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{qE}{m} \right) t^2 + v_o t + r_o \text{ ----- (4-2)}$$

حيث

r_o : موقع الجسيم الابتدائي.

V_o : سرعة الجسيم الابتدائية.

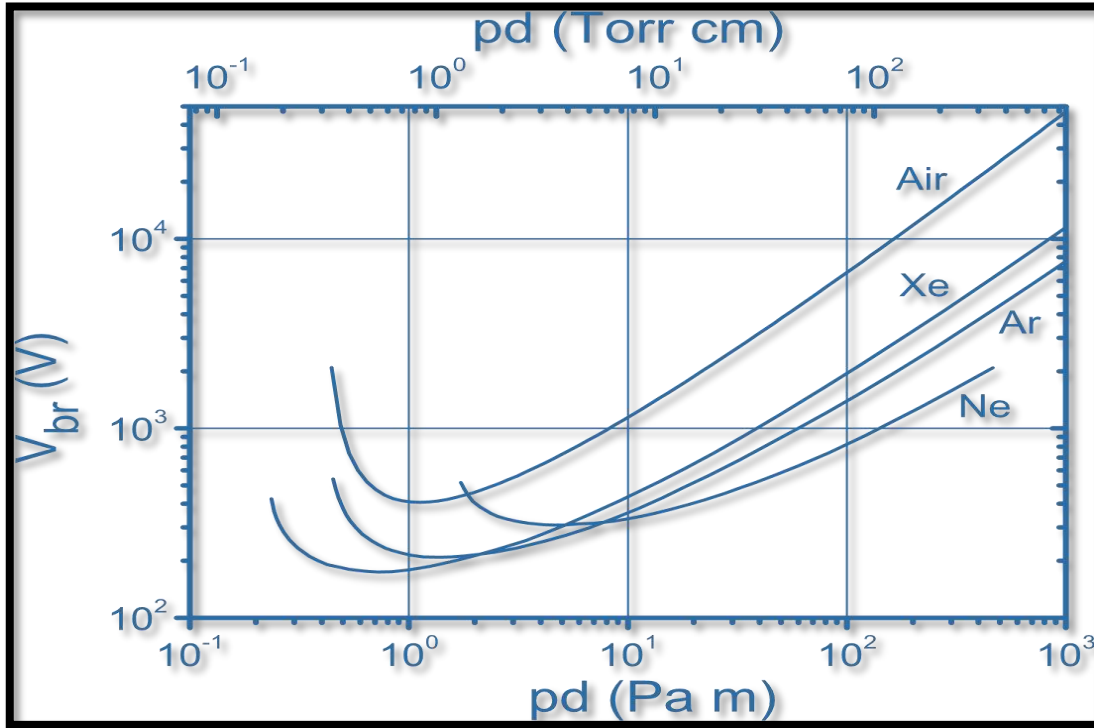
وتكون حركة الجسيم بتعجيل ثابت ، qE/m إذ أن يكون باتجاه E اذا كانت $q > 0$ ، وباتجاه معاكس اذا كانت $q < 0$.

أما في الاتجاه العمودي على المجال الكهربائي فلا يوجد تعجيل حيث حركة الجسيم تبقى دون تغيير [60].

(8-2) قانون باشن

Paschen's Law

كانت الصياغة الأولى لهذا القانون في عام 1889 من قبل فريدريك باشن ، والذي يعرف باسم منحنى باشن Paschen Curve والذي يصف انهيار الجهد بوصفها دالة للتباعد بين الأقطاب أو الفجوة (d)، وضغط التشغيل (p) [61]. إذ قام بدراسة ادنى قيمة للجهد لخلق شرارة بين قطبين كهربائيين موضوعين في انبوبة زجاجية، فوجد ان هذه الفولتية تعتمد على نوع الغاز وعلى الضغط في الانبوبة والمسافة الفاصلة بين الأقطاب، حيث كانت فولتية الانهيار الصغرى كدالة لحاصل ضرب الضغط والمسافة بين الأقطاب (Pd) ، وكما في الشكل (6-2) حيث يوضح فولتية الانهيار كدالة للضغط والمسافة لمختلف الغازات والتي تعرف بمنحنيات باشن [62,63].



شكل (6-2) يمثل منحنيات باشن، يوضح فولتية الانهيار V_{br} كدالة لـ Pd، لمختلف الغازات [62].

حيث يدعى انهيار الجهد (وهو عملية انتقال تفريغ الغاز من كونه غير مستديم ذاتيا الى مستديم ذاتيا) بانهيار تاونسند ، ويكون ذلك عند المجالات المنتظمة ولضغوط الغاز المتوسطة. ويطلق على شكل آخر من الانهيار بالانهيار المتفرع Streamer وهو شائع في الغازات عند ارتفاع الضغط . يصف معيار الانهيار لتاونسنند حالة عمليات التأين بتأثير الإلكترون في الغاز (α -Processes) وعمليات انبعاث الإلكترون الثانوية على سطح الكاثود (γ -Processes)، عادةً

معادلة باشن تشتق من معيار تاونسند. وهذه المعادلة تفشل عند الفجوات الصغيرة بين الأقطاب ($d < 7 \mu\text{m}$) وعند الضغوط العالية.

ومعيار تاونسند يعطى بالعلاقة [64]:

$$1 - \gamma_i (e^{\alpha d} - 1) = 0 \quad (5-2)$$

حيث γ_i معامل الانبعاث الثانوي بسبب تأثير الايون على سطح الكاثود، و d هي المسافة الفاصلة بين الأقطاب، و α هو معامل التاين الأول لتاونسند والذي يصف تولد ايونات الغاز بتأثير الالكترونات، في المجالات المنتظمة α تملك صيغة تعطى:

$$\alpha = A p \exp \frac{-B p d}{V} \quad (6-2)$$

حيث A و B ثوابت تعتمد على نوع الغاز، و V الجهد المسلط، و P ضغط الغاز.

وبتعويض المعادلة رقم (6-2) في معادلة رقم (5-2) تعطي معادلة باشن المعروفة لانهييار الجهد [64]:

$$V_b = \frac{B P d}{\ln \left(\frac{A P d}{\ln \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right)} \right)} \quad (7-2)$$

فولتية الانهييار V_b تتناسب مع حاصل ضرب Pd للقيم الكبيرة، وفي هذه الحالة فان الالكترونات تعمل تصادمات متعددة. حيث المجال الكهربائي يتزايد خطيا مع Pd او فولتية الانهييار مع Pd . اما عند قيم حاصل ضرب Pd الصغيرة جدا، ستكون هنالك تصادمات قليلة، لذلك فان V_b فولتية الانهييار ترتفع لزيادة احتمالية الانهييار لكل تصادم [65].

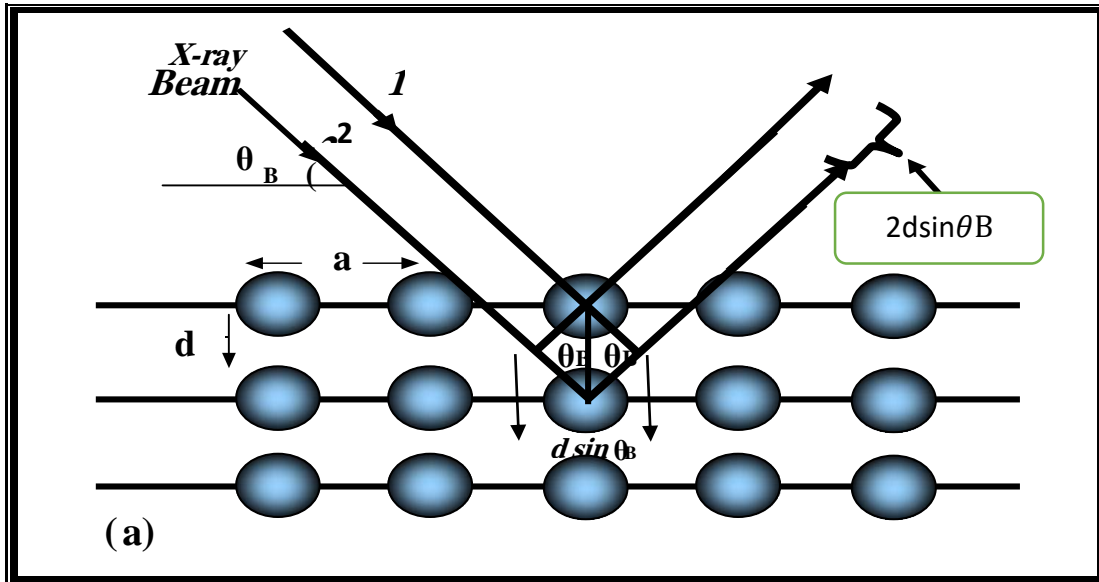
Structural Properties

(9-2) الخصائص التركيبية

X-Ray diffraction

1- حيود الأشعة السينية

تعد تقنية حيود الأشعة السينية مصدراً أساسياً للمعلومات الدقيقة عن البنية البلورية ، ولقد تمكن العالم الإنكليزي " براك " في عام 1913 من إيجاد علاقة رياضية مهمة لتعيين المسافة بين المستويات البلورية بأستعمال الأشعة السينية. إذ افترض براك أن المستويات المختلفة التي تتكون من ذرات البلورة يمكن أن تعكس الأشعة السينية، ويبين الشكل (7-2) بان الأشعة الساقطة بزواوية θ على عدد من المستويات المتوازية والتي تنفصل بمسافة d وكذلك الأشعة المنعكسة عن تلك المستويات وبنفس زاوية السقوط ، أي ان الأشعة الساقطة والمنعكسة لها الطور نفسه [66]:



شكل (7-2) مخطط الأشعة السينية الساقطة بزواوية (θ) على عدد من المستويات المتوازية [66].

فرق المسار بين الشعاعين 1 ، 2 بعد انعكاسهما من المستويين المتوازيين المفصولين بمسافة d يتم تعيينه من العلاقة [66]:

$$\begin{aligned}
 n\lambda &= d \sin \theta + d \sin \theta \\
 &= 2 d \sin \theta \\
 n \lambda &= 2 d \sin \theta \text{ ----- (8-2)}
 \end{aligned}$$

إذ أن :

d : المسافة البينية بين المستويات .

λ : الطول الموجي .

θ : زاوية سقوط الأشعة السينية .

n : عدد صحيح يمثل رتبة الأشعة المحادة .

إن انعكاس براك يمكن ان يحدث فقط عندما يكون الطول الموجي في المعادلة (8-2) المستخدم للحصول على انعكاس من مستوي ما لها معاملات ميلر (hkl) أصغر أو مساوي لضعف المسافة البينية بين مستويات d_{hkl} متعاقبين في البلورة أي أن شرط براك اللازم للانعكاس هو:

$$\lambda \leq 2d_{hkl} \quad \text{--- (9-2)}$$

شرطاً أساسياً لحدوث "انعكاسات براك" Bragg reflections وهذا يوضح السبب في عدم ملاءمة الضوء العادي لدراسة التركيب البلوري [66].

Structural parameters

المعطيات التركيبية

ان المعطيات التركيبية لأي مادة تعتمد على طيف حيود الأشعة السينية والتي تكون ذات أهمية كبيرة لتفسير العديد من خصائص المادة .

1 - ثابت الشبكة (Lattice constant (ao)

يحسب ثابت الشبكة بالنسبة للتركيب المكعب بموجب العلاقة الآتية [67]:

$$d_{hkl} = \frac{ao}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}} \quad \text{--- (10-2)}$$

إذ أن :

(hkl) : معاملات ميلر.

2- معدل الحجم الحبيبي (Average grain size (D_{av})

يحسب معدل الحجم الحبيبي للبلورة من معادلة شيرر [34].

$$D_{av} = \frac{0.9 \lambda}{B \cos \theta_B} \text{ ----- (11-2)}$$

إذ أن :

B : عرض منحنى منتصف الشدة وتقاس بالوحدات نصف القطرية.

λ : يمثل الطول الموجي للحزمة الساقطة.

3- عامل التشكيل (T_c) : *Texture coefficient*

يمكن وصف الاتجاه السائد hkl في الأغشية الرقيقة متعددة التبلور بمعادلة Joseph and Manoj [68].

$$T_c = \frac{I/I_0}{\frac{1}{M} \sum I/I_0} \text{ ----- (12-2)}$$

إذ أن :

I : الشدة المقاسة

I_0 : الشدة القياسية الموجودة في بطاقة (ICDD).

M : تمثل عدد القمم في نمط حيود الأشعة السينية.

4- كثافة الانخلاعات (δ) : *Dislocation density*

يمثل كثافة الأنخلاع عدد خطوط الأنخلاع التي تقطع وحدة مساحة في تلك البلورة، وهي تمثل النسبة بين الطول الكلي لجميع خطوط الأنخلاع وحجم البلورة، وتحسب كثافة الأنخلاعات باستخدام علاقة Williamson and Smallmans [68].

$$\delta = \frac{1}{D_{av}^2} \text{ ----- (13-2)}$$

5- عدد البلورات (N_o) : *Number of crystals*

يمكن حساب عدد البلورات لوحدة المساحة من العلاقة الآتية [68]:

$$N_o = \frac{t}{D_{av}^3} \text{ ----- (14-2)}$$

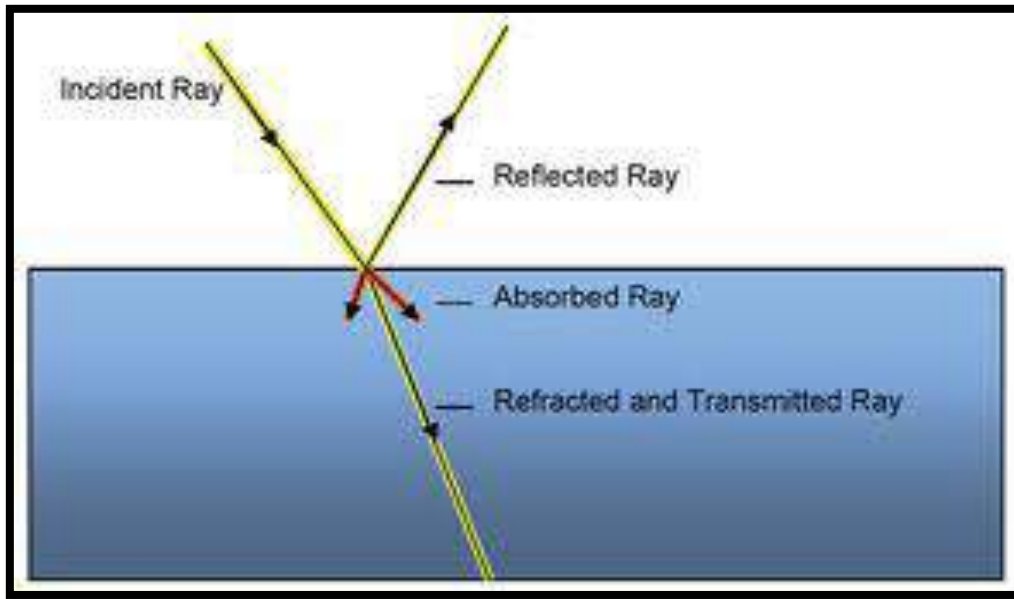
إذ أن :

t : سمك الغشاء الرقيق.

Optical Properties

(10-2) الخصائص البصرية

فعند سقوط حزمة ضوئية على غشاء رقيق فإن جزءاً منها سينعكس وجزءاً ينفذ وجزءاً تمتصه مادة الغشاء، وكمية كل من الطاقة المنعكسة والنافذة والامتصّة تعتمد على طبيعة مادة الغشاء الرقيق وسطحه والطول الموجي للحزمة الضوئية الساقطة [69]. كما موضح في الشكل (9-2).



الشكل (9-2) يمثل انتقال الضوء في وسط ذي معامل انكسار كبير تعاني انعكاس وانكسار عند الحد الفاصل [69].

وقد تم حساب الانعكاسية (R) لكونها ترتبط بالنافذية والامتصاصية وفقاً لقانون حفظ الطاقة وبحسب العلاقة الآتية [11]:

$$R + T + A = 1 \quad \text{----- (15-2)}$$

ويمكن ومن خلال طيف الامتصاصية حساب معامل الامتصاص α من المعادلة الآتية [12]:

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \quad \text{----- (16-2)}$$

• الثوابت البصرية *Optical constant*

• معامل الخمود (K) ومعامل الانكسار (n)

معامل الخمود هو كمية الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية المارة عبر المادة . ويمكن حسابه من المعادلة الآتية [12]:

$$K = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \text{ ----- (17-2)}$$

اما معامل الانكسار فيمكن حسابه من العلاقات الآتية [12,70]:

$$n = \left(\frac{4R}{(R-1)^2} - K^2 \right)^{1/2} - \frac{R+1}{R-1} \text{ -- (18-2)}$$

عندما K=0

$$n = \frac{1+\sqrt{R}}{1-\sqrt{R}} \text{ ----- (19-2)}$$

Electrical Properties

(11-2) الخصائص الكهربائية

1- الموصلية الكهربائية (*Electrical conductivity D.C* (σ))

يعرف التوصيل الكهربائي في المواد الصلبة بأنه قابلية انتقال الشحنة الكهربائية من موقع الى موقع اخر [66] يمكن حساب المقاومة النوعية الكهربائية ρ ومن ثمّ الموصلية الكهربائية σ ، ومن خلال العلاقات الآتية [59]:

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \text{ ----- (20-2)}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \text{ ----- (21-2)}$$

إذ أنّ :

L: طول الموصل ، A: مساحة المقطع العرضي

ويمكن كتابة المعادلة (20-2) بالشكل الآتي:

$$R = \rho \frac{L}{Wt} \text{ ----- (22-2)}$$

W : عرض الغشاء الرقيق.

الفصل الثالث

الجزء الثاني

(1-3) مقدمة

Introduction

يتضمن هذا الفصل وصفا موجزا لمنظومة التريذ ذات التفريغ الغازي التوهجي بالتيار المستمر المستعملة في تحضير أغشية Au وباسماك مختلفة، وكذلك تم التطرق للأجهزة المستعملة في عملية فحص هذه الأغشية وتشخيصها والمتمثلة بالفحوصات التركيبية والبصرية والتوصيلية الكهربائية.

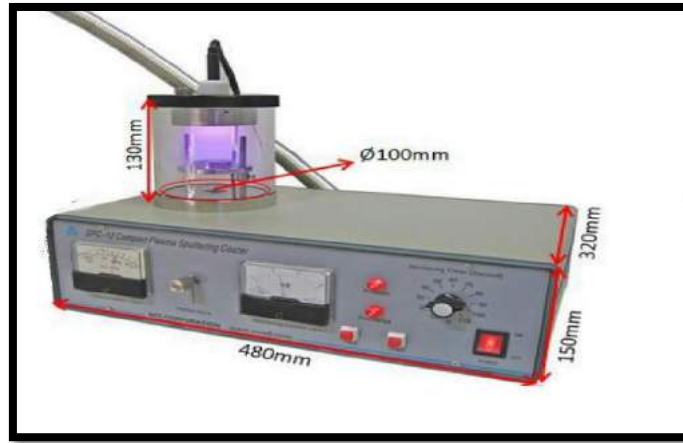
(2-3) منظومة التفريغ

Vacuum System

PSC-12 Compact plasma sputtering coater منظومة طلاء التريذ بالبلازما والتي تستعمل للطلاءات المعدنية ، مثل: الذهب، والفضة، وغيرها ، وهي مجهزة من (MTR Corporation, CA 94804,USA) . وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية هي حجرة التفريغ ومضخة التفريغ واجهزة قياس الفراغ بالإضافة الى أسطوانة غاز العمل.

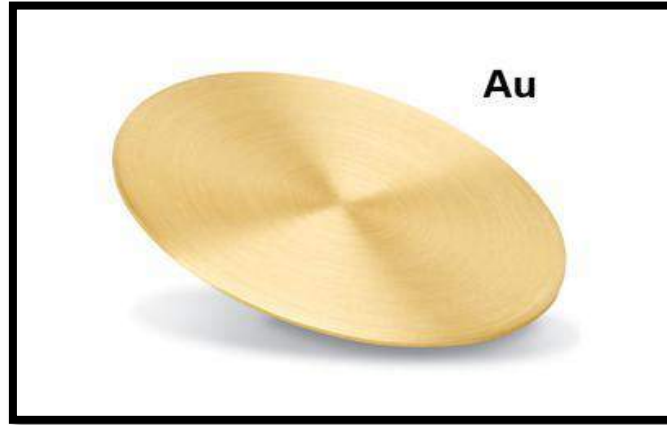
(1-2-3) الوحدة الأساسية **The Basic unit**

وهي عبارة عن صندوق ذات ارتفاع (150 mm) وطول (480 mm) وعرض (320 mm) وتحتوي على حجرة التفريغ التي هي عبارة عن أسطوانة زجاجية مصنوعة من زجاج البايركس ذات قطر (100 mm) وارتفاع (130 mm) ، وتحتوي بداخلها على ملحقات هي حامل الهدف وحامل القاعدة .



شكل (1-3) يمثل المظهر الخارجي لوحدة التفريغ الأساسية.

حيث يوجد عند النهاية العليا لحجرة التفريغ الكاثود والذي يحتوي على المادة المراد ترسيبها وهي مادة الذهب بنقاوة 99.9 % وتكون ذات قطر (57mm) و سمك (0.12 mm).

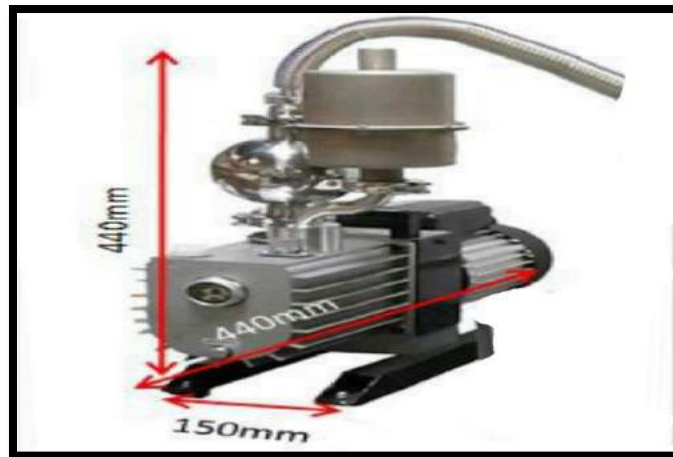


شكل (2-3) يمثل قطب الكاثود (مادة الهدف Au).

ويغطي الكاثود بغطاء بلاستيك ويوصل بقابس للفولتية العالية أما الجهة المقابلة، فتحتوي على الانود وهو مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ ويتصل بحامل الركائز الدوّار للتحكم بالمسافة الفاصلة بين القطبين .

(2-2-3) مضخة الفراغ *Pump vacuum*

وهي مضخة ميكانيكية Sliding-vane rotary pump خارجية (1L/S) تعمل على تفريغ المنظومة الى ضغط ما يقارب (1×10^{-2} mmHg) الذي يعد الحد الأدنى الذي تم الوصول، مع مقياس بيراني ، وكذلك منفاخ مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ مع كلابات لأحكام التوصيل .



شكل (3-3) يمثل مضخة التفريغ.

(3-2-3) أسطوانة غاز الأركون Argon gas cylinder

وهي أسطوانة تحتوي على غاز الأركون النقي وتكون متصلة بحجرة التفريغ والذي يستعمل لتوليد البلازما خلال عملية التبريد، ويمكن التحكم بمستوى تدفق الأركون خلال العمل من خلال أجهزة سيطرة التدفق، كذلك يوجد صمام ابري يمكن التحكم به يدويا حيث يسمح للوصول الى ضغط معين حيث يحدد جريان ثابت لغاز الأركون عالي النقاوة (99.9%).



الشكل (4-3) يمثل أسطوانة غاز الأركون مع جهاز سيطرة التدفق .

(4-2-3) اجهزة القياس Measurement devices**1- مقياس كمية ضغط غاز التفريغ**

ويتراوح الضغط عادة ($10^{-3} - 10^{-1}$ mmHg) والذي يمكن ملاحظته من خلال شاشة جهاز مقياس الضغط المتواجد في الجهة الامامية للوحدة الرئيسية لمنظومة التفريغ ويمكن التحكم بمقداره من خلال صمام ابري متواجد بجانب الشاشة ، وغاز التفريغ المستخدم في هذا العمل هو غاز الأركون Ar عالي النقاوة.

2- مقياس تيار التبريد

وهو عداد يتراوح بين (0-30 mA) ويمكن ملاحظته من خلال شاشة جهاز مقياس التيار المتواجد بجانب مقياس كمية الضغط .

3- مقياس زمن التريذ

ويقع بجانب كل من أجهزة قياس الضغط والتيار ويتراوح بين (10-110 Sec). بالإضافة الى ذلك يوجد عدد من الازرار الى جانب هذه المقاييس وهي زر البدء Star وزر الفحص Test ، والاستعداد Prepare، والقدرة Power.



الشكل (3-5) يمثل أجهزة قياس الضغط، والتيار، وعدّاد الزمن.

- ولأجل دراسة تأثير اعلومات تشغيل بلازما الوهج الكهربائي تطلب هذا الامر التحكم بتيار وفولتية حجرة التفريغ مما أدى الى اقتراح اجراء بعض التحويرات على المنظومة .

وقد أجرينا بعض التحويرات لهذه المنظومة والمتمثلة :

- 1 – ربط الأجزاء الداخلية للمنظومة بمقاومة متغيرة خارجية (Variac) ذات منشأ صيني ، (0-300 V) مع مجس probe ، وذلك للتحكم بقيمة الفولتية وسهولة حساب فولتية الانهيار بصورة مباشرة ودقيقة من خلال مقياس اوفوميتر رقمي .



شكل (3-6) يمثل مقاومة متغيرة (Variac) مع مجس .

2 – تغيير حامل القواعد للأنود وذلك لأن عند تغيير المسافة بين الأقطاب تبقى الأعمدة الحاملة للأنود بارزة نحو الأعلى والتي تعيق الذرات المرذدة وكذلك الإلكترونات والأيونات وذرات الغاز أثناء حركتها، فتتصادم معه مما يؤدي إلى تآكل الحامل والتأثير على نقاوة الغشاء المرسب.

3 – توصيل أجهزة اوفوميتر رقمية خارجية لحساب قراءات الفولتية والتيار بصورة رقمية وكذلك الأخذ بالحسبان القراءات العشرية والتي تخفيها العدادات، للحصول على خصائص فولتية – تيار للتفريغ التوهجي .



شكل (3-7) يمثل منظومة التفريغ بعد اجراء التحويلات .

(3-3) خطوات تنظيف القواعد الزجاجية *Steps to Clean Glass Substrates*

استخدم زجاج صيني المنشأ كقواعد وبأبعاد $(76.2 \times 25.4 \times 1) \text{ mm}^3$ للقياسات البصرية والكهربائية والتركيبية (X-ray) وبأبعاد $(1 \times 1 \times 0.1) \text{ cm}^3$ لإجراء الفحوصات التركيبية (SEM, AFM) وتم تنظيف الأرضيات قبل استعمالها في عملية الترسيب بحسب الخطوات الآتية:

- 1- تغسل القواعد الزجاجية بالماء ومسحوق الغسيل للتخلص من الأوساخ العالقة بها إن وجدت .
- 2- تغسل بعد ذلك بالماء المقطر جيدا ثم توضع في حاوية زجاجية وتغمر بالماء المقطر وتوضع في جهاز حمام الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic) ولمدة (15) دقيقة.
- 3- تستخرج القواعد الزجاجية من الماء المقطر وتغمر بكحول أثيلي ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$) ذي نقاوة 99.9 % .
- 4- تستخرج القواعد الزجاجية من الكحول ويتم تجفيفها بشكل جيد بأستعمال ورق تنظيف خاص بالعدسات لتكون جاهزة للاستعمال ويمكن بعد ذلك ترسيب الغشاء عليها.

وكذلك يجب تنظيف المنظومة بشكل جيد من أي شوائب عالقة قبل تشغيلها وخصوصا الجدار الداخلي لحجرة التفريغ الزجاجية لمنظومة الترسيب حيث يكون هنالك تطاير وضياح جزء من المادة وترسيبها على الجدار أو على أجزاء المنظومة الأخرى إذ أن هذه الشوائب تؤثر على نقاوة الغشاء من ثم تؤثر على بقية الخصائص المراد قياسها.

Steps to Work

(4-3) خطوات العمل

- بعد التأكد من نظافة كافة أجزاء المنظومة ونظافة القواعد الزجاجية والتأكد من ربط جميع الاجزاء، يتم اتباع الخطوات الآتية:
- 1- تثبيت الانود على الحامل وقياس المسافة بين الاقطاب وتثبيته عند قيمة معينة.
 - 2- تثبيت القواعد الزجاجية المعدة مسبقا على الانود.
 - 3- تركيب الناقوس الزجاجي والتأكد من وضع الحلقة البلاستيكية لمنع حصول أي تسريب خلال عملية التفريغ.

- 4- تثبيت الكاثود في أعلى الناكوس الزجاجي بصورة محكمة. وبهذه الحالة أصبحت المنظومة جاهزة للعمل.
- 5- توصيل القدرة من خلال جعل المفتاح الكهربائي on حيث تبدأ المضخة الميكانيكية بالعمل لتفريغ حجرة البلازما، حتى تصل لأقصى قيمة للتفريغ حيث يتوهج مؤشر للدلالة على ان الجهاز مهياً للعمل، وأقصى قيمة تم التوصل إليها أثناء العمل هي $(1 \times 10^{-2} \text{ mmHg})$.
- 6- ملء حجرة البلازما (الناكوس الزجاجي) بغاز الاركون من خلال التحكم بالصمام الابري للوصول الى القيمة المطلوبة للعمل.
- 7- تثبيت المؤقت على القيمة المناسبة للتريذ، وكذلك المقاومة المتغيرة، لمعرفة تأثير البارامترات الأخرى على الغشاء المحضّر.
- 8- ضغط زر التشغيل للبدء بالعمل ويكون ذلك واضحاً من خلال ملاحظة التوهج لغاز الاركون والذي يظهر بلون أرجواني (دلالة على تكون البلازما اثناء عملية التريذ).
- 9- وبهذه اللحظة يتم تسجيل القراءات لكل من التيار والفولتية من خلال قراءات الاوفوميتر، وملاحظة العينات حيث يمكن التحكم بسمك العينة من خلال التحكم باعلامات التفريغ التوهجي المتمثلة بزيادة زمن التريذ أو زيادة التيار والفولتية أو زيادة ضغط غاز الاركون أو تقريب المسافة الفاصلة بين الاقطاب.
- 10- بعد انتهاء الزمن المحدد يتم انطفاء الجهاز تلقائياً ثم يتم فصله نهائياً، واغلاق صمام غاز الاركون ، و تترك العينات لفترة زمنية ثم تحرير الفراغ من خلال فتح الصمام الموجود في قمة الحجرة ، وإخراج العينات.
- وبعد الانتهاء يتم تنظيف الحجرة جيداً بالكحول وقطع قماش ناعمة للتخلص من المواد المترسبة فيؤثر بقاؤها سلباً على عمل المنظومة، وتعاد خطوات العمل هذه لكل حالة تريذاً ومن خلال تغيير البارامترات المؤثرة على التفريغ التوهجي والمتمثلة بالمسافة بين الاقطاب، وضغط غاز الاركون، والتيار والفولتية، وزمن التريذ.

(3-5) العوامل المؤثرة على تحضير الأغشية الرقيقة

Factors Affecting the Preparation of Thin Films

هناك عدة عوامل يجب مراعاتها أثناء تحضير الأغشية هي:


- 1- **ضغط الغاز:** يعد ضغط غاز العمل (الاركون) من العوامل المهمة التي لها الأثر الكبير في تحديد سمك الغشاء الرقيق المحضر، حيث عند زيادة الضغط وبثبوت بقية البارامترات يزداد تيار التفريغ من ثمَّ زيادة الذرات المرذدة مما يزيد من سمك الغشاء، ويتم التحكم بضغط الغاز عن طريق صمام ابري، وفي العمل الحالي تمَّ اعتماد قيم للضغط بين (1×10^{-2} mmHg) و (8×10^{-2} mmHg) على التوالي عند ترسيب الاغشية.
- 2- **التيار والفولتية:** معدل التردد يتناسب مع حاصل ضرب التيار في الفولتية (القدرة)، وعند زيادة معدل التردد سيؤدي الى زيادة سمك الغشاء المحضر.
- 3- **زمن التردد:** كذلك يؤثر زمن التردد على سمك الغشاء حيث يزداد السمك لزمن التردد الاطول وينخفض لزمن التردد الاقصر، وفي عملنا تم تحديد الزمن بقيمتين (110 sec) و (220 sec).
- 4- **المسافة بين الاقطاب:** عند زيادة المسافة الفاصلة بين الأقطاب ينخفض سمك الغشاء تبعاً لذلك ويعود السبب الى أستطارة الذرات المرذدة نتيجة اصطدامها بذرات الغاز المحيطة أثناء مسارها نحو الانود من ثمَّ وصولها باتجاهات وطاقات عشوائية، أما عند تقليل المسافة، فتكون هنالك نسبة منخفضة للتصادمات من ثمَّ الحصول على غشاء أكثر تجانساً وبسمك اعلى، وتم في عملنا تغيير المسافة الفاصلة بحسب الابعاد الآتية cm (2 , 4 , 6 , 8 , 10.5).

Characterization of the Films**(6-3) وصف الاغشية**

في هذه الدراسة تم أستعمال تقنيات مختلفة لوصف وتشخيص أغشية Au الرقيقة المحضرة بالترديد والمتمثلة بقياسات السمك ومعرفة الخصائص التركيبية من خلال أستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) ، ومجهر القوة الذرية (AFM) ، والمجهر الالكتروني الماسح (SEM) ، وكذلك الخواص البصرية و الخواص الكهربائية .

1-6-3 قياس سمك الأغشية الرقيقة Thin films thickness measurement

توجد عدة طرائق لقياس سمك الأغشية الرقيقة لكونه يعد أحد أهم المعلومات التي تحدد خصائص الغشاء الرقيق، ومن هذه الطرائق الطريقة الوزنية والبصرية والكهربائية . وفي دراستنا الحالية تم أستخدام الطريقة البصرية وذلك من خلال أستخدام جهاز قياس السمك (LIMF-10, Lambada Scientific Pty Ltd) المتواجد في قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة بابل. والشكل (8-3) الآتي يعرض مواصفات الجهاز.

<p>Thickness only : 20 nm to 50 μm Thickness with n and k : 100 nm to 10 μm Wavelength Range : 380 nm to 1000 nm Accuracy : The greater of ± 1 nm or $\pm 0.5\%$ Precision : 0.2 nm Repeatability : 0.1nm Spot Size (normal) : Adjustable 1.2 mm to 10 mm Spot Size (microscope): Minimum 10 μm Sample Size : From 1mm and up Layers : 1 to 4 layers Detector Type : Linear silicon CCD array Light Source : Tungsten Halogen Stage Size : 160 \times 290 mm</p>	
---	--

شكل (8-3) صورة مع مواصفات جهاز قياس سمك الاغشية الرقيقة البصري.

Structural properties

2-6-3 الخصائص التركيبية

تسهم دراسة الخصائص التركيبية للأغشية في تحديد مادة الأغشية المستحصل عليها، والتركيب البلوري والحجم الحبيبي للمادة وخشونة سطح الغشاء .

X-Ray diffraction

1- حيود الأشعة السينية

استخدم في العمل الحالي ولأجل معرفة طبيعة التركيب البلوري لأغشية Au المحضرة جهاز حيود الأشعة السينية في مختبرات كلية التربية – ابن الهيثم – جامعة بغداد ، وهو بالموصفات الآتية :

جدول (1-3) يبين مواصفات جهاز حيود الأشعة السينية

مواصفات الجهاز	
TYPE	XRD-6000, SHIMADZU , JAPANESE ORIGIN
TARGET	Cu K α
WAVE LENGTH	(1.5406) Å
SPEED	(5) deg / min
VOLTAGE	(40) KV
CURRENT	(30) mA
RANGE (2 θ)	30-100 deg

ومن النتائج التي تم الحصول عليها ، قمنا بحساب المعلمات التركيبية .

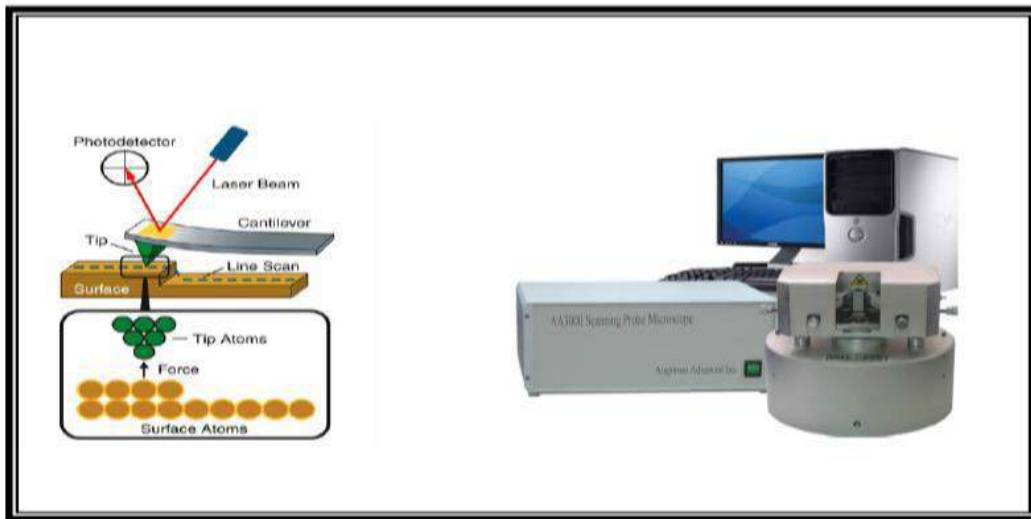
2- قياسات مجهر القوة الذرية

Atomic force microscopy measurments (AFM)

تم تطوير مجهر القوة الذرية (AFM) بالاعتماد على المجهر النفقي الماسح (STM) Scanning tunneling microscope، إذ أصبح من الممكن استخدامه لكلا العينات الموصلة والعازلة على حد سواء [67]، وذلك من خلال بعض التعديلات التي قام به كل من جيرد بيننغ Gerd Binnig وكالفين كوات Calvin Quate في عام 1986، كذلك تم تعديل تصميم المجس ليكون غاية في الصغر (نانوي) مما يزيد من دقة الجهاز [71].

ويتكون هذا الجهاز من ذراع يثبت في نهايته مجس (Probe) مع طرف حاد يعرف بال (Tip) مصنوع عادة من السيليكون أو نتريد السيليكون (Si_3N_4) لمسح سطح العينة، حيث تتولد قوة بين سطح العينة ورأس المجس حيث يمكن ان تكون قوة ميكانيكية، وقوة فاندر فالز، وقوة كهروستاتيكية أو غيرها من أنواع القوى وهذا بحسب نوع السطح الذي يتم دراسته [72,73]، مما تؤدي الى انحراف الذراع و الذي يقاس عادة بأستخدام الليزر، وذلك من خلال سقوط شعاع من الليزر على السطح الخلفي للذراع المنحرف حيث ينعكس الشعاع على مجموعة من الثنائيات الضوئية عالية الدقة من ثمَّ تحول الى إشارات كهربية وإظهار خريطة لتضاريس السطح [72]. وفي دراستنا الحالية تم استعمال مجهر من النوع

(SPM-AA3000, contact, mod, Angstrom, Advanced inc, USA).



شكل (9-3) يظهر مجهر القوة الذرية من النوع (AA3000) مع مخطط لفكرة عمله [73].

3- قياسات المجهر الالكتروني الماسح

Scanning electron microscope measurements (SEM)

يستخدم المجهر الالكتروني الماسح لفحص عينات المواد النانوية فحصا دقيقا لأجل التعرف على خواص أسطح العينات ومعرفة شكلها ومورفولوجية Morphology السطح . وتتراوح قوة تكبير هذا المجهر بين عشرات المرات الى خمس مئة ألف مرة وفقا لنوع الجهاز المستعمل ودقته، وكذلك خبرة المستخدم للجهاز . كذلك يمكن لهذا الجهاز وعن طريق بعض الإضافات من تحديد عناصر العينة ونسبها بدقة عالية [71].

وفي هذا العمل تم استعمال المجهر الالكتروني الماسح في مختبرات كلية العلوم – جامعة الكوفة، والذي يحمل المواصفات الآتية:

جدول (2-3) يبين مواصفات جهاز المجهر الالكتروني الماسح.

مواصفات الجهاز	
Type	INSPECT -550
Magnification	300,000X
Accelerates Field	10 KV
Company	FEI-Netherlands-Holland



شكل (10-3) يظهر المجهر الالكتروني الماسح (INSPECT 550).

3-6-3 الخصائص البصرية *Optical properties*

في عملنا الحالي تم حساب طيفي النفاذية (T) والأمتصاصية (A) ضمن مدى الأطوال الموجية (300-1100 nm) بأستعمال جهاز (UV-1650 PC Shimadzu). ثم حساب الانعكاسية ومعامل الامتصاص كدوال للطول الموجي كذلك حساب الثوابت البصرية (معامل الخمود ومعامل الانكسار).

4-6-3 الخصائص الكهربائية *Electrical properties*

من أهم العوامل للخصائص الكهربائية للمواد الموصلة هي الموصلية الكهربائية المستمرة Electrical conductivity (σ) ، والتي يمكن قياسها من خلال عدة تقنيات . وقد أستخدمنا في هذا العمل طريقة مبسطة ومباشرة لحساب الموصلية وذلك من خلال أستعمال مجسین Two point probe حيث يتم قياس المقاومة بين المجسین $R(\Omega)$ من ثمَّ حساب الموصلية.

• الموصلية الكهربائية *Electrical conductivity D.C* (σ)

توجد عدة طرائق لتعيين الموصلية الكهربائية وذلك من خلال أستخدام وصلات تلامس مؤقتة او ثابتة (اقطاب) على سطوح العينات. اما العمل الحالي فقد استخدمت طريقة المجسین المتصلين مباشرة بجهاز الاوفوميتر ومن خلاله يتم الحصول على قيمة المقاومة $R(\Omega)$ بين المجسین مقاسة بالأوم ، وحساب أبعاد الغشاء بالمتر، ومن ذلك يمكن حساب المقاومة النوعية الكهربائية ρ ومن ثمَّ الموصلية النوعية الكهربائية σ .

الفصل الرابع

النتائج والسناقطة

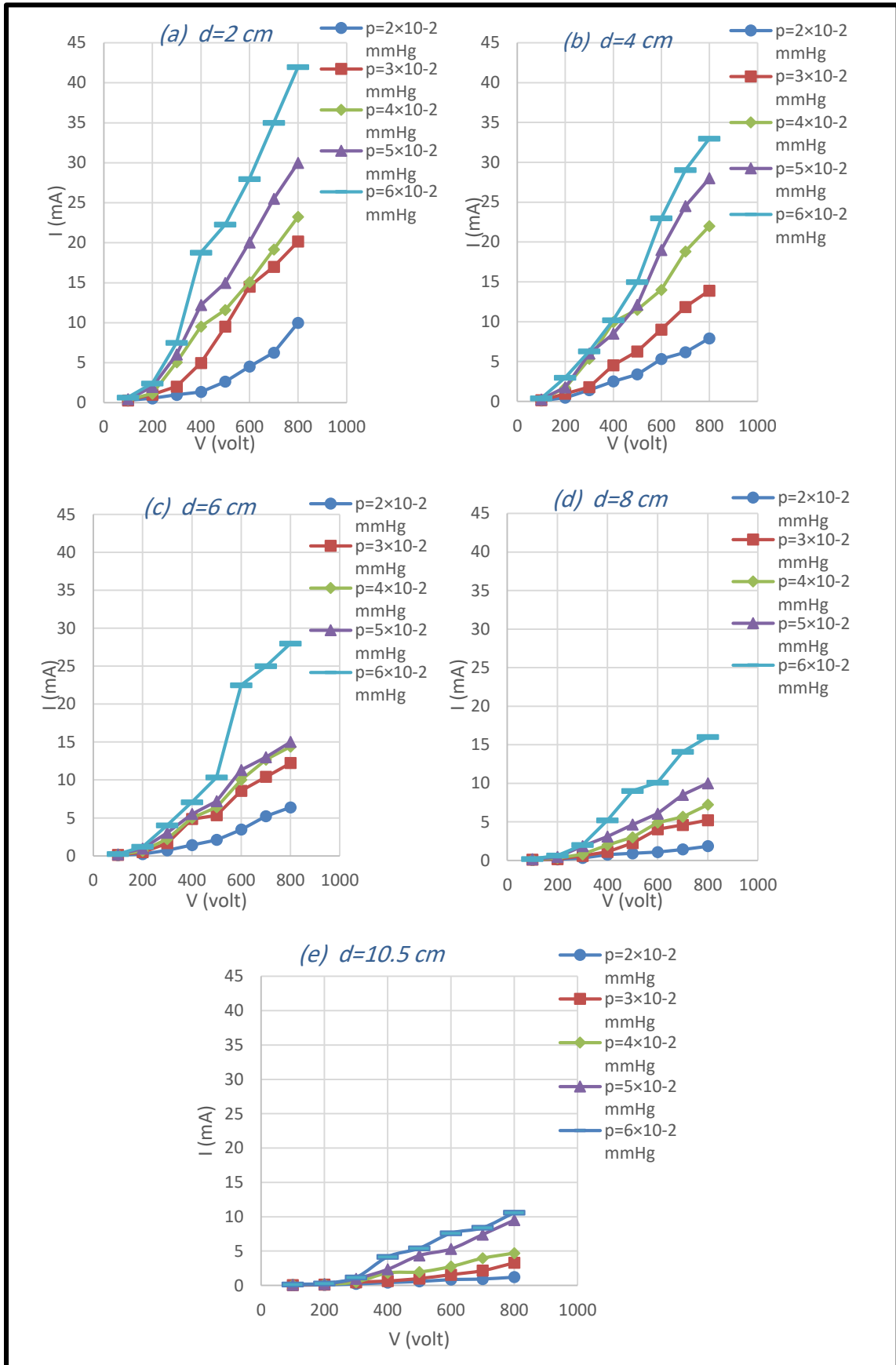
Introduction**(1-4) مقدمة**

يتضمن هذا الفصل استعراض النتائج وتحليلها للقياسات العملية لخصائص البلازما، وكذلك دراسة الخصائص التركيبية ومورفولوجيا السطح لأغشية Au الرقيقة المحضرة بالترديد بالتيار المستمر على قواعد زجاجية والخصائص البصرية والكهربائية لها .

(2-4) خصائص التفريغ الوهاج بالتيار المستمر**Characteristic of DC Glow Discharge****1 - منحنى التيار- الفولتية (I-V) Current-Voltage curve:**

الشكل (1-4 a,b,c,d,e) يوضح تغيرات التيار بصفته دالة للفولتية المسلطة لقيم مختلفة لضغط غاز الأركون ولمسافات (2, 4, 6, 8, 10.5 cm) . حيث يتضح بان منطقة التفريغ التوهجي تتكون من الجزء الذي يدعى Abnormal glow والذي يزداد فيه التيار عند زيادة الفولتية حتى يغطي التوهج الأقطاب بالكامل ، وهذا السلوك يكون واضحاً لجميع المسافات المستخدمة ولكل قيم الضغط المسلط وهذا يتفق مع نتائج البحث [74].

كما يلاحظ ومن خلال الشكل عند زيادة المسافة الفاصلة بين الأقطاب ينخفض التيار تبعاً لذلك ولكل قيم الضغط ، و اعلى قيمة للتيار تكون عند مسافة (2cm) و ضغط (6×10^{-2} mmHg) وفولتية (800 V) حيث تكون قيمة التيار هي (42 mA) بينما تكون قيمته عند مسافة (10.5 cm) هي (10.6 mA) ولنفس قيم الضغط والفولتية وهذا يعود لطبيعة انتشار التفريغ عند زيادة المسافة الفاصلة بين الاقطاب.

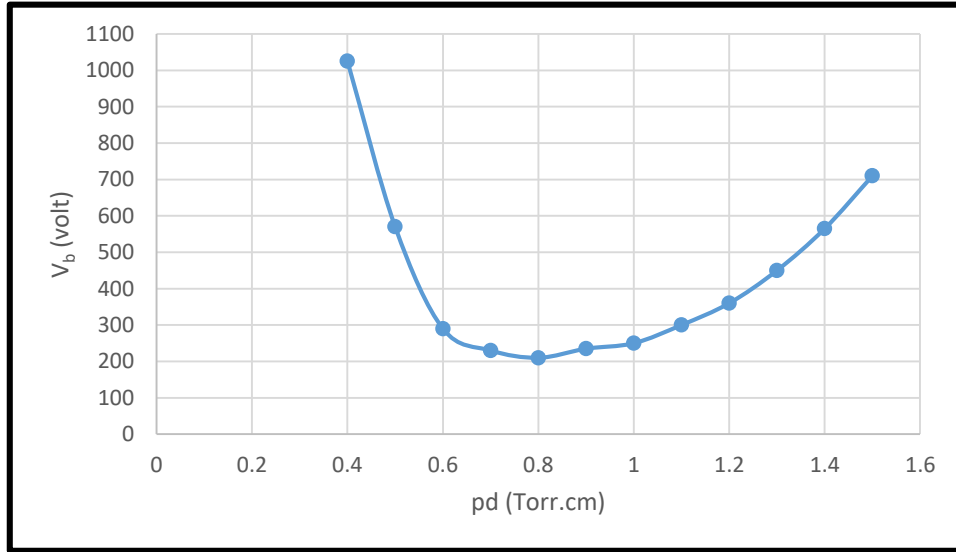


الشكل (1-4 a,b,c,d,e) يوضح تغيرات التيار بصفته دالة للفولتية المسطرة لقيم مختلفة لضغط غاز الاركون ومسافات مختلفة.

2 - منحنى باشن *Paschen curve* :

لغرض معرفة أدنى قيمة لفولتية الانهيار لغاز الاركون المستخدم تم قياس ورسم منحنى باشن، الشكل (2-4) يوضح التباين لفولتية الانهيار لغاز الاركون وبأستعمال قطب من مادة الذهب كدالة لحاصل ضرب الضغط في المسافة بين الأقطاب (Pd) ولمختلف المسافات والضغط حيث يتضح هبوط الفولتية الى ان تصل الى اقل قيمة لفولتية الانهيار ثم تبدأ بالارتفاع وهذا يتفق مع البحث [74].

ففي الجزء الأيسر من المنحنى يعود سبب هبوط الفولتية بزيادة (Pd) الى انخفاض الاصطدامات بين الالكترونات وذرات الغاز المتعادلة، حيث عند الضغط الواطئ فإن معدل المسار الحر لتصادم الالكترن أطول أي احتمالية الأصدام تكون اقل مما في الضغوط العالية [65]. اما الجزء اليمين من المنحنى فيوضح ارتفاعاً بطيئاً لفولتية الانهيار بزيادة (Pd) وفي هذه الحالة الالكترونات تصنع اصطدامات متعددة ولكنها تحتاج الى طاقة عالية لتأين الذرات المصدمة بها [65].



الشكل (2-4) يمثل منحنى باشن لغاز الاركون باستعمال هدف من مادة الذهب ولمسافات مختلفة.

اما اقل قيمة لفولتية الانهيار، فتدعى Minimum breakdown voltage والتي نحصل عليها عند ضرب أقل قيمتي للضغط P والمسافة الفاصلة بين الأقطاب d ، وفولتية الانهيار الصغرى للمنحنى $(V_b)_{\min} = 210 \text{ volt}$ عند $(pd)_{\min} = 0.8 \text{ (torr.cm)}$.

Thin Film Prepared

(3-4) الاغشية الرقيقة المحضرة

تم الحصول على أغشية Au رقيقة على قواعد زجاجية وبطريقة الترسيب بالتريز بالتفريغ التوهجي وبأسماك مختلفة نتيجة لتغير أعلومات التفريغ التوهجي والمتمثلة بتغير ضغط غاز الأركون بثبوت بقية الأعلومات وكذلك تغيير المسافة الفاصلة بين الأقطاب ولفترات زمنية مختلفة كما تم حساب معدل التريز (كمية المادة المزالة من الكاثود لكل وحدة زمن) ولجميع الأسماك وبحسب الجدول (1-4 a,b,c,d)، كما نلاحظ بان أعلى قيمة للسمك تم الحصول عليها هي عند مسافة (2cm) وضغط (8×10^{-2} mmHg)، وكما مبين في الجدول الآتي :

جدول (1-4 a,b,c,d) الاغشية المحضرة بطريقة التريز وباسماك مختلفة نتيجة تغير عوامل التفريغ التوهجي.

(a) $d=2cm$

Pressure (mm Hg)	Sputtering Period (sec)	Sputtering Rate (nm/sec)	Thickness (nm)
1×10^{-2}	110	1.909	210
	220	1.045	230
2×10^{-2}	110	2.454	270
	220	1.454	320
4×10^{-2}	110	2.727	300
	220	1.636	360
6×10^{-2}	110	3.181	350
	220	1.681	370
8×10^{-2}	110	3.454	380
	220	1.818	400

(b) $d=4cm$

Pressure (mm Hg)	Sputtering Period (sec)	Sputtering Rate (nm/sec)	Thickness (nm)
1×10^{-2}	110	1.545	170
	220	0.827	182
2×10^{-2}	110	1.727	190
	220	0.909	200
4×10^{-2}	110	1.763	194
	220	1.045	230

6×10^{-2}	110	1.772	195
	220	1.204	265
8×10^{-2}	110	1.909	210
	220	1.272	280

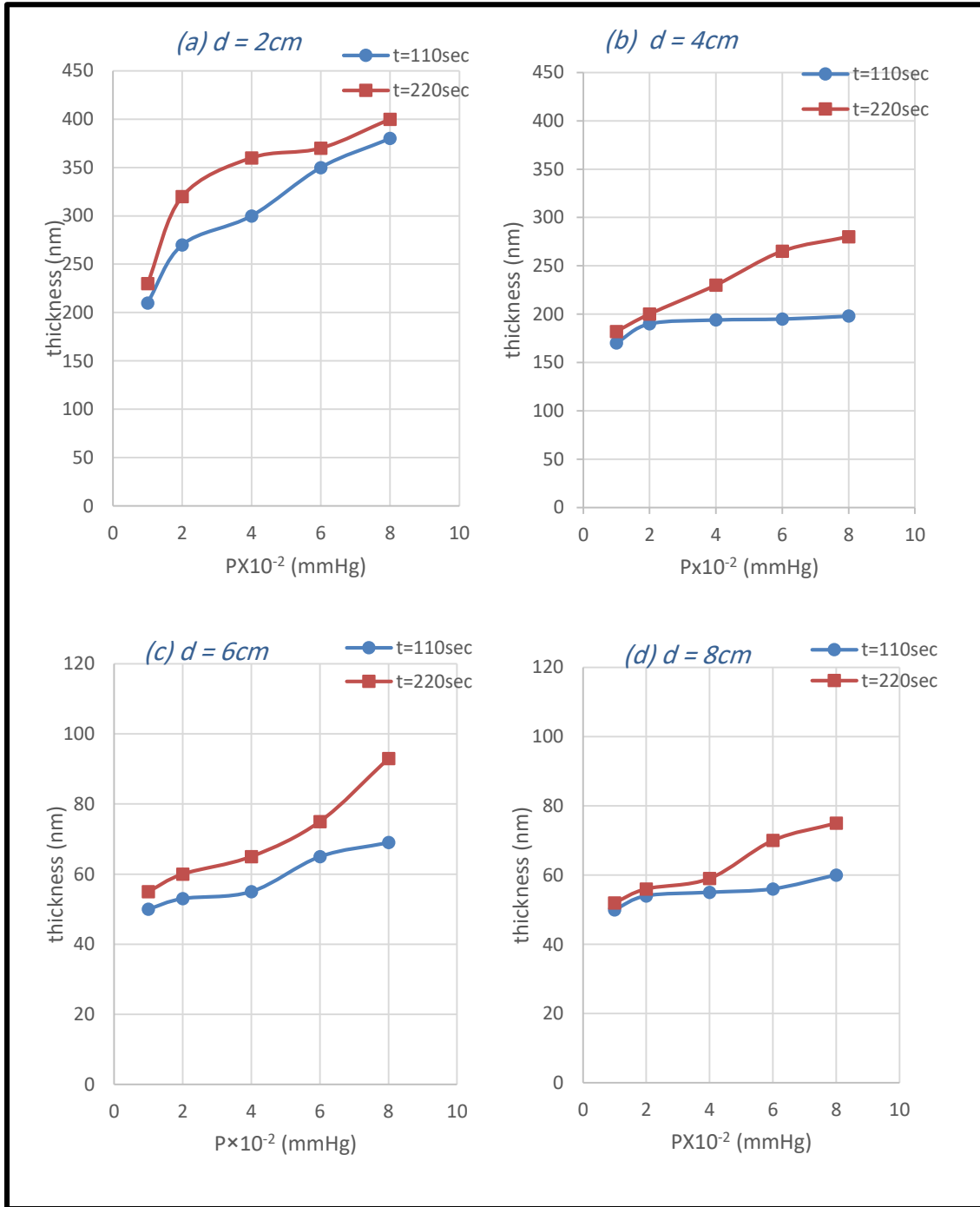
(c) $d=6cm$

Pressure (mm Hg)	Sputtering Period (sec)	Sputtering Rate (nm/sec)	Thickness (nm)
1×10^{-2}	110	0.454	50
	220	0.250	55
2×10^{-2}	110	0.481	53
	220	0.272	60
4×10^{-2}	110	0.500	55
	220	0.295	65
6×10^{-2}	110	0.590	65
	220	0.340	75
8×10^{-2}	110	0.627	69
	220	0.422	93

(d) $d=8cm$

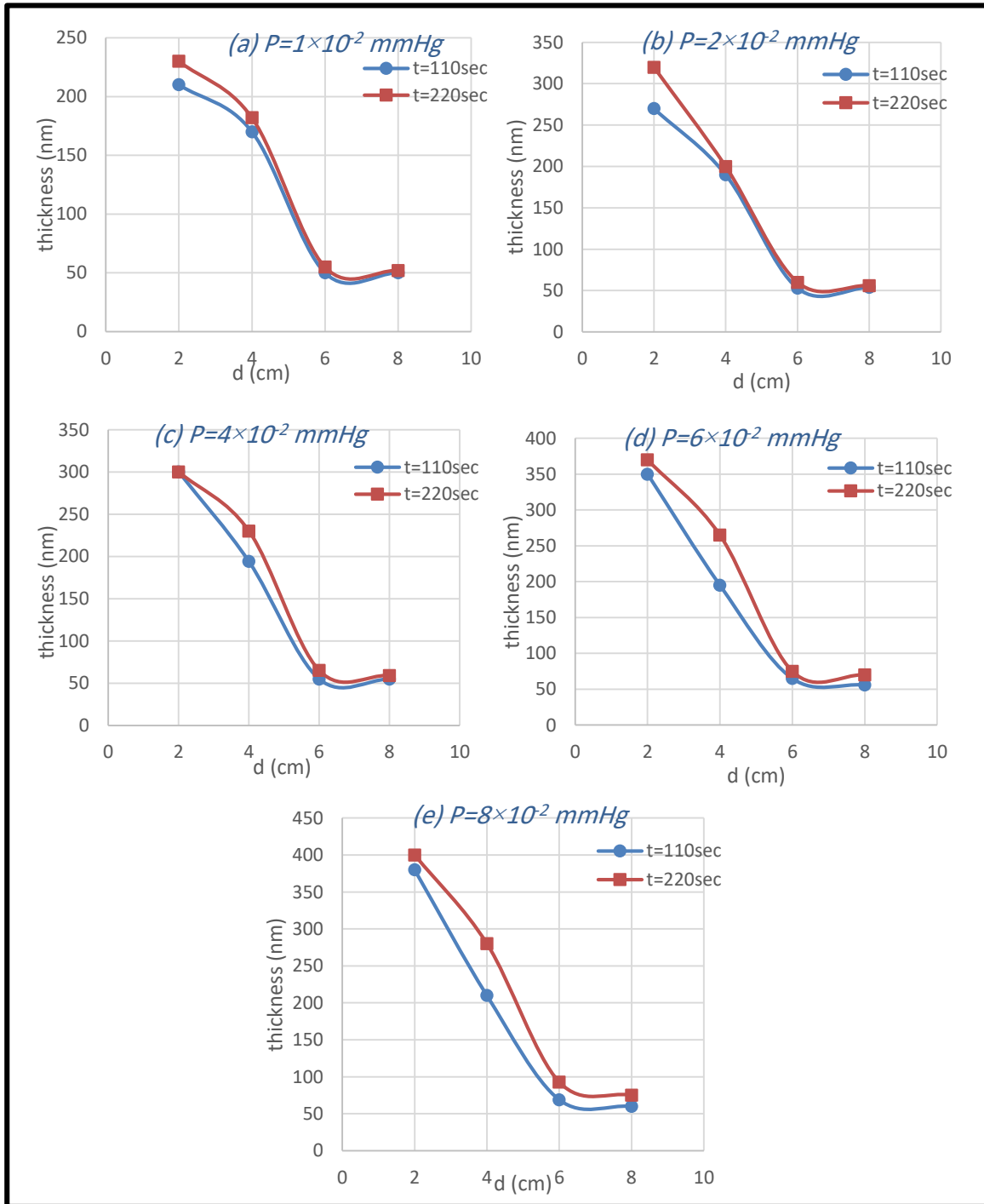
Pressure (mm Hg)	Sputtering Period (sec)	Sputtering Rate (nm/sec)	Thickness (nm)
1×10^{-2}	110	0.454	50
	220	0.236	52
2×10^{-2}	110	0.490	54
	220	0.254	56
4×10^{-2}	110	0.500	55
	220	0.268	59
6×10^{-2}	110	0.509	56
	220	0.318	70
8×10^{-2}	110	0.545	60
	220	0.340	75

1- الضغط : حيث تبين ومن خلال الجدول (1-4 a,b,c,d) تأثير الضغط على الغشاء المحضر حيث عند زيادة الضغط يزداد تيار التفريغ الغازي ومن ثمَّ زيادة عدد الايونات مما يزيد من معدل التريز حيث يزداد سمك الغشاء المحضّر وكما موضَّح بالشكل (3-4 a,b,c,d) ولمسافات (2, 4, 6, 8) cm وهذا يتفق مع نتائج البحث [75].



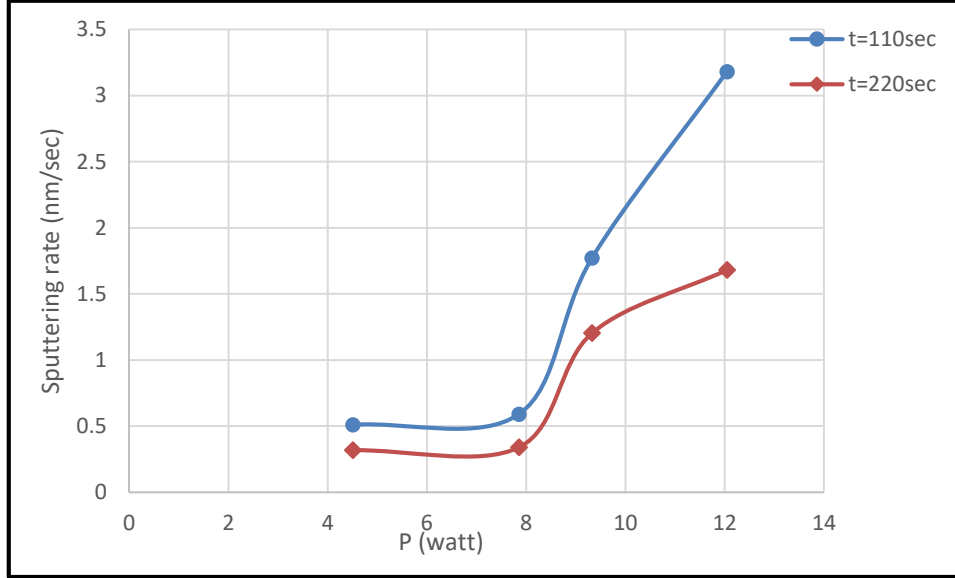
شكل (3-4 a,b,c,d) يمثل علاقة ضغط الغاز بسمك الغشاء المحضر.

2- المسافة الفاصلة بين الأقطاب: يتضح ومن خلال الجدول (1-4 a,b,c,d) كلما تزداد المسافة الفاصلة بين الأقطاب ينخفض معدل التريذ عند ضغط ثابت وفولتية ثابتة نتيجة لطبيعة انتشار الذرات المنقلة وما تحتاجه من طاقة وبالعكس حيث عند تقليل المسافة الفاصلة فإن الذرات المرذدة تحتاج الى طاقة أقل للوصول الى القاعدة وهذا يتفق مع نتائج الباحث [75]. وكما موضح بالشكل (4-4 a,b,c,d,e).



الشكل (4-4 a,b,c,d,e) يمثل العلاقة بين المسافة الفاصلة بين الأقطاب وسمك الغشاء المحضر ولضغوط مختلفة.

3- التيار والفولتية (القدرة): ان معدل التريذ يتناسب مع حاصل ضرب التيار في الفولتية، ومعدل التريذ عند ضغط ($p = 6 \times 10^{-2}$ mmHg) الناتجة عند تسليط قيم مختلفة للقدرة ولفترتين زمنيتين ($t=110$ sec, $t=220$ sec) يكون موضحاً بالشكل (4-5) حيث عند زيادة القدرة يزداد عدد الايونات وطاقاتها حيث تؤدي الى زيادة معدل التريذ ومن ثم يزداد سمك الغشاء نتيجة لذلك وهذا يتفق مع نتائج الباحث [76].



الشكل (4-5) يمثل العلاقة بين القدرة ومعدل التريذ لأغشية الذهب المحضرة.

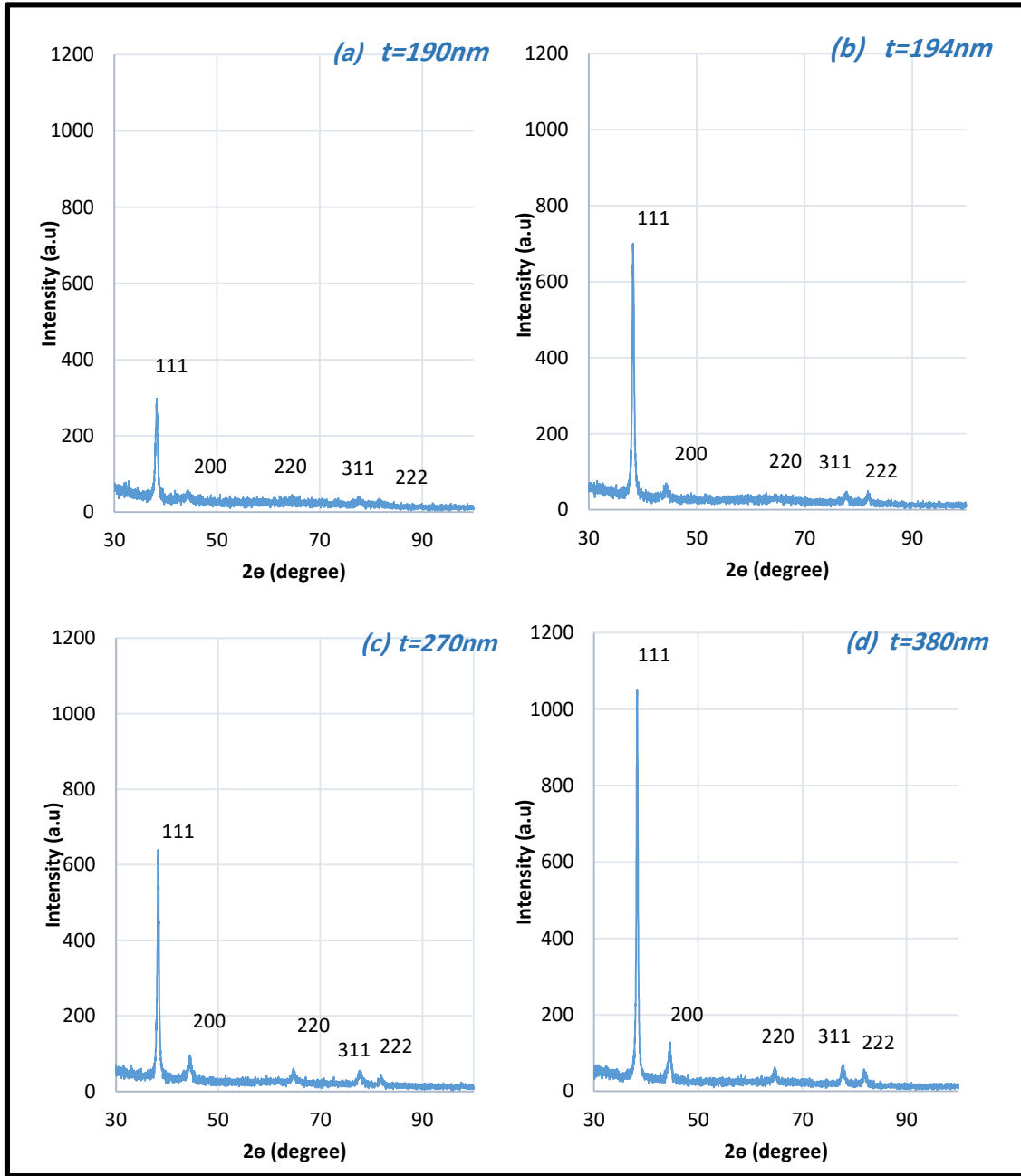
(4-4) الخصائص التركيبية وبنية السطح

Structural Properties and Morphology of Surface

1-4-4 نتائج حيود الأشعة السينية *X-Ray diffraction results*:

أظهرت نتائج التشخيص بتقنية حيود الأشعة السينية لأغشية Au المحضرة وبأسماك (190,194,270,380nm) بأنها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع المكعبي (cubic) وهذا يتطابق مع ما توصل إليه في البحث [42]. الشكل (6-4 a,b,c,d) يبين منحنيات حيود الأشعة السينية للأغشية المحضرة كافة، ومن خلال تحليل هذه المنحنيات تم معرفة مواقع القمم (Peaks) التي تظهر بشكل حاد عند تسليط حزم من هذه الأشعة بزوايا مختلفة على سطح الغشاء بحيث يتاح لها بأن تتداخل تداخلاً بناءً عند توفر

شرط براك اذ نلاحظ ظهور المستويات (222), (311), (220), (200), (111) وإن الاتجاه السائد للنمو هو (111) وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل اليها في البحوث [33,39,41,42]، كما يتفق مع البطاقة الدولية القياسية (International Centre for Diffraction Data) ذات الرقم (00-004-0784) وكما موضح في الجدول (3-4). كما وجد بأنه لا يوجد تغير للاتجاه السائد بزيادة السمك (أي بزيادة زمن الترسيب، زيادة ضغط العمل، وتقليل المسافة بين الاقطاب).



الشكل (6-4 a,b,c,d) يمثل مخطط حيود الأشعة السينية لغشاء الذهب ولأسماك (190 , 194 , 270 , 380)nm.

جدول (2-4) : مواقع القمم والمسافة البينية للمستويات في بطاقة (ICDD) لـ Au ولأغشية Au باسماءك (190,194,270,380 nm).

Sample	2θ (degree)	d_{hkl} (Å)	Hkl
Au (ICDD)	38.1836	2.355000	111
	44.3917	2.039000	200
	64.5759	1.442000	220
	77.5471	1.230000	311
	81.7212	1.177400	222
Au (t=190nm)	38.2200	2.35290	111
	44.3161	2.04235	200
	64.8028	1.43754	220
	77.7041	1.22794	311
	81.9780	1.17439	222
Au (t=194nm)	38.2466	2.35133	111
	44.3861	2.03930	200
	81.8081	1.17640	222
Au (t=270nm)	38.2615	2.35045	111
	44.4893	2.03480	200
	64.7328	1.43892	220
	77.7191	1.22774	311
	81.7581	1.17699	222
Au (t=380nm)	38.2967	2.34837	111
	44.5510	2.03213	200
	64.7678	1.43823	220
	77.7241	1.22767	311
	81.8530	1.17587	222

وقد تم حساب ما يأتي :

1- ثابت الشبكة (a_0) (*Lattice constant*): تم حسابه من تحليل انماط حيود الأشعة السينية بحسب العلاقة (2-10) وقيم ثابت الشبكة مبينة في الجدول (3-4) وقد اظهرت النتائج أن ثابت الشبكة يتفق تقريبا مع بطاقة (ICDD) ذات الرقم (00-004-0784) ووجد ايضا أن (a_0) ينخفض بشكل قليل بزيادة السمك نتيجة تأثيره بأعاده البناء للسطح والذي يؤدي الى الانحراف عن متوسط قيمتها وهذا يتفق مع نتائج البحوث [37,41].

2- معدل الحجم الحبيبي (D_{av}) (*Average grain size*): تم حساب معدل الحجم الحبيبي للأغشية المحضرة بسمك (190,194,270,380nm) ولأعلى قمة (111) على وفق العلاقة (2-11) وقد وجد أن معدل الحجم الحبيبي يزداد بزيادة سمك الغشاء بسبب نقصان قيمة (FWHM) ومن ثمّ زيادة خشونة السطح وهذا يؤكد تحسن تبلور الاغشية وتقليل العيوب فيها نتيجة نقصان الحدود الحبيبية وكما موضح في الجدول (3-4)، وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل اليها في البحوث [33,36,37] في حين يتعارض مع نتائج البحوث [40,42].

3- عامل التشكيل (T_c) (*Texture coefficient*): تم حساب عامل التشكيل بأستعمال العلاقة (2-12) والتي تصف المستوى السائد (hkl) لنمو البلورة في الأغشية متعددة التبلور، وبينت النتائج أن قيم عامل التشكيل لكافة الأغشية المحضّرة لا تقل عن الواحد وهذا يعني أن كافة الأغشية المحضرة ذات اتجاه سائد واحد وهو المستوي (111) في حين يكون اقل من واحد لبقية المستويات وهذا يتطابق مع النتائج التي تم التوصل اليها في البحوث [33,39,41,42] ولا يوجد تغير في الاتجاه السائد مع تغير السمك وكما موضح في الجدول (3-4).

4- كثافة الأنخلاعات (δ) (*Dislocation density*): تم حساب كثافة الأنخلاعات باستخدام العلاقة (2-13) أذ وجد أن كثافة الأنخلاعات تنخفض بزيادة سمك الغشاء بسبب زيادة الحجم الحبيبي والذي يؤدي الى تقليل الحدود الحبيبية مما يحسن من التركيب البلوري للغشاء وكما موضح في الجدول (3-4).

5- عدد البلورات لوحدة المساحة (N_o) (*Number of crystal per unit area*): تم حساب عدد البلورات لوحدة المساحة باستخدام المعادلة (2-14) واذا وجد أن قيمها تتراوح ضمن المدى $(5.4462- 2.4746) \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$. كما في الجدول (3-4).

الجدول (3-4) المعلمات التركيبية التي تم الحصول عليها من فحص (XRD) للاتجاه الساند (111) للأغشية المحضرة وباسمات مختلفة.

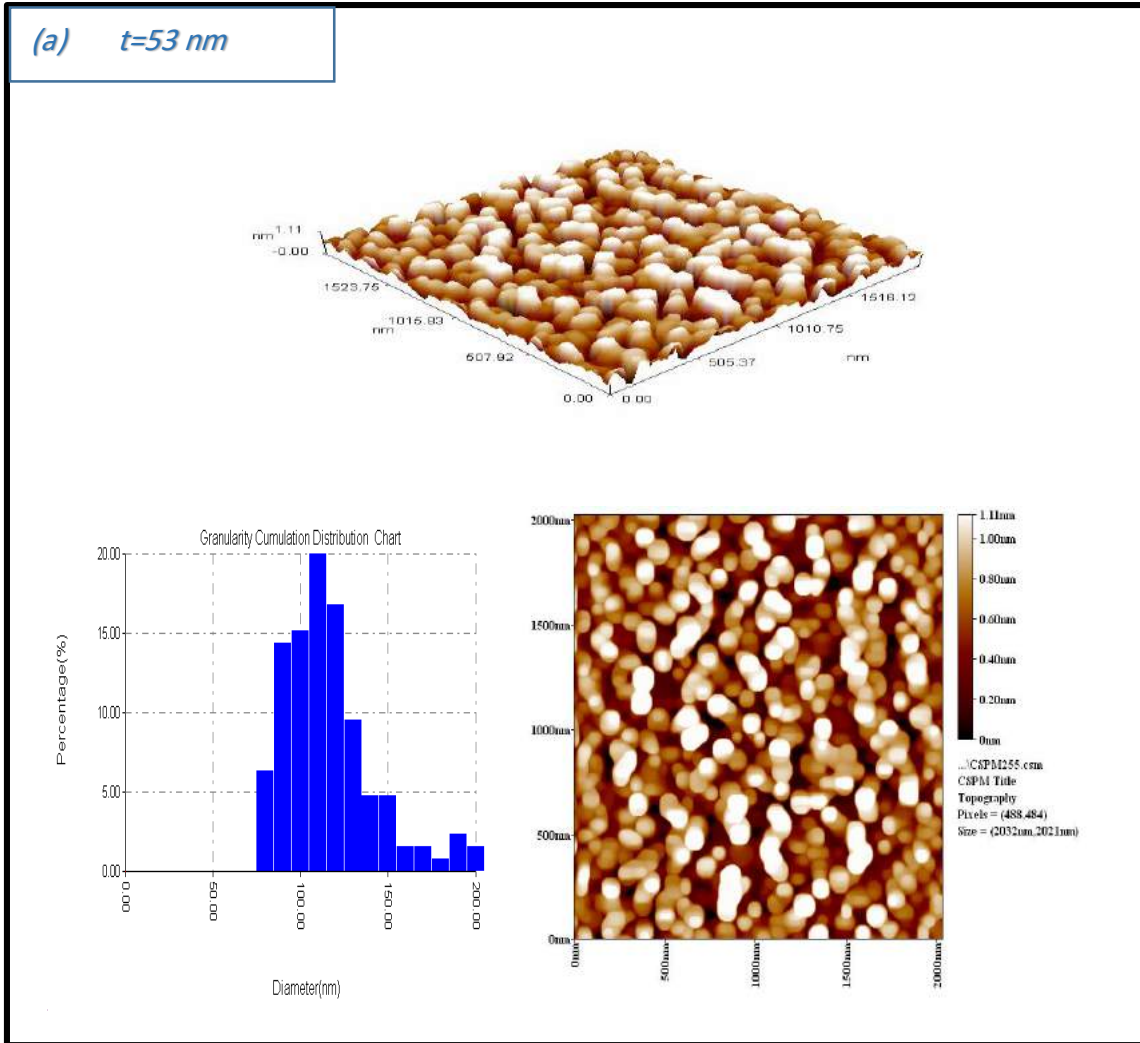
Sample	190 nm	194 nm	270 nm	380 nm
2 theta(deg)	38.2200	38.2466	38.2615	38.2967
d (Å)	2.35290	2.35133	2.35045	2.34837
FWHM (deg)	0.52380	0.39990	0.37940	0.33600
hkl	111	111	111	111
Lattice Constant (a_0) (Å)	4.075342	4.072623	4.071099	4.067496
G.S (nm)	15.16651	19.86551	20.9389	23.64353
T_c	2.7182	2.1708	2.8494	2.9589
$\delta \times 10^{12} (\text{cm})^{-2}$	0.4347	0.2534	0.2281	0.1789
$N_o \times 10^{12} (\text{cm})^{-2}$	5.4462	2.4746	2.941	2.8751

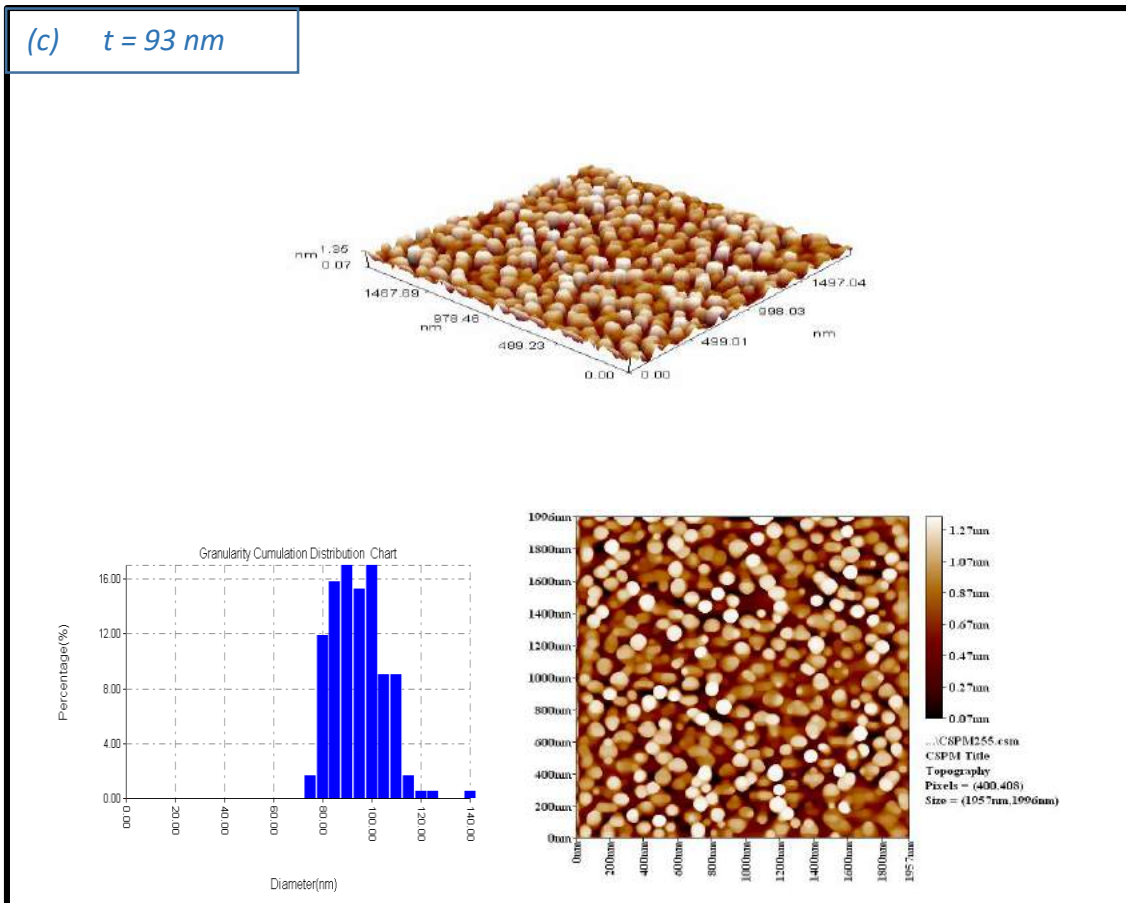
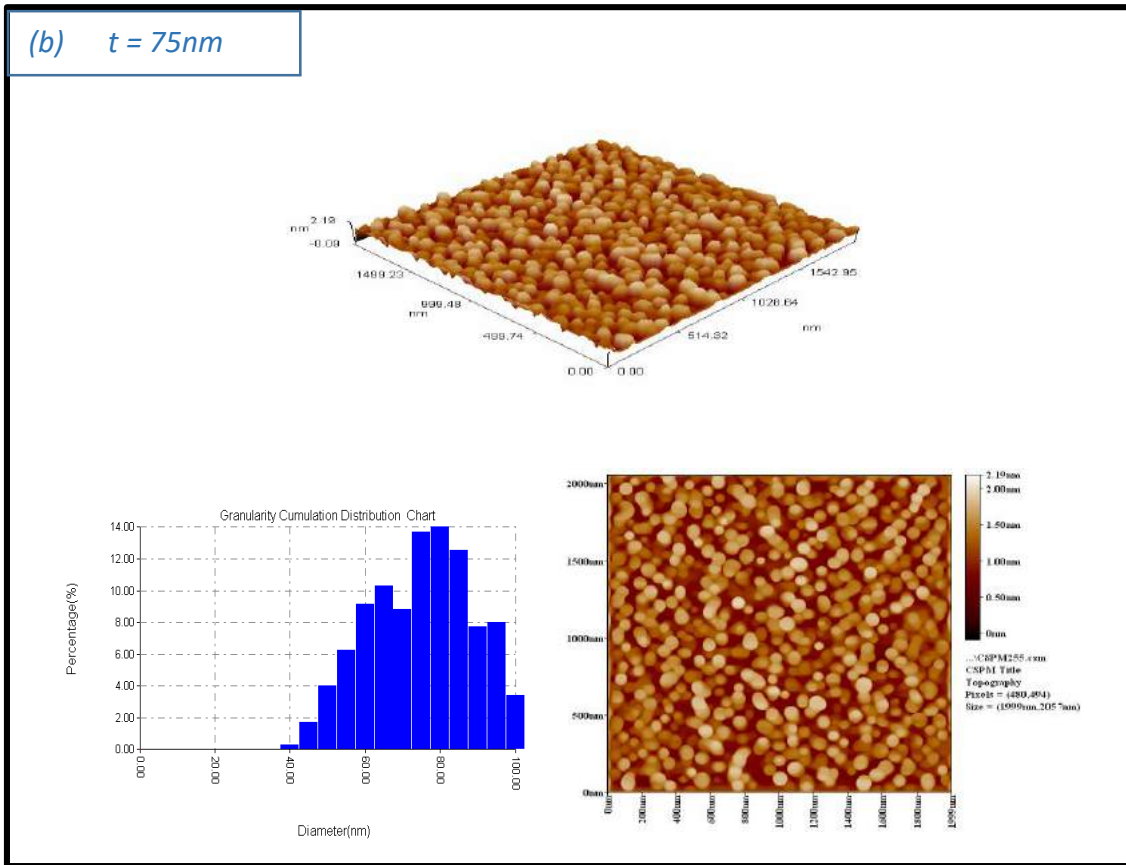
2-4-4-2 بنية السطح Morphology of surface :

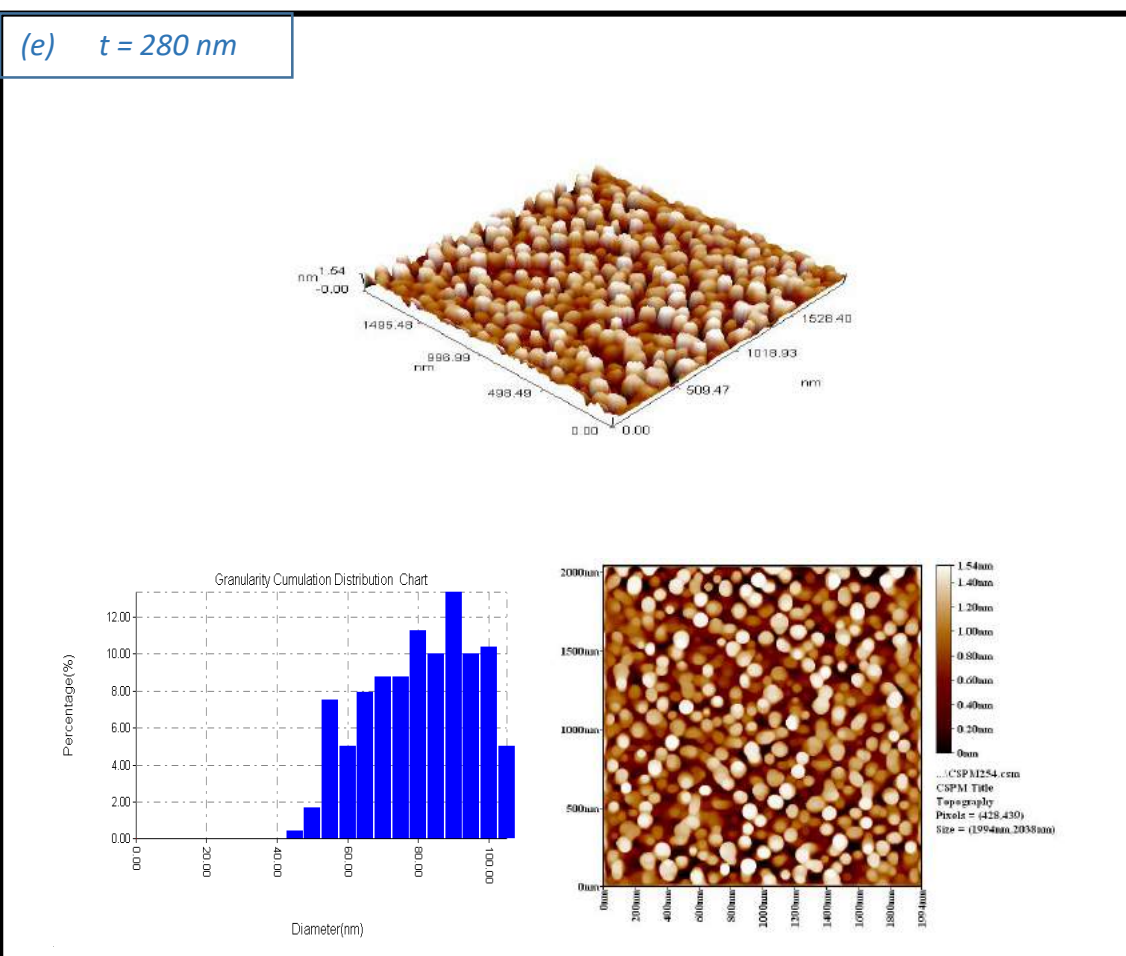
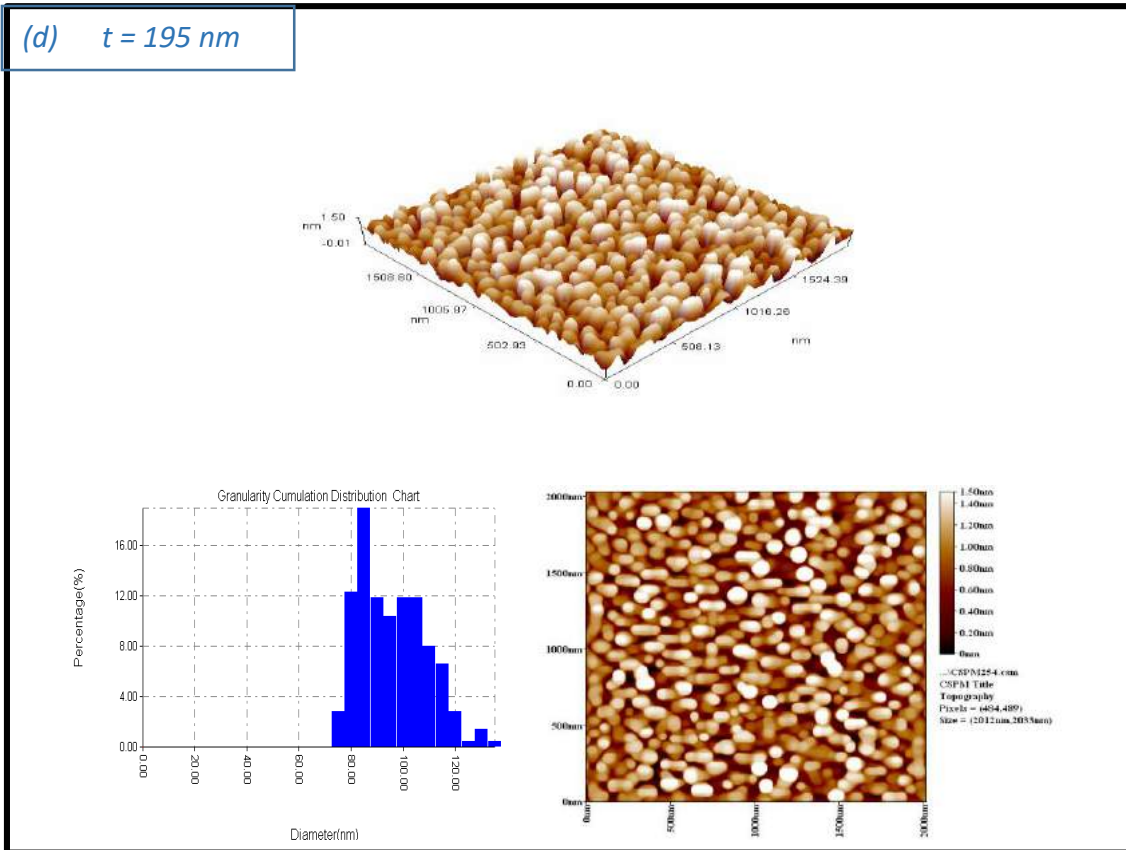
1- نتائج الفحص بمجهر القوة الذرية (AFM) Test results :

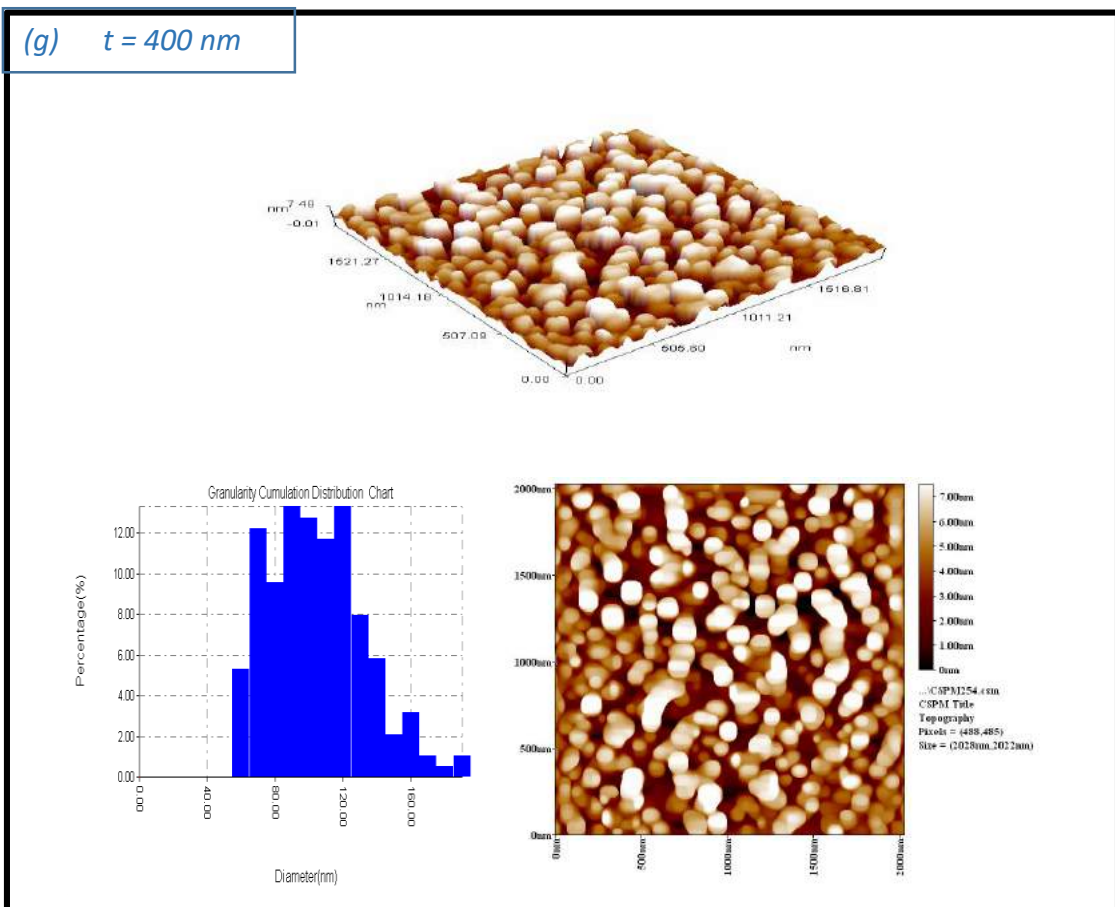
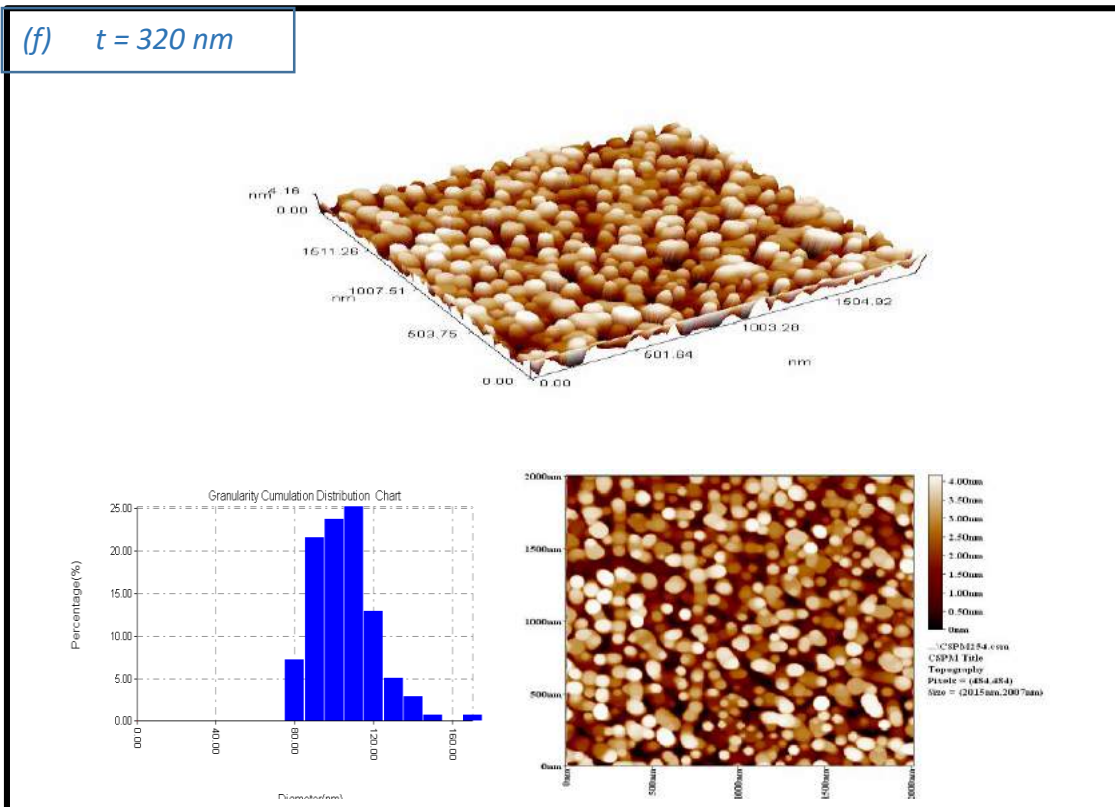
لأجل دراسة تضاريس سطوح العينات المحضرة ومدى تأثير السمك على تضاريس هذه السطوح أستعمل مجهر القوة الذرية الذي له القدرة على تحليل السطوح وإعطاء قيم في غاية الدقة عن توزيع الحبيبات وعن قيم خشونة السطح (Surface roughness) اعتمادا على الجذر

التربيعي لمربع متوسط الخشونة (RMS) (Root mean square) ، كما في الشكل (7-4 a,b,c,e,f,g) الذي يوضح صوراً لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية وللأسماك الآتية (53,75,93,195,280,320,400 nm) ، إذ أظهرت النتائج أن معدل خشونة السطوح للأغشية المحضرة يزداد مع زيادة السمك كما وأن قيم جذر مربع متوسط الخشونة (RMS) يزداد بزيادة السمك وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل إليها في البحوث [33,36] بينما يتعارض مع ما توصل إليه الباحث [42] كما أن معدل القطر Average diameter للعينات المحضرة يمتد من (72.32–111.37nm) ، وبما أن قيم معدل جذر المربع تتناسب طردياً مع قيم معدل الحجم الحبيبي مما يدل على أن نتائج مجهر القوى الذرية تتفق مع نتائج حيود الأشعة السينية ، وكما موضح في الجدول (5-4).









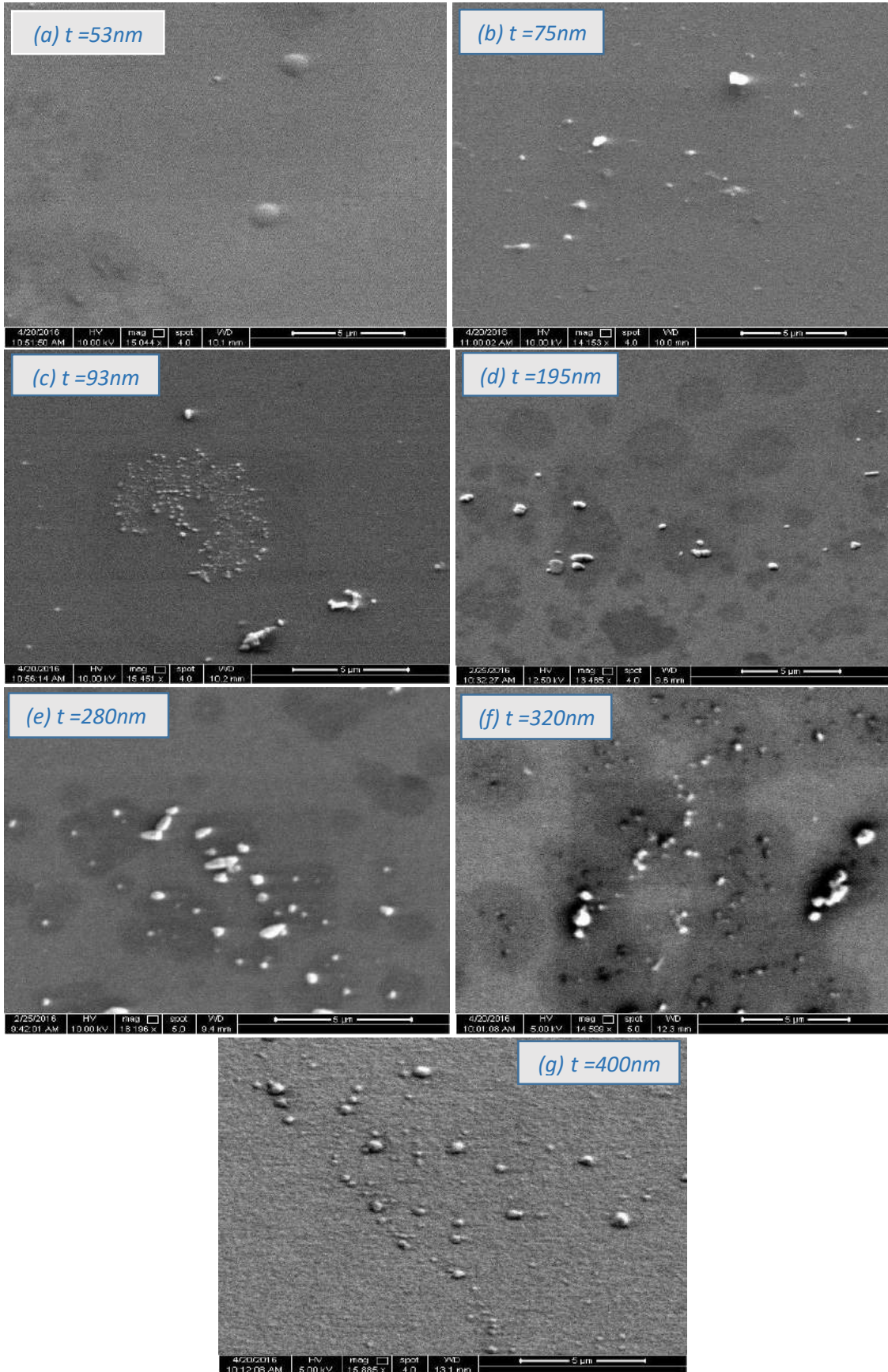
الشكل (7-4 a,b,c,d,e,f,g) صور الفحص بمجهر القوة الذرية AFM (2D-3D) ومخطط التوزيع الاحصائي لمعدلات الحجوم الحبيبية لأغشية الذهب ولأسماك مختلفة.

الجدول (4-4) نتائج الفحص بمجهر القوة الذرية (AFM) لأغشية Au.

<i>Sample</i>	<i>Surface roughness (nm)</i>	<i>RMS (nm)</i>
<i>t = 57 nm</i>	<i>0.249</i>	<i>0.295</i>
<i>t = 73 nm</i>	<i>0.284</i>	<i>0.333</i>
<i>t = 93 nm</i>	<i>0.284</i>	<i>0.334</i>
<i>t = 195 nm</i>	<i>0.296</i>	<i>0.357</i>
<i>t = 280 nm</i>	<i>0.348</i>	<i>0.409</i>
<i>t = 320 nm</i>	<i>0.952</i>	<i>1.12</i>
<i>t = 400 nm</i>	<i>1.72</i>	<i>2.01</i>

2- نتائج الفحص بمجهر الالكتروني الماسح (SEM) *Test results*:

يوضح الشكل (8-4 a,b,c,d,e,f,g) صور المجهر الالكتروني الماسح لأغشية الذهب المحضرة على قواعد زجاجية وبأسماك (53,75,93,195,280,320,400 nm) المحضرة بطريقة التريذ بالتفريغ الوهاج بالتيار المستمر بحيث كل تركيب يرتبط بشروطه الخاصة لباراميتري البلازما بالإضافة الى موقع القاعدة داخل عمود البلازما إذ نلاحظ بان الجسيمات النانوية تأخذ اشكالاً مختلفة كما انها تتجمع لتشكيل كتلاً أكبر وتتصل مع بعضها البعض كلما ازداد سمك الغشاء ومن ثم تغطي مساحة أوسع للأغشية المحضرة ، وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل اليها في البحث [77].



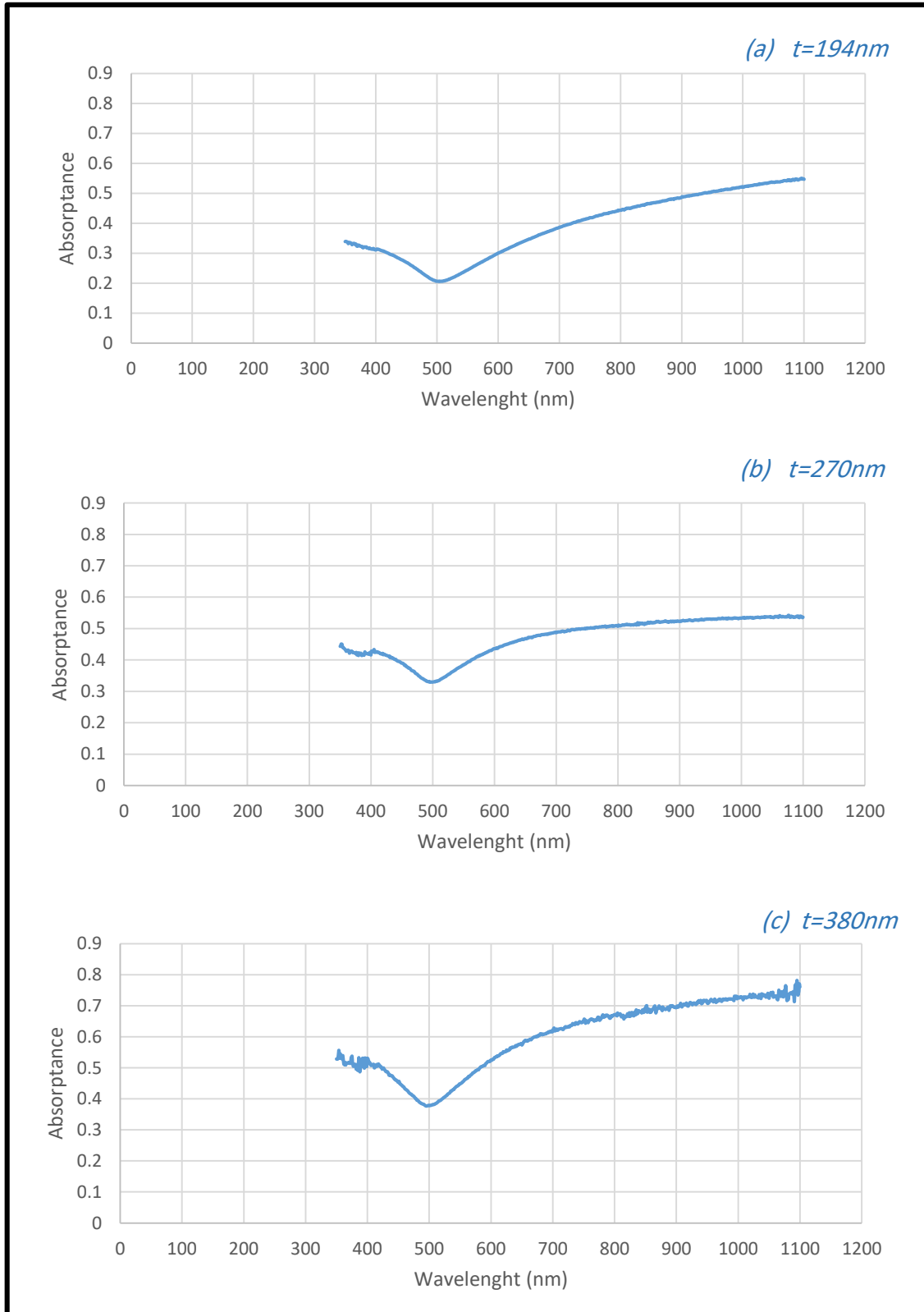
الشكل (8-4 a,b,c,d,e,f,g) صور فحص SEM لأغشية الذهب ولأسماك مختلفة.

Optical Measurements**(5-4) القياسات البصرية**

تضمنت دراسة الخواص البصرية لأغشية الذهب المرسّبة على قواعد زجاجية وبأسماك (194, 270, 380 nm) من خلال طيفي النفاذية والأمتصاصية المسجلين للعينات ضمن مدى الأطوال الموجية (350-1100nm) وقد تمّ حساب الانعكاسية ومعامل الامتصاص كدالة للطول الموجي وكذلك حساب الثوابت البصرية (معامل الانكسار ومعامل الخمود كدوال للطول الموجي).

1 - الامتصاصية البصرية Optical absorbance

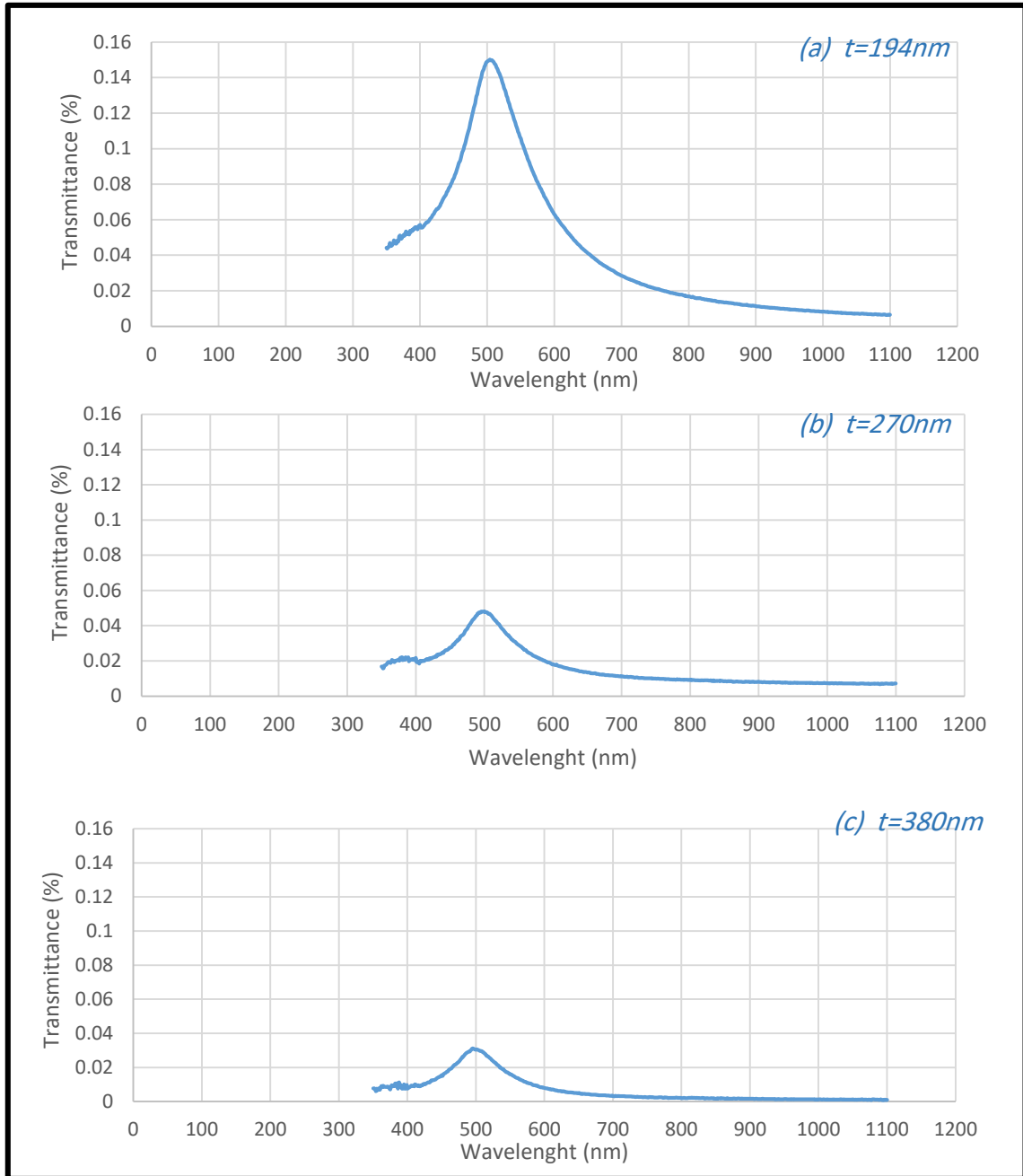
تم إجراء قياسات الامتصاصية ضمن مدى الأطوال الموجية (350-1100nm) لأغشية الذهب ولأسماك (194,270,380nm) ورسمت علاقة بيانية للامتصاصية كدالة للطول الموجي كما في الشكل (9-4 a,b,c) ، وقد أظهرت النتائج بان الأمتصاصية تقل بزيادة الطول الموجي حتى تصل أدنى قيمة عند الطول الموجي (500nm) تقريبا ثم تزداد بزيادة الطول الموجي ، كما يلاحظ زيادة الأمتصاصية كدالة لزيادة السمك ، وزيادة الامتصاص الواضحة عند الأطوال الموجية الأطول يمكن ان ينسب الى خاصية رنين بلازمون السطح Surface Plasmon resonance (SPR) حيث تظهر هذه الخاصية عند السقوط الضوء على أغشية الذهب مما ينتج حركة جماعية للإلكترونات الحرة (Conduction electrons) في سطح المادة حيث يتولد اهتزاز تجمعي موضعي (Collective oscillation) ويحدث عادةً في منطقة الضوء المرئي ، وهذه الظاهرة هي المسؤولة عن تغير الوان الذهب عند الحجم النانوي كما تعتمد هذه الخاصية على حجم الجسيم وشكله والوسط الموجود فيه، وبزيادة السمك يزداد تركيز حاملات الشحنة الحرة وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل اليها في البحوث [40,41] .



الشكل (9-4 a,b,c) يمثل الأمتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسماك مختلفة.

2 – النفاذية البصرية *Optical transmittance*

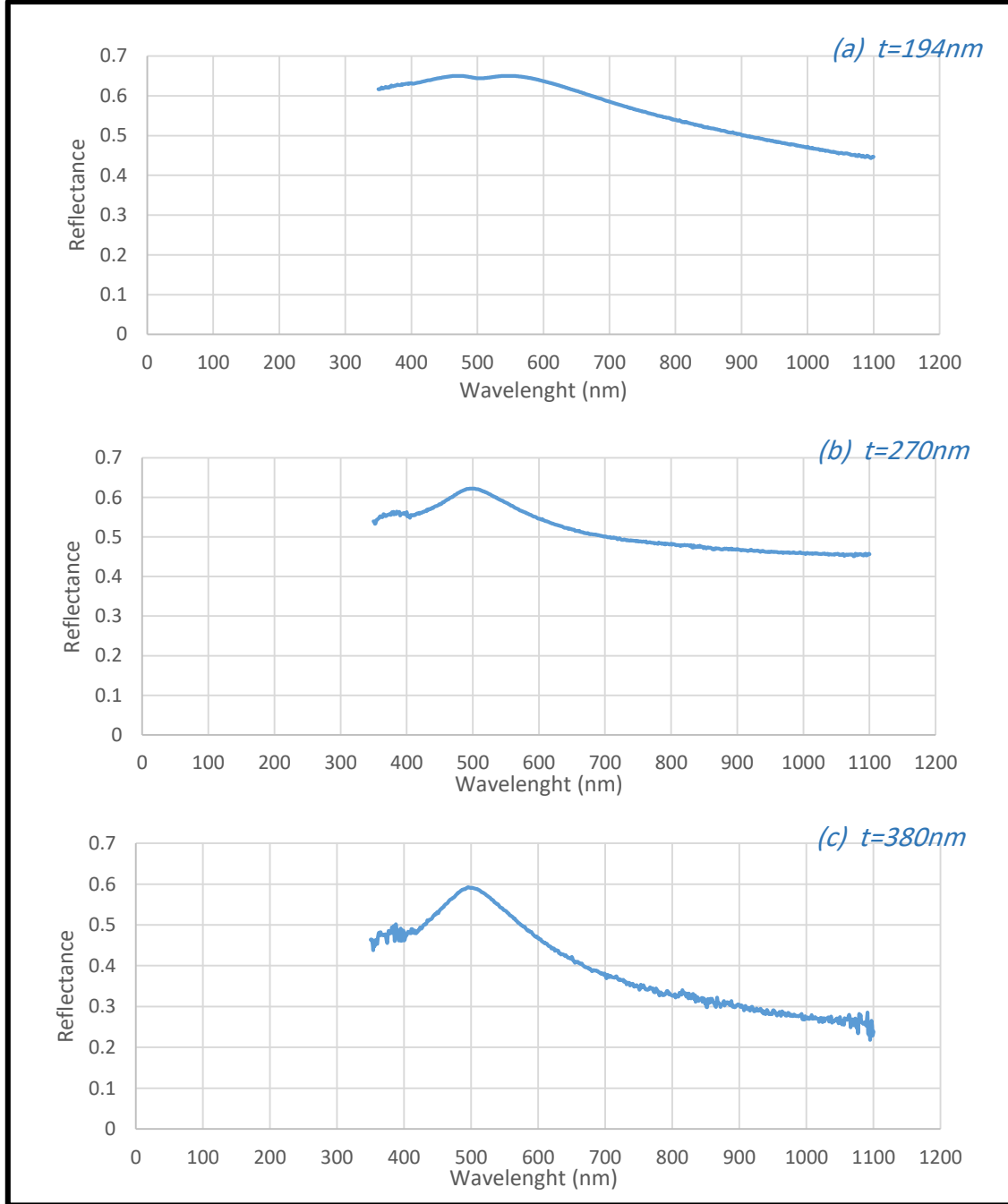
تم إجراء قياسات النفاذية ضمن مدى الأطوال الموجية (350 -1100nm) للأغشية المحضرة ، والشكل (10-4 a,b,c) يبين النفاذية كدالة للطول الموجي ، وقد بينت النتائج ان النفاذية تزداد تدريجياً تبعاً لزيادة الطول الموجي ولجميع أغشية الذهب الى ان يصل أقصى قيمة عند الطول الموجي حوالي (500 nm) ثم تبدأ بالانخفاض بزيادة الطول الموجي ، كما يلاحظ انخفاض قيمة النفاذية بزيادة السمك وهذا يتطابق مع نتائج البحث [34].



الشكل (10-4 a,b,c) يمثل النفاذية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسماك مختلفة.

3 - الانعكاسية البصرية *Optical reflectance*

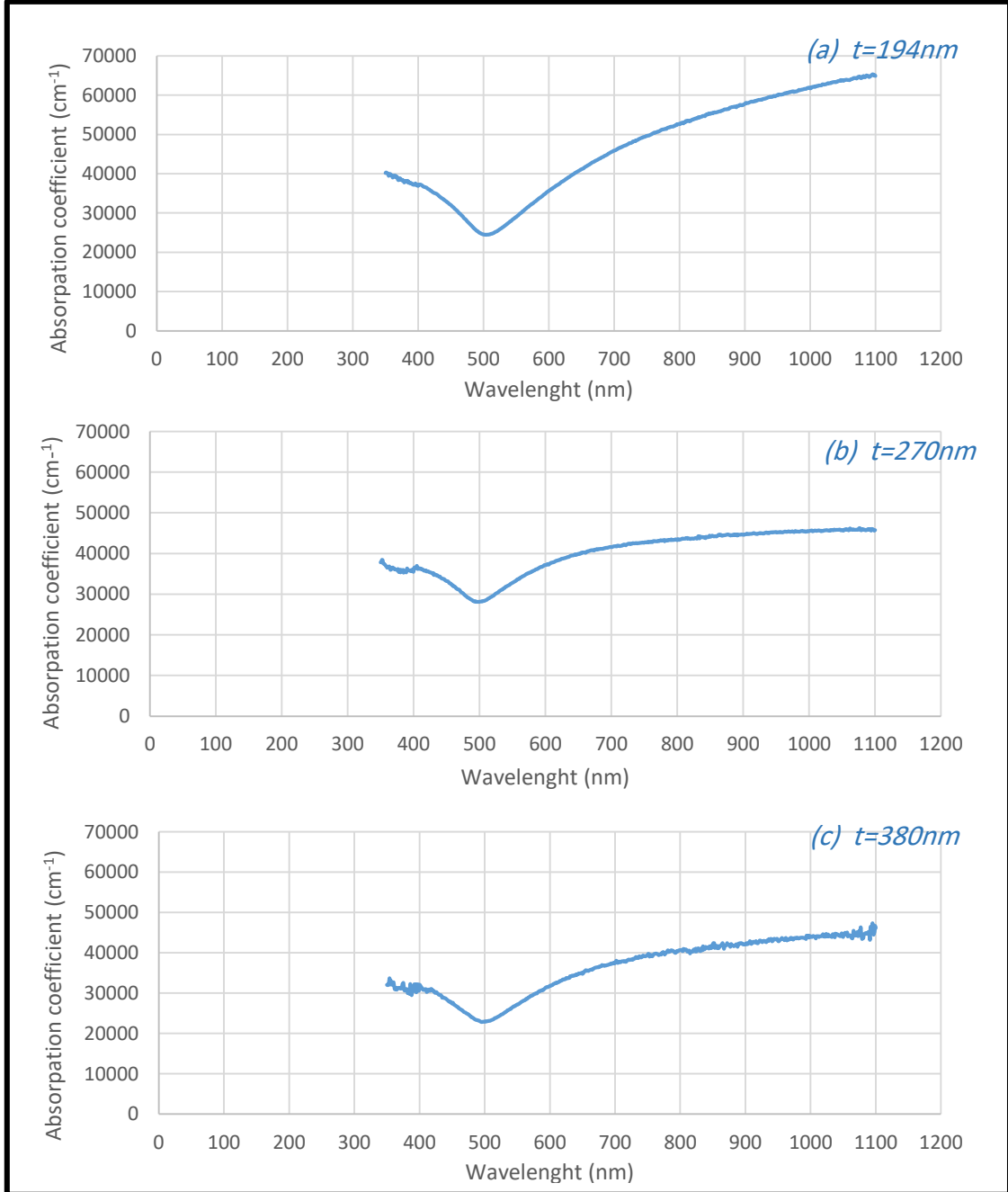
تم حساب قيم الانعكاسية البصرية لأغشية الذهب مختلفة السمك باستخدام المعادلة (2-15) ورسمت علاقة بيانية للانعكاسية كدالة للطول الموجي كما في الشكل (11-4 a,b,c) ، وقد بينت النتائج ان الانعكاسية تزداد بصورة تدريجية تبعاً لزيادة الطول الموجي حتى تصل أقصى قيمة عند الطول الموجي (500nm) ثم تبدأ بالانخفاض بزيادة الطول الموجي .



الشكل (11-4 a,b,c) يمثل الانعكاسية كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسماك مختلفة.

4 - معامل الامتصاص (a) Absorption coefficient

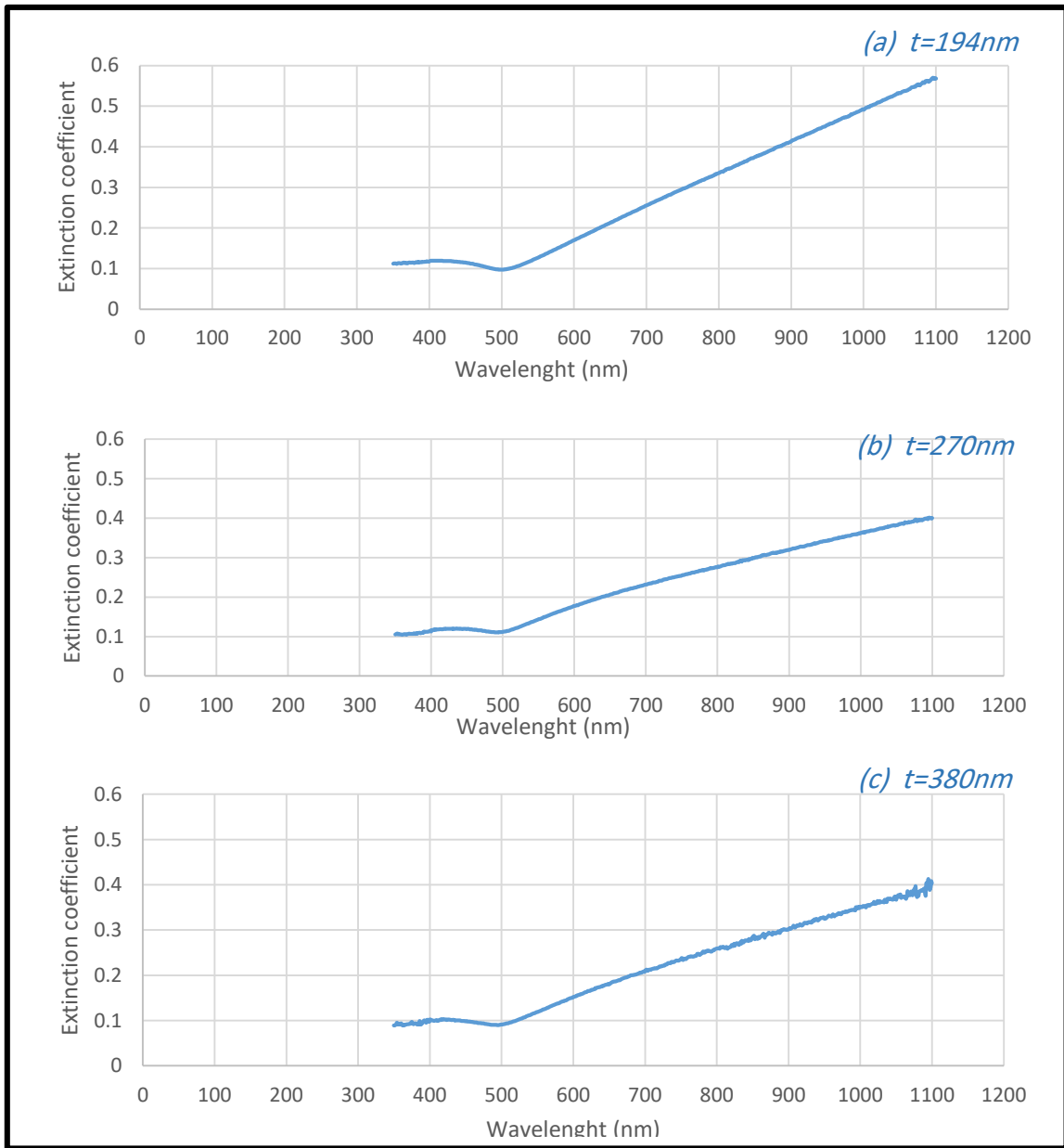
تم حساب قيم معامل الامتصاص لجميع أغشية الذهب مختلفة السمك باستخدام المعادلة (16-2) ورسمت علاقة بيانية لمعامل الامتصاص كدالة للطول الموجي كما في الشكل (12-4 a,b,c) ، وقد أظهرت النتائج ان معامل الامتصاص يقل بزيادة الطول الموجي حتى يصل أدنى قيمة عند حوالي (500nm) ثم يبدأ بالارتفاع بزيادة الطول الموجي ولجميع أغشية الذهب أي تبين تشابه منحنى معامل الامتصاص للأغشية المحضرة كافة.



الشكل (12-4 a,b,c) يمثل تغير معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسماك مختلفة.

5 - معامل الخمود (K) Extinction coefficient

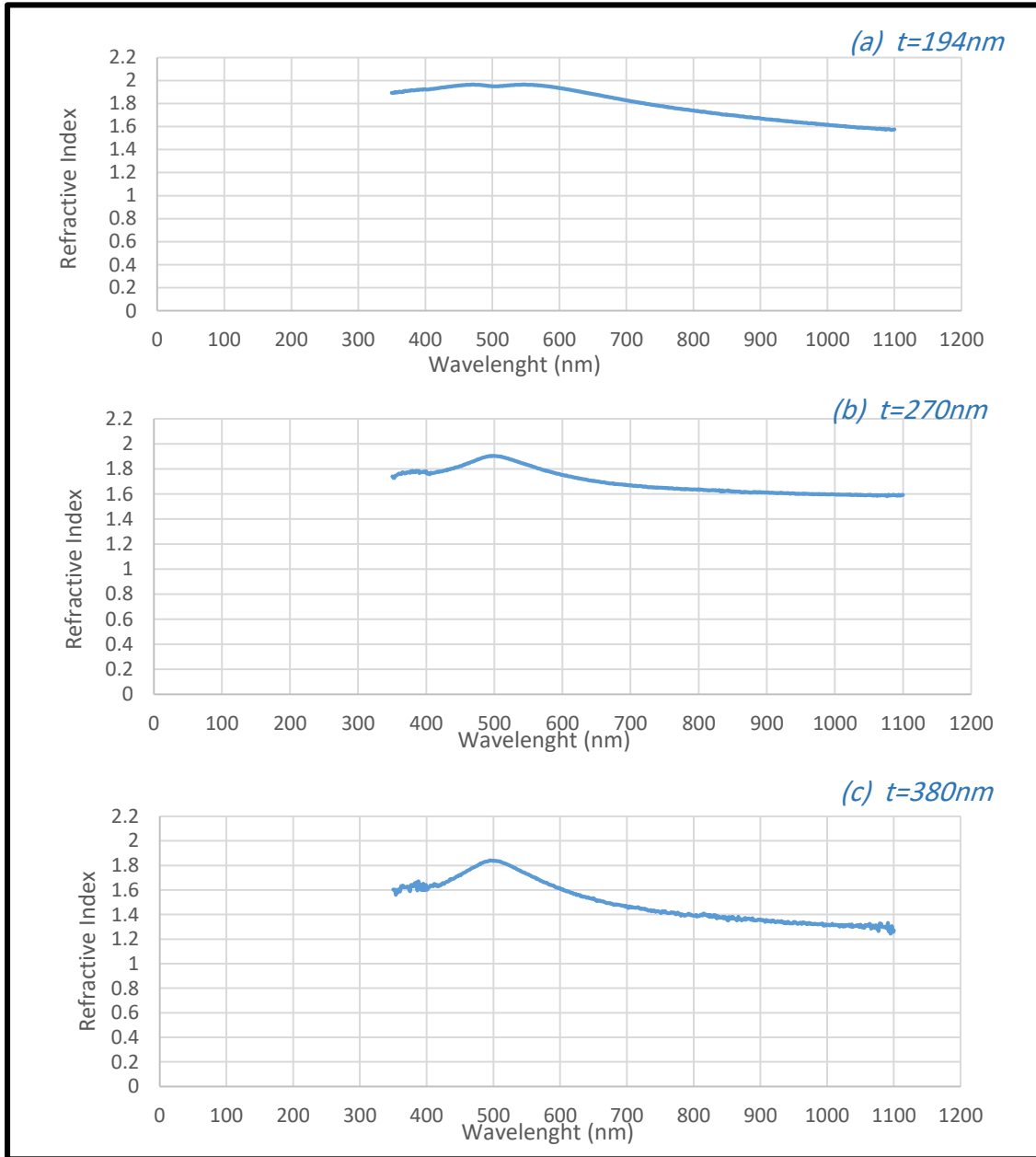
تم حساب معامل الخمود للأغشية المحضرة وبسمك (194,270,380nm) على وفق العلاقة (17-2) والشكل (13-4 a,b,c) يبين تغير معامل الخمود كدالة للطول الموجي حيث يكون هنالك انخفاض بزيادة الطول الموجي حتى (500nm) ثم يرتفع مع زيادة الطول الموجي، كذلك نستطيع ملاحظة التشابه في طبيعة منحنى معامل الخمود مع منحنى معامل الامتصاص وتغيرهما مع الطول الموجي، إذ ان هذا التشابه ناتج عن اعتماد حساب قيم معامل الخمود على قيم معامل الامتصاص وهذا يتفق مع البحث [5].



الشكل (13-4 a,b,c) يمثل تغير معامل الخمود كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسماك مختلفة.

6 - معامل الانكسار (n_o) Refractive index

تم حساب معامل الانكسار على وفق العلاقة (19-2) والشكل (14-4 a,b,c) يمثل تغير معامل الانكسار لأغشية الذهب ولأسمك مختلفة كدالة للطول الموجي، ونلاحظ من هذه الاشكال أن طبيعة منحنى معامل الانكسار مشابهة تقريباً لطبيعة منحنى الانعكاسية وذلك لارتباط معامل الانكسار مع الانعكاسية بالعلاقة (19-2)، كما يتبين ارتفاع قيمة معامل الانكسار مع زيادة الطول الموجي حتى يبلغ ذروته عند الطول الموجي حوالي (500nm) ثم تبدأ بالانخفاض مع زيادة الطول الموجي وهذا يتفق مع البحث [5].



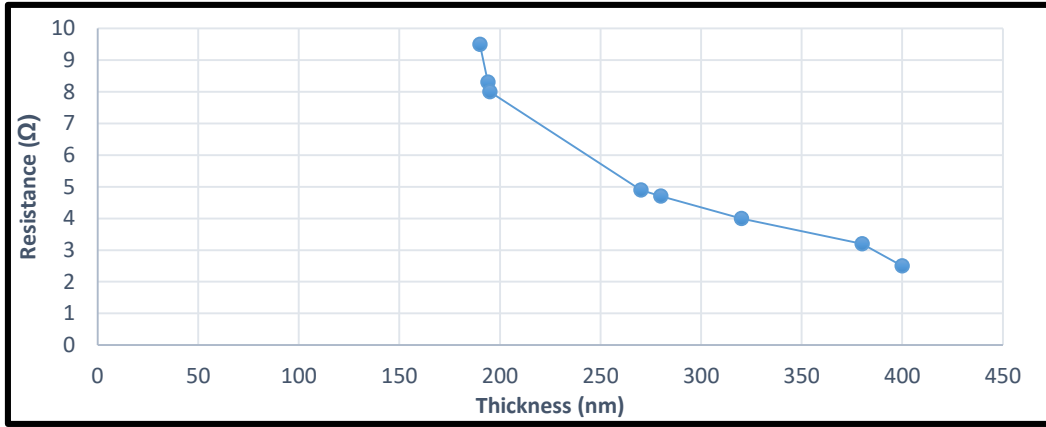
الشكل (14-4a,b,c) يمثل تغير معامل الانكسار كدالة للطول الموجي لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية ولأسمك مختلفة.

Electrical Measurements

(6-4) القياسات الكهربائية

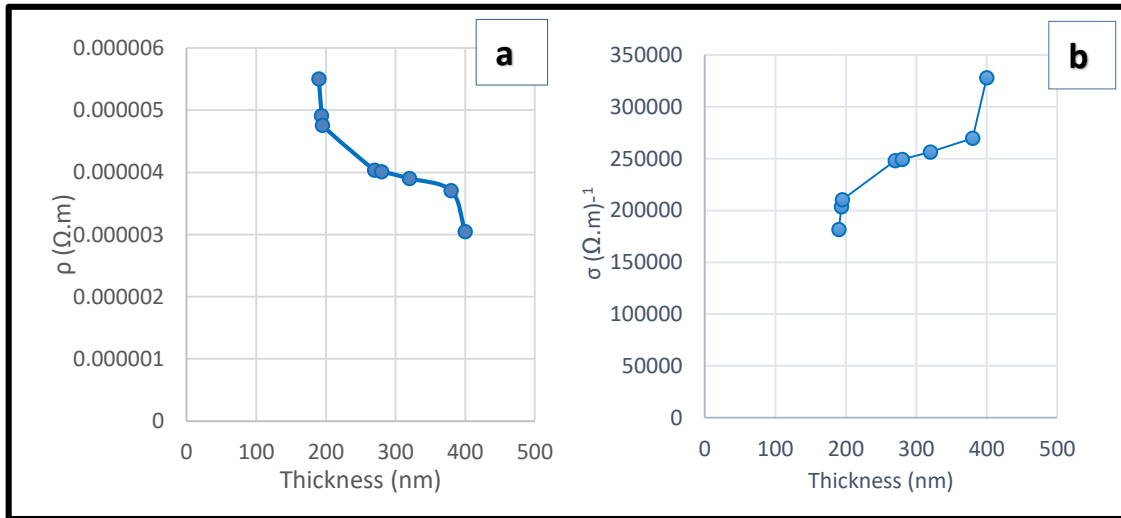
1- حساب الموصلية الكهربائية (σ) Electrical conductivity

لقد تم قياس المقاومة لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية وبأسماك مختلفة ومن ثم حساب الموصلية الكهربائية لها على وفق العلاقات (20-2) و(21-2) و(22-2) وكما مبينة في الشكل (4-15)، حيث نلاحظ انخفاض قيمة المقاومة بزيادة السمك نتيجة زيادة مساحة المقطع العرضي للغشاء وهذا يتطابق مع ما توصل إليه في البحوث [37,38] ،



الشكل (4-15) يمثل تغير المقاومة كدالة لزيادة السمك لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية.

اما علاقة المقاومة النوعية مع سمك الغشاء المحضر فتكون مبينة بحسب الشكل (a 4-16) حيث تنخفض المقاومة النوعية بزيادة سمك الغشاء حيث تسلك سلوكاً معاكساً للموصلية التي تزداد بزيادة السمك وكما موضح بالشكل (b 4-16) وتكون قيمة المقاومة النوعية أعلى من قيمتها بالنسبة للذهب وهو بحجمه الكبير Bulk ($\sigma_{Au} = 2.2 \times 10^{-6} \Omega.cm$).



الشكل (4-16) (a) يمثل المقاومة النوعية (b) تغير الموصلية، كدوال لزيادة السمك لأغشية الذهب المرسبة على قواعد زجاجية.

(7-4) الاستنتاجات

Conclusions

لقد تمّ ومن خلال الاستخدام العملي لمنظومة التريذ ببلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر **PSC-12 Compact plasma sputtering coater** وبعد إجراء بعض التغييرات على المنظومة وبأستعمال قطب من مادة الذهب عالي النقاوة (99.9 %) وغاز الاركون استنتاج ما يأتي:

1- يمكننا انتاج بلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر ولمدى الضغوط $(1-8) \times 10^{-2}$ mmHg ولفترات زمنية مختلفة، كما اثبتت طريقة الترسيب بالتريذ كفاءتها في تحضير أغشية رقيقة نانوية التبلور مع إمكانية التحكم بسمك الأغشية المحضّرة من خلال التحكم بألومات بلازما التفريغ التوهجي .

2- وجدنا ومن خلال منحنى تيار – فولتية بان منطقة التفريغ التوهجي المتولدة أثناء العمل تتكون من الجزء الذي يدعى **Abnormal glow** والذي يزداد فيه التيار تبعا لزيادة الفولتية ، كما وجد ومن خلال منحنى باشن بأن أدنى قيمة لفولتية الانهيار $(V_b)_{min} = 210$ volt عند $(pd)_{min} = 0.8$ mmHg.cm.

3- كما لاحظنا ومن خلال دراسة حيود الأشعة السينية لأغشية Au المحضرة بطريقة الترسيب بالتريذ وفي ظروف تحضير مختلفة أنها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع المكعبي ، كما وجد ومن خلال صور مجهر القوة الذرية (AFM) زيادة معدل خشونة السطح وكذلك قيم جذر مربع متوسط الخشونة بزيادة سمك الغشاء ، اما صور المجهر الالكتروني الماسح (SEM) فبينت تكون أشكال مختلفة للحبيبات النانوية لأغشية Au المحضرة حيث عند زيادة سمك الغشاء يزداد الحجم الحبيبي بسبب تكثف الحبيبات الصغيرة.

4- كما وجدنا ومن خلال القياسات البصرية زيادة الأمتصاصية ومعامل الأمتصاص عند زيادة السمك وكذلك زيادة معامل الخمود بسبب ارتباطه بمعامل الامتصاص مع انخفاض النفاذية لأغشية الذهب المحضّرة كدالة لزيادة سمك الغشاء.

5- أما القياسات الكهربائية فلو حظ أنخفاض المقاومة والمقاومة النوعية مع زيادة سمك الغشاء مما يؤدي الى زيادة الموصلية الكهربائية المستمرة للأغشية المحضرة.

وقد تبين ومن خلال اغشية الذهب المحضرة وما تتمتع به من خصائص إمكانية استعمالها في عدة تطبيقات مثل المتحسسات والطلاءات .

(8-4) مقترحات للمشاريع المستقبلية *Suggestions for Future Work*

- 1- دراسة تأثير التلدين على خصائص أغشية الذهب المرسبة بالترديذ ببلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر .
- 2- دراسة تأثير المجال مغناطيسي على خصائص بلازما التفريغ التوهجي.
- 3- تحضير أغشية رقيقة لمادة Ag بطريقة التريذ ببلازما التفريغ التوهجي بالتيار المستمر.
- 4- دراسة تأثير نوع قواعد الترسيب على أغشية الذهب المحضرة بالترديذ بالتيار المستمر.

العقود

المصادر

- [1] B.Ghimire, R. Khanal and D.P. Subedi," Diagnostics of Low Pressure Dc Glow Discharge Using Double Langmuir Probe", Journal of Science, Engineering and Technology, Vol.10, No.I, (2014), pp 20-27.
- [2] J.R. Roth, " Industrial Plasma Engineering", Volume 2:,IOP,Bristol and Philadelphia,(2001).
- [3] M.M. Abdel Rahman, A. Helal, O.A. Moustafa and F.W. Abdel Salam, "High Efficiency Glow Discharge Ion Source", Journal of Nuclear and Radiation Physics, Vol. 3, No. 1, (2008), pp 1-9.
- [4] M. R. Winchester and R. Payling, " Radio-frequency glow discharge spectrometry", Spectrochimica Acta Part B 59, (2004),pp 607–666.
- [5] K. L. Chopra, "Thin Film Phenomena" ,McGraw – Hill, New York (1969).
- [6] M . P. Soriaga, J. Stickney, L. A. Bottomley and Y.Kim, "Thin Films: Preparation,Characterization,Applications", Springer Science Business Media, LLC,(2002).
- [7] P. Malinsky, P. Slepicka, V. Hnatowicz and V. Svorcik,"Early stages of growth of gold layers sputter deposited on glass and silicon substrates", Nanoscale Research Letters,Vol.7, (2012), pp 241.
- [8] L. Eckertova,"Physics of Thin Films", Plenum Press.New York and London .Sntl .Publishers of Technical Literature, Prague,(1977).
- [9] K. Laurent, B. Q. Wang, D. P. Yu and Y. Leprince-Wang, "Structural and optical properties of electrodeposited ZnO thin films", Thin Solid Films Vol .517, (2008),pp 617- 621.

- [10] F.T. Ibrahim," Design and Construction of low-Pressure D.C.-Sputtering plasma system for preparing Gas Sensors", PhD. Thesis, University of Baghdad,(2013).
- [11] عطاردمطر السنجري، أمل ساجت صبر، أمل حسين داود، سهام زهراو عباس، هناء خالد [11] خلف، "دراسة تأثير المعاملة الحرارية على الخواص البصرية والتركيبية لأغشية Cu_2O المحضرة بطريقة التريذ بالبلازما"، المجلة العراقية للعلوم، المجلد 52، العدد 4، (2011)، الصفحة 464-469.
- [12] A. H. Wanas , " Design And Construction of Co-sputtering Technique And Study The Effect of Plasma On The Growth Conditions Of Al-Cu Films", PhD. Thesis, University of Baghdad,(2015).
- [13] أ.د. عبد الحسين موسى ،"فيزياء البلازما"، عمان ،مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع [13] (2010).
- [14] D.R.Nichoison,"Introduction to Plasma Theory", John Wiley & Sons, (1983).
- [15] أ.د.وليد صهيوني ،"مقدمة في فيزياء البلازما"، عمان،(2006).
- [16] Sh. Eliezer and Y. Eliezer," The Fourth State of Matter An Introduction to Plasma Science ", 2nd ed , IOP Publishing Ltd ,(2001).
- [17] F.F.Chen, "Introduction to Plasma Physics", Plenum Press, New York, (1974).
- [18] J. D. Callen," Fundamentals Of Plasma Physics",(2003).
- [19] مهدية يسر احمد، "أنموذج رياضي لمعدل الترسيب للأغشية الرقيقة المحضرة بطريقة [19] التريذ"، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، (2002).
- [20] V. Nehra, A. Kumar and H .K. Dwivedi," Atmospheric Non-Thermal Plasma Sources", International Journal of Engineering, Vol .2 ، Issue.1 ,(2008),pp 53-68.
- [21] B.T.chialed, Th.L.Al-zubaydi, M.K.Khalaf and A.I .khudiar, "Characterization of low Pressure Plasma-dc glow discharges (Ar, SF_6 and SF_6/He) for Si etching", Indian Journal of Pure & Applied Physics, Vol.48, (2010),pp 723-730.

- [22] M. Kitabatake, M. Kitabatake and H. Adachi, "Thin Film Materials Technology Sputtering of Compound Materials", William Andrew, Inc,(2004).
- [23] H.Frey and H. R. Khan," Handbook of Thin-Film Technology", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,(2015).
- [24] J. c. Yannopoulos , "The Extractive Metallurgy of Gold", Van Nostrand Reinhold, New York,(1991).
- [25] D. R. Lide," the CRC Handbook of Chemistry and Physics ",The 84th Edition,CRC Press LLC,(2004).
- [26] Sun CQ," Size dependence of nanostructures: Impact of bond order Deficiency", Prog Solid State Chem,Vol .35, (2007), pp 1.
- [27] E. Roduner, "Size-dependent chemistry: Properties of nanocrystals", Chem Soc Rev,Vol .35, (2006), pp 583.
- [28] D.Pissuwan, C.H.Cortie, S.M.Valenzuela and M. B.Cortie, "Functionalised gold nanoparticles for controlling pathogenic bacteria", Trends in Biotechnology, vol.28, No.4, (2010).
- [29] A.D. Faisal and S. H. Lafta," Investigation of Gold Nanostructures on Silicon Using Electrochemical Deposition Method", Journal of Al-Nahrain University, Vol .16, No .4, (2013), pp 134-140.
- [30] E.C.Dreaden,A. M.Alkilany,X. Huang,C. J.Murphy and M. A.El-Sayed,"The golden age: gold nanoparticles for biomedicine", Chem.Soc.Rev, Vol .41, (2012), pp 2740-2779.
- [31] T.Choi and D. W. Hess , "Chemical Etching and Patterning of Copper, Silver, and Gold Films at Low Temperatures", ECS Journal Of Solid State Science And Technology, Vol .4, No .1 , (2015), pp 3084- 3093.
- [32] R. Gupta, M. J. Dyer and W. A. Weimer, "Preparation and characterization of surface plasmon resonance tunable gold and silver films", Journal of Applied Physics, Vol .92, No .9, (2002), pp 5264- 5271.

- [33] L.L. Melo, A. R. Vaz, M.C. Salvadori and M. Cattani, " Grain Sizes and Surface Roughness in Platinum and Gold Thin Films", Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials ,Vol . 20-21, (2004), pp. 623-628.
- [34] E. Xenogiannopoulou , P. Aloukos, S. Couris, E. Kaminska, A. Piotrowska and E. Dynowska," Third-order nonlinear optical properties of thin sputtered gold films", Elsevier, Optics Communications,Vol .275 , (2007),pp 217–222.
- [35] C. S. Kealley, M. B. Cortie, A. I. Maarroof and X. Xu," The versatile colour gamut of coatings of plasmonic metal nanoparticles", physical chemistry chemical physics, Vol .11,(2009), pp 5897–5902.
- [36] Z. Xin, S. Xiao-Hui, and Z. Dian-Lin, "Thickness dependence of grain size and surface roughness for dc magnetron sputtered Au films", Chin. Phys. B ,Vol. 19, No. 8, (2010) ,pp 1-4.
- [37] V. Svorcik, J. Siegel, P. Sutta, J. Mistrik, P. Janicek, P. Worsch and Z. Kolska, "Annealing of gold nanostructures sputtered on glass substrate", Applied Physics A Materials Science & Processing, Vol .102, (2011),pp 605–610.
- [38] J. Siegel, R. Krajcar, Z. Kolska, V. Hnatowicz and V. Svorcik, "Annealing of gold nanostructures sputtered on Polytetrafluoroethylene", Siegel et al. Nanoscale Research Letters, Vol .6, (2011), pp 588.
- [39] C. Worsch, W. Wisniewski, M. Kracker and C. Russel, "Gold nanoparticles fixed on glass", Applied Surface Science,Vol .258 , (2012), pp 8506– 8513.
- [40] A. Schaub , P. Slepicka , I. Kasparikova , P. Malinsky, A. Mackova and V. Svorcik, "Gold nanolayer and nanocluster coatings induced by heat treatment and evaporation technique", Nanoscale Research Letters, Vol .8, (2013), pp 249.
- [41] Z. Novotna, A. Reznickova, L. Viererblova, J. Kolafa, Z. Kolska, J. Riha, and V. Svorcik," Physicochemical Properties of Gold Nanostructures

Deposited on Glass", Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials ,Vol (2014), pp 1-8.

[42] H.M. Wadullah, M. K. Abbass and S. A. Ajeel, " Corrosion of Gold Thin Films Deposited by Sputtering Deposition Method",Eng. &Tech.Journal, Vol.33, Part (B), No.6, (2015), pp 1145- 1153.

[43] A.Bogaerts, "the glow discharge an exciting plasma"Intvited lecture, Journal of Analytical Atomic,Vol .14, (1999).

[44] G.Francis, in S.Flugge, Handbuch der Physik, vol.22, Springer –Verlag, Berlin (1956).

[45] F. Y. Hadi, "Voltage Collapse Parameters of glow discharge plasma", PhD. Thesis, University of Baghdad,(2014).

[46] P.Raizer, "Gas Discharge Physics", Springer, Berlin,(1991).

[47] A. Bogaerts, E. Neyts, R. Gijbels and J. van der Mullen, " Gas discharge plasmas and their applications", Elsevier, Spectrochimica Acta Part B 57 ,(2002), 609–658.

[48] O.A. Hamadi, M.K. Khalaf, F.J. Kadhim and B.T. Chiad, "Operation Characteristics of a Closed-Field Unbalanced Dual-Magnetrons Plasma Sputtering System", Bulg. J. Phys, Vol .41, (2014), pp 24–33.

[49] A. H. Mohammed , "General Characterization of Argon Plasma Induced by Microwave Source", Msc. Thesis, University of Baghdad,(2013).

[50] A. Bogaerts and R. Gijbels, "Fundamental aspects and applications of glow discharge spectrometric techniques", Elsevier, Spectrochimica Acta Part B,Vol .53,(1998),pp 1– 42.

[51] M. M. Iqbal, "Computational Investigations of Atmospheric Pressure Discharges", PhD.Thesis, Dublin City University, (2009).

[52] E.Rudberg, Phys.Rev.4,764 (1934).

[53] I. B. Chapman, "Glow Discharge Processes: Sputtering and Plasma Etching", john Wiley & Sons. INC, New York, (1980).

- [54] D.B.Medved, P.Mahadevan and J.K.Layton, Phys.Rev, Vol .129, (1963), pp 2086.
- [55] R. Behrisch, H. H. Andersen, H.L. Bay, M. T. Robinson, H.E. Roosendaal and R Sigmund, "Sputtering by Particle Bombardment I Physical Sputtering of Single-Element Solids", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg New York,(1981).
- [56] T. Nelis and R.Payling, "Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy", The Royal Society of Chemistry,(2003).
- [57] A.M.Howatson,"An Introduction to Gas Discharges", Second Edition, Pergamon Press Ltd,(1965).
- [58] J.R. Roth, " Industrial Plasma Engineering". Vol .1: Principles ,IOP, Bristol, (1995).
- [59] P. Lansaker, "Gold-Based Nanoparticules and Thin Films", PhD.thesis , Uppsala University, (2012).
- [60] Bittencourt,"Fundamentals of Plasma Physics" ,ch2,Springer (2004).
- [61] C. Torres, P. G Reyes, F Castillo and H Martinez, "Paschen law for argon glow discharge", Journal of Physics: Conference Series, Vol .370, (2012).
- [62] E. Wagenaars, "Plasma Breakdown of Low-Pressure Gas Discharges", Thesis, Universitey Eindhoven , (2006).
- [63] M. K. Khalaf ,I. R. Agool and S. H. Abd Muslim," Influence of Inter-Electrode Distance, Gas Mixing, Magnetic Field and Cathode Material on Breakdown Voltage of Lab-Made DC Magnetron Sputtering Device", Iraqi Journal of Applied Physics, Vol.10, No.4,(2014), pp. 21-25.
- [64] R. Tirumala, "A Mathematical Model For The Departure From Paschen's Law at Micrometer Gaps using Ion Enhanced Field Emission", AME60637: Ionization and Ion Transport, Notre Dame, IN USA,(2010).

- [65] S.M.Rossnagel,J.J.Cuomo and W.D.Westwood, "Hand Book of Plasma Processing Technology Fundamentals,Etching,Deposition ,and Surface Interactions", Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, U.S.A,(1990).
- [66] د.مؤيد جبرائيل يوسف،"فيزياء الحالة الصلبة"،الجزء الثاني، طبع بدار الكتب للطباعة والنشر- جامعة بغداد .
- [67] C.Kittel , " Introduction to Solid State Physics", Eighth Edition , John Wiley and Sons , (2005).
- [68] K. A. Mishjil, A. A. Kamil and A.N. Jasim, " XRD and AFM Analysis of Iron Oxide (Fe₂O₃) Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis Method :The Effect of Substrate Temperature", Diyala Journal for Pure Sciences, Vol .11 ,No . 3, (2015), pp 2222-8373.
- [69] G. Busch, and H. Schade, "Lectures on Solid State Physics", Pergaman Press, London, (1976).
- [70] A. M.AL-Saeedi, " The Effect of doping on the optical properties of CdS thin films prepared by spray pyrolysis", Journal of Kerbala University , Vol. 7, No.2, (2009).
- [71] أ.د.محمد شريف الاسكندراني،"تكنولوجيا النانو من اجل غد افضل"،عالم المعرفة،(2010).
- [72] H. Wolfschmidt , C. Baier , S. Gsell , M. Fischer , M. Schreck and U. Stimming, "STM, SECPM, AFM and Electrochemistry on Single Crystalline Surfaces", Materials,Vol .3, (2010),pp 4196-4213.
- [73] C. Barret and B. T. Massalki, "Structure of Metals " ,Oxford Pergamon, (1980).
- [74] M.K. Khalaf, I . R. Agool and S. H. Abd Muslim, "Electrical characteristics and plasma diagnostics of (Ar/O₂) gas mixture glow Discharge", International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM), Vol .3, No .8, (2014), pp 2319 – 4847.
- [75] F. Y. Hadi , "Design of D.C.sputter magnetron for preparing copper-oxides thin film", Msc Thesis ,University of Baghdad, (2006).

[76] S. L. Choi, "Mechanics of Compliant Nanoporous Gold", Msc Thesis, University of Toronto, (2009).

[77] J.Siegel, O.Kvitek, Z. Kolska, P. Slepicka and V. Svorcik, "Properties of gold nanostructures sputtered on glass", Nanoscale Research Letters, Vol .6, (2011), pp 96.

Abstract

In the present study we prepared films of nano-crystallization gold material using plasma glow discharge DC on glass substrates and the use of argon gas.

Also it was studied the effect of changing glow discharge parameters (pressure, distance between electrodes, current and voltage) on the properties of thin films prepared, where it was noted that when increasing the pressure or reduce the distance between the electrodes as well as for longer periods of time leads to increase films thickness, whereas granular size increase and thereby increasing the surface roughness.

As studied multiple groups of curves Current-voltage, which in turn give a picture of the behavior of the plasma generated in experimental conditions, in addition to the study of curved Paschen to see how the lowest value of the voltage breakdown, over pressure range of Al argon gas between (1×10^{-2} - 8×10^{-2}) mmHg and distances (2, 4, 6, 8, 10.5) cm.

Also it has a studied structural properties and morphology of the surface by using X-ray diffraction device (XRD), atomic force microscopy (AFM) and electron microscopy scanner (SEM), as a result we found that all films prepared in Polycrystalline spallation, Cube type and direction of the prevailing (111), and when increasing the thickness, particle size increase accordingly, Show through pictures atomic force microscope increasing surface roughness rate as well as the root mean roughness square up the membrane thickness values, as shown through pictures electron microscope scanner that particles take different forms as they combine to form larger

clumps and communicate with each other the more the membrane thickness and then cover a wider area of the membranes prepared.

Studying optical the properties was included and during the recording spectral absorbance and transmittance for range of wavelengths (350-1100) nm has been found that the absorbance increases with the thickness while the permeability decreases as the reflective account and absorption coefficient as well as the optical constants such as (coefficient of winding down and and refractive index) was calculated as a function of wavelength.

The electrical properties represented by the Continuous electrical conductivity films prepared and found the devaluation of the resistivity increase film thickness and increase the conductivity of where to walk the opposite behavior of the quality of the resistance the greater the thickness of the film record.

**Ministry of Higher
Education
& Scientific Research
University of Al-Qadisiyah
College of Education
Department of physics**



**Study The effect of Operating Parameters Plasma
Glow Discharge on Some Physical Properties of
The Films Gold Deposited Sputtering**

A thesis

**Submitted to the Physics Department, College of Education \ University of
Al-Qadisiyah
in Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in
Physics .**

By

Layla Gendi Mohammed

B. Sc. Physics (2010)

College of Education \ University of Al- Qadisiya

Supervised by

Dr.Abdulhussain A. Khiedyer

2016 A.D

1437 A.H