



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

ميدان : التكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة كيميائية

إعداد الطالبات:

- بحة سامية

- زغود يسرى

- خزاني الشيماء

الموضوع

## الدراسة الكهروكيميائية لمادة الجيلاتين

نوقشت يوم: 2021/06/22 أمام اللجنة المكونة من:

رئيس اللجنة	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	بوغزال عبد السلام
مناقش	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	خالد بلال
مؤطر	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	شعبية ناصر

السنة الجامعية: 2022/2021



سورة التوبة

## الاهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرفه خير خلق الله سيدنا  
وحبيبنا المصطفى وأهله ومن وفى اما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية  
بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والكفاح والنجاح بفضلته تعالى مهداته الى  
سبب وجودنا في الحياة الوالدين العزيزين والكريمين حفظهما الله لنا  
ولكل العائلة الكريمة لدعمها وتشجيعهم لنا اخوتنا واخواتنا الغاليين  
وجميع الاقارب والى زملائنا في المسيرة الدراسي الذين تقاسمنا لحظاتنا  
معهم والى اصدقائنا والى كل من مر في حياتنا باثر طيبه والى كل  
من نحبهم.

## شكر وعرفان

الحمد لله عز وجل حمدا طيبا مباركا فيه ملا السموات والأرض وما بينهما على النعمة العظيمة وعلى توفيقه لإنجاز هذا العمل المتواضع راجين من المولى عز وجل التوفيق والنجاح لمن طرق يوما بابا يطلب فيه علما لينير به الأمة .

عملا بقوله ﷺ " من لا يشكر الناس لا يشكر الله " فاني أتقدم بأسمى عبارة الشكر والعرفان لأهل الفضل الذين قدموا لنا يد المساعدة لإنجاز هذا العمل المتواضع إلى الأستاذ المشرفه شعبية ناصر على العمل والجهد الذي قام به في سبيل انجاز هذا العمل الذي بذل من وقته وتحمل أعبائه معنا بالتوجيه والمتابعة والنصح لنا فجزاه الله خير الجزاء على ما قام به من جهود مباركة، نسأل الله أن يبارك في علمه وان يرعاه ويحفظه بحفظه.

كما لا ننسى أعضاء لجنة المناقشة الذين قطعوا جزءا من وقتهم الغالي للنظر في ما يصلح هذه المذكرة، جعل الله جدهم في ميزان حسناتهم.

كما لا يفوتني في هذا المقام أن اشكر أعضاء مخبر تميمين وتكنولوجيا الموارد الصحراوية، وخص بالذكر علي طليبة على مساعدته.

ونتوجه بجزيل الشكر لكل زملائنا الطلبة الذين أزرونا وساندونا في إتمام هذا البحث وفي المسار الدراسي لكل وكل من ساعدنا في إخراج هذا البحث سواء بالإرشاد والنصح أو بالمراجعة، ونسال الله للجميع الإخلاص والتوفيق والسداد والقبول .

وصلّى الله على محمد وعلى اله وصحبه وسلم.

## ملخص:

تم في هذا البحث إجراء دراسة كهروكيميائية لمادة Gélatine على قطب الزجاج شبه ناقل ITO في أوساط مختلفة: وسط حامضي (حمض الكبريتيك) ووسط قاعدي (محلل هيدروكسيد الصوديوم) ومزيج بينهما، باستخدام طريقة الكرونوامبيرومترى والفولطامترى الحلقي بهدف الحصول على استجابة كهرو كيميائية لمادة Gélatine . وكذلك إجراء دراسة اخرى على سطح قطب Titane .

ومن اجل دراسة الخصائص البنيوية والبصرية للفيلم استخدمنا عدة تقنيات منها تقنية الأشعة السينية (DRX) والماصح الالكتروني المجهرى (SEM) .

الكلمات المفتاحية: القطب، الكرونوامبيرومترى، الفولطامترى الحلقي، Gélatine

## Résumé:

Dans cet article, une étude électrochimique de la Gélatine a été réalisée sur l'électrode en verre semi-conducteur ITO dans différents milieux: milieu acide (acide sulfurique) et milieu basique (solution d'hydroxyde de sodium) et un mélange entre eux, en utilisant des méthodes chronoampérométriques et voltamétriques cycliques afin pour obtenir une réponse électrochimique à une substance Gélatine. En plus de mener une autre étude sur la surface de l'électrode de Titane.

Afin d'étudier les propriétés structurelles et optiques du film, nous avons utilisé plusieurs techniques, dont la technologie DRX et la Microscopie Electronique à Balayage (MEB).

Mots clés: pôle, chronoampérométrie, voltamétrie cyclique,  
Gélatine

**Summary:**

In this paper, an electrochemical study of Gélatine was carried out on the glass semiconductor ITO electrode in different media: acidic medium (sulfuric acid) and basic medium (sodium hydroxide solution) and a mixture between them, using chronoamperometric and cyclic voltammetry methods in order to obtain an electrochemical response of a substance. Gelatine. As well as conducting another study on the surface of the Titane electrode.

In order to study the structural and optical properties of the film, we used several techniques, including the DRX technology and the Scanning Electron Microscopy (SEM).

Keywords: pole, chronoamperometric, cyclic voltammetry,  
Gélatine

## قائمة الاختصارات والرموز

ITO: أكسيد الانديوم المطعم بالقصدير .

DRX: انعراج الأشعة السينية.

ECS: قطب كالومال المشبع

ESH: القطب الهيدروجيني القياسي.

RE: قطب المراجع.

AE : قطب المساعد.

WE: قطب العمل

I : شدة التيار

E : الجهد

V : سرعة المسح

$\theta$  : زاوية الانعراج

SEM : الماسح الالكتروني المجهرى

pH: الرقم الهيدروجيني

قائمة الاشكال:

الفصل الاول		
7	مقطع عرضي لليفيات الكولاجين	الشكل ( 1- I )
8	التركيب الكيميائي للجليسين (Gly) والبرولين (Pro) والهيدروكسي برولين (Hyp)	الشكل ( 2- I )
9	الجيلاتين الحبيبي الذي يعتبر الأكثر شيوعا للاستخدام الصناعي	الشكل ( 3- I )
9	الجيلاتين الأسفنجي يتوفر في مجموعة متنوعة من الأشكال	الشكل ( 4- I )
11	عملية تمسخ الكولاجين للحصول على الجيلاتين	الشكل ( 5- I )
19	الجيلاتين في المواد الغذائية	الشكل ( 6- I )
25	تركيبية الجلد	الشكل ( 7- I )
27	معدات الترشيح الطمي الحديثة للطرد المركزي	الشكل ( 8- I )
27	مصنع الترشيح الدقيق الغشائي لترشيح الجيلاتين منخفض الوزن الجزيئي	الشكل ( 9- I )
28	تزيل المبادلات الأيونية الموجودة في أعمدة كبيرة على وجه التحديد الكاتيونات أو الأنيونات أو تزيل الأيونات من محلول الجيلاتين تمامًا	الشكل ( 10- I )
29	التعقيم غير المباشر عبر المبادلات الحرارية اللوحية والتعقيم المباشر بالبخار	الشكل ( 11- I )
30	بعد تبريد المحلول عالي التركيز، يُبعث الجيلاتين من المبادل الحراري على شكل "نودلز"، ثم يتم تثبيته على الحزام الناقل للمُجفف	الشكل ( 12- I )

31	محطات المزج والتعبئة شبه الأوتوماتيكية للجيلاتين الحبيبي.	الشكل ( I- 13 )
34	نقاوة ولون محلول الجيلاتين يتم قياسهما بصريًا أو باستخدام معدات مناسبة	الشكل ( I- 14 )

الفصل الثاني		
41	منحنى الفولطامتري الحلقي	الشكل ( II- 01 )
43	صورة الخلية الكهروكيميائية	الشكل ( II- 02 )
44	قطب البلاتين المساعد (AE)	الشكل ( II- 03 )
44	قطب المرجع (RE)	الشكل ( II- 04 )
45	قطب العمل (ITO)	الشكل ( II- 05 )
47	صورة لجهاز Voltabal PGG301	الشكل ( II- 06 )
47	صورة لجهاز Voltabal PGG301 ولواحقه	الشكل ( II- 07 )
49	مخطط وظيفي لجهاز الأشعة السينية	الشكل ( II- 08 )
50	الماسح الإلكتروني المجهرى	الشكل ( II- 09 )

الفصل الثالث		
56	منحنى للمحلول الالكتروليتي لمدة $t=60s$	الشكل ( III- 1 )
57	منحنى للمحلول $Gélatine/H_2SO_4$ لمدة $t=60s$	الشكل ( III- 2 )
58	منحنى الفولطامتري الحلقي لدراسة محلول $Gélatine /H_2SO_4$ على القطب ITO عند المجال $500mv$ الى $500mv$ - بسرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل ( III- 3 )
59	منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول $Gélatine /H_2SO_4$ على قطب ITO عند المجال $500mv$ الى $700mv$ - عند سرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل ( III- 4 )
60	منحنى الفولطامتري الحلقي لدراسة الكهرو كيميائي للمحلول $Gélatine /H_2SO_4$ على القطب ITO عند المجال من $500mv$ الى $700 mv$ - عند سرعة مسح $10, 20, 30, 40$ $mv/s$	الشكل ( III- 5 )

	$V=[50,$	
61	منحى تغير شدة التيار بدلالة جذر السرعة	الشكل (6-III)
62	منحنى المحلول Gélatine/ NaOH لمدة $t=60s$	الشكل (7-III)
63	منحى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب ITO عند المجال من $1200mv$ إلى $-300mv$ وسرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل (8-III)
63	منحى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب ITO عند مجال من $0mv$ إلى $-1500 mv$ وسرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل (9-III)
64	منحى فولطامتري حلقي 50 حلقة لدراسة الكهروكيميائي. لمادة Gélatine على قطب ITO عند المجال من $0mv$ إلى $-1500mv$ في سرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل (10-III)
65	منحنى لمزيج بين محلولين (وسط حامضي ووسط قاعدي) لمدة زمنية $t=60s$	الشكل (11-III)
66	منحى فولطامتري حلقي لمحلول مزيج بين الوسط الحامضي والقاعدي على القطب ITO عند مجال من $-1150mv$ إلى $-400mv$ وسرعة مسح $V=30mv/s$	الشكل (12-III)
66	منحى فولطامتري حلقي 50 حلقة لمحلول مزيج بين الوسط الحامضي والقاعدي على القطب ITO عند مجال من $1150$ إلى $-400 mv$	الشكل (13-III)
67	منحنى للمحلول Gélatine / NaOH لمدة زمنية $t=60s$	الشكل (14-III)
68	منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب Titane عند مجال من $1050$ إلى $-3000$	الشكل (15-III)
69	منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب Titane عند المجال من $0 mv$ إلى $-1500$	الشكل (16-III)
70	منحنى الفولطامتري الحلقي 50 حلقة لمحلول Gélatine / NaOH على قطب Titane عند المجال من $0mv$ إلى $-1500 mv$	الشكل (17-III)
71	نتائج الأشعة السينية لجيلاتين	الشكل (18-III)

فهرس الجداول:

23	تكوين الجاد	الشكل (1-I)
72	معلمات شعرية وحجم حبيبات الجيلاتين المترسب ، dhkl ، $2\theta$ ، hkl	الشكل (2-III)

## فهرس المحتويات

قائمة الاشكال

قائمة الجداول

قائمة الرموز والاختصارات

1..... مقدمة عامة

### الفصل I

1..... I 1. عموميات حول الجيلاتين

6..... I 1.1- تاريخ الجيلاتين

6..... I 2.1- تعريف الكولاجين

8..... I 3.1- مفهوم الجيلاتين

10..... I 1.3.1- من الكولاجين إلى الجيلاتين

11..... I 2.3.1- التركيب والهيكل الكيميائي

12..... I 3.3.1- مصدر الجيلاتين

14..... I 4.3.1- مراحل استخلاص الجيلاتين

14..... I 5.3.1- تصنيع الجيلاتين بعملتي الحمضية والقلوية

15..... I 6.3.1- خصائص الجيلاتين

16..... I 7.3.1- فوائد الجيلاتين الصحية

- 18.....I.1.3.8- استخدامات الجيلاتين
- 21.....I.2- صناعة الجيلاتين
- 22.....I.2.1- المادة الخام " الجلد "
- 23.....I.1.2.1- تكوين الجلد
- 23.....I.1.2.2- الطبقات التشريحية للجلد
- 25.....I.2.2- عملية التكييف
- 26.....I.2.3- معالجة الجيلاتين المستخرج
- 26.....I.2.3.1- الترشيح والتوضيح
- 27.....I.2.3.2- نزع الأيونات
- 3.....I.2.3
- 28.....3. التركيز
- 29.....I.2.3.4- التعقيم النهائي
- 30.....I.2.3.5- عملية تجفيف الجيلاتين الحبيبي
- 31.....I.2.3.6- توحيد وتعبئة الجيلاتين الحبيبي
- 32.....I.2.4- اختبارات الجودة القياسية على المنتج النهائي
- 32.....I.2.4.1- الاختبارات الفيزيائية والكيميائية

## الفصل II

40.....	1.1. II الطرق الكهروكيميائية المستخدمة
40 .....	1.1.1. II الفولطامتري الحلقي (cyclique voltametres)
41.....	2.1.1. II الكرونوآمبيرومتري (chronoampérométrie)
42.....	2. II الأجهزة الكهروكيميائية المستخدمة
42.....	1.2. II الخلية الكهروكيميائية
43.....	1.1.2. II الأقطاب
43.....	1.1.1.2. II القطب المساعد (AE)
44.....	2.1.1.2. II القطب المرجع (RE)
45.....	3.1.1.2. II قطب العمل (WE)
46.....	3. II التركيب التجريبي المستعمل
47.....	4 . II تقنيات تحليل
48.....	1 . 4 . II انعراج الأشعة السينية (DRx)
48.....	1.1.4 . II جهاز الأشعة السينية (DRx)
49.....	2.1.4. II مبدأ عمل تقنية انعراج الأشعة السينية
50.....	2.4. II الماسح الالكتروني المجهري (SEM)
50.....	1.2.4. II مبدأ عمل الماسح الالكتروني المجهري

### الفصل III

55.....	1 . III الدراسة الكهرو كيميائية لمادة Gélatine على قطب محضر ITO
55.....	1.1. III تحضير المحاليل
58.....	2 . 1. III الفولطامتري الحلقي (cyclique voltametres)

58.....	1 . 2 . 1. III	الوسط الحمضي
61.....	2. 1 III	الوسط القاعدي
64.....	3 . 2. 1 III	المزيج بين الوسط الحامضي والقاعدي
67.....	2. III	الدراسة الكهروكيميائية لمادة Gélatine على قطب Titane
70.....	3 . III	دراسة الخصائص البنيوية
75.....	خاتمة	

# مقدمة

مقدمة عامة:

يؤدي تحويل الحيوان الحي إلى جثة مخصصة للاستهلاك البشري لإنتاج منتجات نبيلة تتكون أساسا من أنسجة عضلية (لحوم) ومنتجات مشتركة مختلفة (فضلات وعظام ونفايات عضوية وشحوم وما إلى ذلك). قد تبين أن هذه المنتجات المشتركة غنية نسبيا بالبروتينات (الجيلاتين)، لذلك يبدو من المثير للاهتمام الاعتماد على الإستراتيجية الخاصة لاستعادة هذه البروتينات واستخدامها على وجه الخصوص كمكونات في المنتجات الغذائية والعلاجية. [1]

اليوم، بفضل تطور العلم والتكنولوجيا، أصبح تنوع المنتجات الغذائية والعلاجية متاحا في السوق. نتيجة لذلك، يمكن أن تستخدم المنتجات الغذائية مكونات غير حلال لتقليل تكلفة الإنتاج، فلقد اعتبر جيلاتين الخنازير أرخص بكثير من الجيلاتين البقري أو الناتج من مصادر أخرى حلال. [2]

لذلك، مع إنتاج السنوي الذي يقدر بقيمة: 2528 مليون طن في عام 2008 في الاتحاد الأوروبي وحده، أصبح الجيلاتين منتجا استهلاكيا شائعا يمكن العثور عليه في جميع مجالات الحياة الحديثة تقريبا. وبتزايد الاهتمام الكبير لهذا الجزيء، تظهر من خلاله المزايا المهمة في الاستهلاك اليومي: لا توجد سمية، وكمية وفيرة من المواد الخام المتاحة، واختيار صفات مختلفة لكل تطبيق، والتوافق مع المكونات الأخرى في العديد من الصيغ، وتجعل خواصه التكنولوجية والصيدلانية الحيوية الفريدة مهما للغاية ومتعدد الاستخدامات للتطبيقات

الصيدلانية، ولاسيما في تصنيع الكبسولات المخصصة لاحتواء الأدوية وإطلاقها بعد تناولها من قبل المريض . [3]

يهدف البحث الحالي إلى الدراسة الكهروكيميائية لمادة الجيلاتين، فأول من استخدم هذه التقنية في استخلاص هذه مادة من العظام في أواخر القرن السابع عشر هو دينيس بابين وأكمله العالم الكيميائي جان بيير جوزيف دراسيت عام 1812 .

واعتمد أيضا على تثمين المخلفات بمعالجة عظام الأبقار وجلد الجمل من اجل استخلاص الجيلاتين وتحقيق مختلف الاختبارات الإيجابية والتأكيدية لجودة المنتج المحصل عليه بالمقارنة مع الجيلاتين المسوق الذي لا يعرف أصل المادة الخام المستخدمة أثناء تصنيعه.

فنتكون هذه الوثيقة من ثلاث فصول :

حيث الفصل الأول يندرج تحت جزئين: الجزء الأول سنتطرق فيه إلى عموميات حول مصادر الجيلاتين، والجزء الثاني يتمحور حول المنتجات المشتركة من أصل حيواني (من جلد الجمل ؛عظام البقر)، ويشرح المراحل المختلفة لاستخراج الجيلاتين من العظام إلى المنتج النهائي والتحليلات المختلفة التي تم إجراؤها. واما الفصل الثاني فيوضح المعدات والطرق المعتمدة لدراسة الكهروكيميائية لمادة الجيلاتين، ويبين مسار التجربة والتقنيات والبروتوكولات المتبعة. واما الفصل الأخير فيتضمن الدراسة التجريبية ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذا العمل .

وفي الأخير تم اختتام المذكرة بخلاصة عامة وملخص سيتم التطرق فيه الى اهم النتائج

المتحصل عليها من هذه الدراسة .

1. Andrieux, 2003: La filière française des co-produits de la pêche et del'aquaculture: Etat des lieux et analyse. DESS Exploitation des Ressources Vivantes Côtieres. Université de Caen, 62p.

2. Widyaninggar A., Triwahyudi K .et Rohman A., 2012: Differentiation between porcine

3. Street H. et al., 2012: Gelatin Manufacturers Institute of America, 47, 4546 p.

# الجزء النظري

# الفصل الاول :

عموميات حول الجيلتين

## 1.I-عموميات حول الجيلاتين:

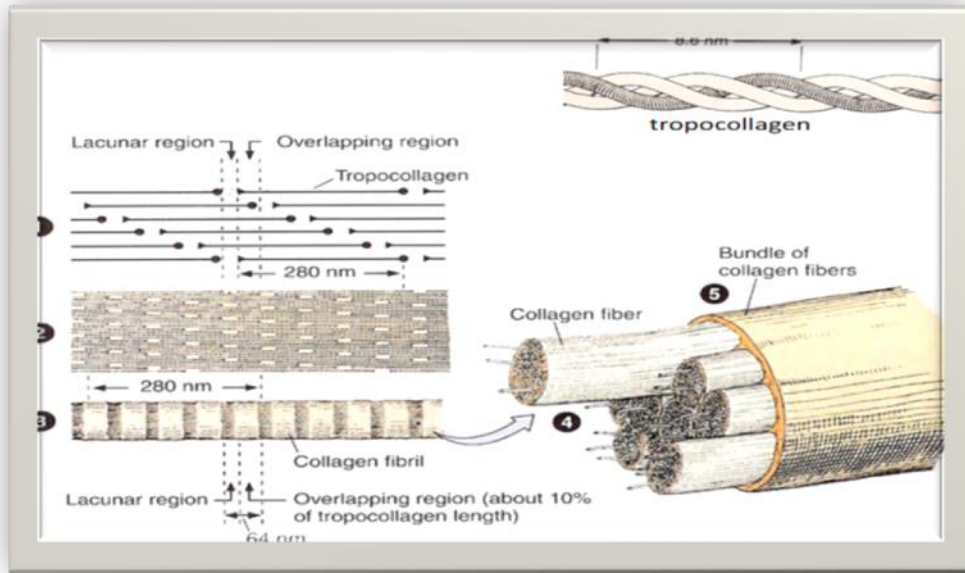
## 1.1.I-تاريخ الجيلاتين:

فيما تشير بعض المصادر في الأبحاث التاريخية إلى استخدامات قديمة جداً للجيلاتين تعود إلى عصر الفراعنة على شكل مادة لاصقة وجدت في احد قبور الملوك [1]، ففي ذلك الوقت كان يعتبر الجيلاتين مادة ثمينة لا يمكن أن يمتلكها إلا الأغنياء، إلا أن أولى الإشارات الموثقة لاستخدام الجيلاتين كانت في نهايات القرن السابع عشر وبداية القرن الثامن عشر، حيث قام الفرنسي (Denis (Papin بتسجيل تجاربه البحثية التي توصل من خلالها لاستخلاص المادة الهلامية من عظام البقر، فلم تتوقف أبحاثه عند استخلاص هذه المادة فقط، بل جعلها مادة بروتينية نقية قابلة لإعادة الاستخدام كغذاء اقتصادي ومورد كبير للطبقات الفقيرة، وبعد هذه التجربة بما يقارب مئة عام أصبح الجيلاتين يصنع في إنجلترا ثم اسكتلندا بكميات تجارية ويتم تصديرها للعالم الخارجي خاصة الولايات المتحدة الأمريكية. ولكن لم يتوقف العلم والبحث عن هذا فقط، حيث قام العلماء الكيميائيين Cadet ، Proust، Rumford et Parmentier ، Appert et d`Arcet ، de Vaux بتشخيص التركيبة الكيميائية لهذه المادة الهلامية، ووضعت تحت رعاية أكاديميات العلوم والطب لفحص القوة الغذائية لها وعدم ضرره بالكائن الحي.[2]

## 2.1.I-تعريف الكولاجين :

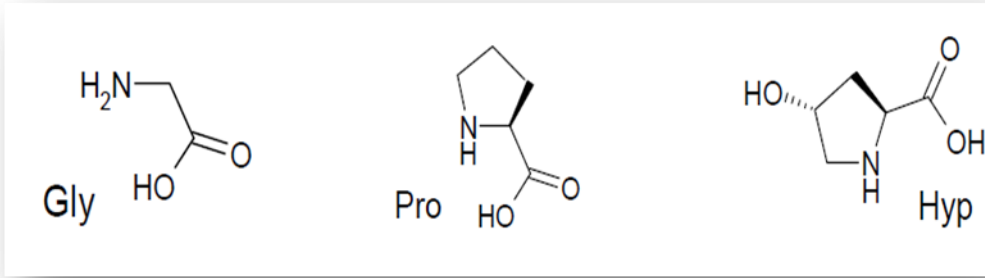
الكولاجين هو مركب حيوي شديد الأهمية يتواجد في كل من الجلود والعظام ، و هو البروتين الليفي الرئيسي في تركيب النسيج الضام عند الكائن سواء الإنسان أو الحيوان ويشكل نحو 70% من كتلة هذا النسيج. وكذلك ما يقارب 30% من كامل البروتينات الكلية للكائن الحي، غالبا ما يؤدي انخفاض الكولاجين في الجسم إلى تدهور الأنسجة الرابطة، كما يوجد أكثر من 20 نوعا مختلفا من الكولاجين وفق ما تذكره معظم المراجع، حيث تعمل جميعها على ربط الأنسجة بالهيكل العظمي وتأمين المرونة والقوة اللازمة لبنية الكائن الحي.[4][3]

من الناحية الكيميائية يعتبر الكولاجين مركب بروتيني يتكون من سلاسل ببتيدية حيث تلتف كل ثلاث سلاسل لتشكّل حلزون ثلاثي البنية الشكل (I-1)، كما يحتوي على نسبة عالية من الأحماض الأمينية (البرولين، هيدروكسي برولين، غليسين). اللذان يميزانه عن غيره من البروتينات الأخرى ويساهمان مع بعض الروابط الهيدروجينية الموجودة بين بقايا الأحماض الأمينية في ثبات الحلزون الثلاثي. [3]



الشكل (I-1): مقطع عرضي لليفيات الكولاجين. [3]

أهم ما يميز الكولاجين هو الترتيب المنتظم للأحماض الأمينية إذ يكون شكل كل سلسلة من النمط GLY-X-Y حيث أن GLY: الحمض الأميني غليسين و X الحمض الأميني برولين Y الحمض الأميني برولين أو هيدروكسي برولين. ولكل حمض أميني تركيبة كيميائية خاصة كما هو موضح في الشكل I (2.5) ( [5].2.)



الشكل (I- 2): التركيب الكيميائي للغليسين (Gly) والبرولين (Pro) والهيدروكسي برولين (Hyp). [5].

للكولاجين تطبيقات واسعة إذ أنه يدخل في العديد من الصناعات المختلفة من بينها الصناعات الغذائية وفي المجالات الطبية، الصيدلانية والتجميلية حيث يدخل في بعض الكريمات المستخدمة في ترميم الجلد والجروح . [3]

يخضع الكولاجين لعمليات حمضية أو قلوية ويتم تحويله على مرحلتين: إذابة الكولاجين (إما في وسط حامضي أو في وسط أساسي) وتحويله إلى جيلاتين الذي يعد أحد أهم أشكال الكولاجين المستخدمة في الغذاء. [5]

### 3.1.I- مفهوم الجيلاتين:

الجيلاتين هو بروتين يتم الحصول عليه عن طريق التحلل المائي الجزئي للكولاجين، وهو المكون الرئيسي للبروتين في الجلد والعظام والأنسجة الضامة البيضاء في جسم الحيوان. [1] يتم إنتاج الجيلاتين من النوع A عن طريق المعالجة الحمضية للمواد الخام الكولا جينية ؛ ويتم إنتاج الجيلاتين من النوع B عن طريق المعالجة القلوية أو الجيرية.

تعتمد استخدامات الجيلاتين على مجموعة من الخصائص: الانتقال القابل للانعكاس من هلام إلى محلول مائي ؛ لزوجة المحاليل المائية الدافئة ؛ القدرة على العمل كغرواني واقية ؛ نفاذية الماء وعدم الذوبان في الماء البارد ولكن الذوبان التام في الماء الساخن، يتم استخدام هذه

الممتلكات في الصناعات الغذائية والأدوية والتصوير الفوتوغرافي. بالإضافة إلى ذلك، يشكل الجيلاتين طلاءً قويًا وموحدًا وواضحًا ومرنًا إلى حد ما والذي ينتفخ ويمتص الماء بسهولة وهو مثالي لتصنيع أفلام التصوير والكبسولات الصيدلانية. [6]

فبسبب هذه الخصائص الوظيفية والتكنولوجية الفريدة أدى إلى تزايد نسبة الجيلاتين المستهلكة سنويًا في كافة أنحاء العالم، هناك أنواع مختلفة من الجيلاتين تكون ذات أحجام وأوزان جزيئية مختلفة تباع تجارياً على شكل صفائح شفافة أو حبيبات أو مسحوق أو إسفنجي كما هو موضح في كل من الشكلين (3.I) و (4.I). [4]



الشكل (I-3): الجيلاتين الحبيبي الذي يعتبر الأكثر شيوعاً للاستخدام الصناعي. [4]



الشكل (I-4): الجيلاتين الأسفنجي الذي يتوفر في مجموعة متنوعة من الأشكال. [4]

**1.3.1.I- من الكولاجين إلى الجيلاتين:**

هناك العديد من الطرق التي تستخدمها الصناعة لإنتاج الجيلاتين، الغرض الرئيسي من عملية إنتاج الجيلاتين هو تحويل الكولاجين غير قابل للذوبان في الماء إلى جيلاتين قابل للذوبان في الماء، حيث يتم الحصول على الجيلاتين باستخدام سلسلة من ثلاث خطوات للمعالجة:

في الخطوة الأولى: يتم غسل المواد الخام بالماء لإزالة الشوائب الواضحة ثم معالجتها بالقلويات والأحماض لإضعاف بنية الكولاجين عن طريق كسر الروابط المتداخلة داخل الجزيئات بما في ذلك الروابط التساهمية والهيدروجينية والتخلص من الشوائب الأخرى. في الخطوة الثانية: يتم التسخين في درجات حرارة دافئة لفترة من الزمن للتخلص من المياه.

المعالجة الحرارية والتحلل المائي يؤديان إلى انهيار لا رجعة فيه للبنية الحلزونية الثلاثية. وبذلك يتم تشكيل لفائف الجيلاتين العشوائية، والتي يمكن أن تتجدد جزئياً عند التبريد كما موضح في الشكل (5.I)

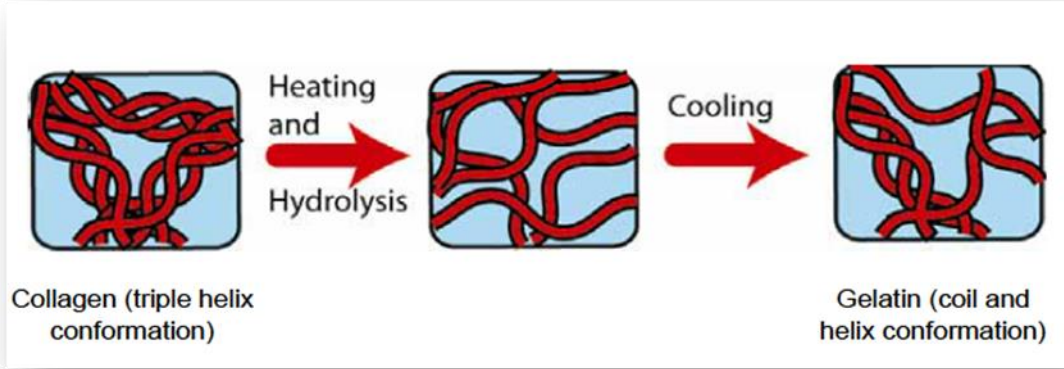
في الخطوة الأخيرة: يتعرض الجيلاتين المستخرج للفصل بعدة طرق بما في ذلك الترشيح، التبخر وإزالة الأيونات تليها التجفيف والطحن.

أي باختصار تكون المعالجة عبر :

إزالة الشوائب غير الكالوجينية ← استخراج المياه لتحويل الكولاجين إلى جيلاتين

← الحصول على الجيلاتين المجفف عالي النقاء.

يصنف الجيلاتين وفقاً للحمض أو القاعدة المستخدم قبل الاستخراج. إذا تم استخدام محلول حمض كمذيب، يتم الحصول على نوع الجيلاتين A-(عملية حمض). وفي حالة استخدام المذيبات القلوية يتم الحصول على نوع الجيلاتين B (عملية القلوية). [7]



الشكل (I-5): عملية تمسخ الكولاجين للحصول على الجيلاتين. [7]

### 2.3.1.I- التركيب والهيكل الكيميائي:

الجيلاتين ليس مادة كيميائية واحدة. فالمكونات الرئيسية للجيلاتين هي جزيئات بولي ببتيد كبيرة ومعقدة على نفس تركيبة الأحماض الأمينية مثل الكولاجين الأصلي، والتي تغطي نطاقاً واسعاً لتوزيع الوزن الجزيئي. [5]، يتم ترتيب الأحماض الأمينية الثمانية عشر المختلفة في سلاسل طويلة مرتبة، كل منها يحتوي على حوالي  $95000 \text{ mol/wt}$ . يتم ترتيب هذه السلاسل في هيكل ثلاثي اللولب يشبه القضيب ويتكون من سلسلتين متطابقتين، تسمى  $\alpha 1$ ، وسلسلة واحدة مختلفة قليلاً تسمى  $\alpha 2$ . يتم فصل هذه السلاسل جزئياً وتحللها في عملية تصنيع الجيلاتين. [7] درجات مختلفة من الجيلاتين لها متوسط وزن جزيئي يتراوح من 20.000 إلى 250.000. تم إجراء دراسات توزيع الوزن الجزيئي عن طريق الترسيب الجزيئي مع الايثانول أو بروبانول والمضاعفة مع جزيئات المنظفات الأيونية. يتم عزل الحبيبات المتساقطة و استعادتها ككسور جيلاتينية. [5]

يظهر التحليل وجود أحماض أمينية من 0.2% تيروزين إلى 30.05% جيسين. الأحماض الأمينية الخمسة الأكثر شيوعًا هي الجلايسين: 26.4% - 30.5% ؛ البرولين: 14.8% - 18% ؛ هيدروكسي برولين 13.3% - 14.5% حمض الجلوتاميك: 11.1% - 11.7% ؛ والألانين: 8.6% - 11.3%. الأحماض الأمينية المتبقية بترتيب تنازلي هي الأرجينين، وحمض الأسبارتيك، والليسين، والسيرين، والليوسين، والفالين، والفينيلامين، والثريونين، والأيزولوسين، والهيدروكسي ليسين، والهستيدين، والميثيونين، والتيروزين. [7]

تعتبر محاليل الجيلاتين الدافئة أكثر تحفيزًا ومن المتوقع بعد ذلك على أساس تكوين الأحماض الأمينية، والإشارة إلى ترتيب إضافي في الجزيء، والذي ربما ينتج عن تسلسل Gly-Pro-Hypro و Gly-Pro-Pro. يتصرف شكل سلسلة  $\alpha$  من الجيلاتين في محلول مثل بوليمر ملف عشوائي، في حين أن شكل الهلام قد يحتوي على شكل حلزوني بنسبة 70%. تربط الجزيئات المتبقية في التشكل غير الحلزوني المناطق الحلزونية معًا لتشكيل مصفوفة هلامية. يُعتقد أن المناطق الحلزونية تحتوي على ارتباطات بين الجزيئات وداخل الجزيئات لقطاعات متسلسلة. [5.7]

### I.3.3.1- مصدر الجيلاتين:

يمكن تصنيع الجيلاتين من عدة مصادر مختلفة من الكولاجين. حيث تعتبر عظام الماشية والجلود المصادر الرئيسية لذلك وهي تمثل نسبة 70% من الجيلاتين ، كما يمكن أن يأتي من مصادر زراعية وغير زراعية . مثل الأعشاب البحرية. [8]

• جيلاتين الثدييات: يستمد من الكولاجين الذي هو المكون الرئيسي للأنسجة الضامة وعظام الحيوانات الفقارية كالأبقار (نوع A) أو الخنازير (نوع B) ، فقد كشفت المصادر أن كلا المصدرين يحتويان على مكونات ذات أوزان جزيئية مختلفة وأظهرت النتائج أيضا وجود

علاقة قوية بين متوسط الوزن الجزيئي وقوة الهلام للجيلاتين مع نقاط الانصهار الكهروضوئية العالية، جيلاتين الثدييات (الخنزير والأبقار) هما الأكثر شعبية ويستخدمان على نطاق واسع.

• جيلاتين الأسماك: يمكن الحصول على جيلاتين الأسماك من جلود وعظام الأسماك . حيث أن النفايات الناتجة من معالجة الأسماك بعد التعبئة يمكن أن تمثل 75% من إجمالي وزن الصيد و30% من هذه النفايات تتكون من جلود وعظام الأسماك والتي تحوي على نسبة عالية من الكولاجين وبالتالي يمكن استخدامها لإنتاج الجيلاتين.

• جيلاتين الحشرات: يعتبر جيلاتين الحشرات مصدرا بديلا ومقبولا لمنتجات المسلمين .  
 • جيلاتين الدواجن: يمكن اعتبار الدواجن أحد مصادر الكولاجين الذي هو مصدر الجيلاتين بسبب توفرها ورخص ثمنها حيث إن عدم استغلال المخلفات يؤدي إلى تكتلها بكميات كبيرة , ونظر الأن هذه المخلفات ذات قيمة غذائية عالية، وبالتالي استخدامات كبديل لمصادر أخرى لتلبية احتياجات الأسواق التي ليست قابلة للجيلاتين البقر. [8]  
 كما وتوجد أش كال أخرى للجيلاتين لتلبي احتياجات ،منها :  
 جيلاتين نباتي :

- الأجار: عبارة عن أعشاب بحرية مجففة تُباع في كتل ومساحيق ،تتمتع أجار بخصائص إعداد أقوى من الجيلاتين.

- الكاراجين: والمعروف أيضاً باسم الطحلب الأيرلندي.

- الغشاء المشطي: والذي يتكون بشكل طبيعي في أصناف الفواكه والخضار والذي يستخدم في تحضير المواد الحافظة. [9]

### 3.1.I -4 مراحل استخلاص الجيلاتين:

تتضمن عملية استخلاص الجيلاتين من الكولاجين ثلاث مراحل رئيسية :

المرحلة الأولى: عملية أولية وذلك حتى تصبح المادة الخام جاهزة لخطوة الاستخلاص، يتم فيها إزالة الشوائب والتي من الممكن أن تؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي للجيلاتين.

المرحلة الثانية: عملية الاستخلاص تتم عن طريق إضافة الماء الساخن أو محلول مخفف من الأحماض المخففة من أجل حدوث تحلل مائي جزئي للكولاجين.

المرحلة الأخيرة: وتتضمن عمليات التنقية والتصفية والتبخير والتعقيم والتجفيف والطحن.

يحدث تحول الكولاجين غير قابل للذوبان في الماء إلى جيلاتين القابل للذوبان عن طريق تحطم بعض الروابط الداخلية أو الخارجية في الكولاجين وبالتالي فإن الجيلاتين المتحصل عليه هو عبارة عن بروتين ذو وزن جزيئي أقل من الكولاجين. [10]

### I.1.3.5- تصنيع الجيلاتين بعملتي الحمضية والقلوية:

هناك نوعان رئيسيان من الأساليب المختلفة لمعالجة الجيلاتين وهما العملية الحمضية (نوع A) والعملية القلوية (نوع B).

-العملية الحمضية (نوع الجيلاتين A): حيث أن المادة الخام الرئيسية هي جلود الخنازير تجرى للكولاجين معاملة أولية بالأحماض لمدة 24 ساعة ثم بعدها يصبح الجيلاتين قابل للاستخلاص وهو يؤمن مرونة.

-العملية القلوية (نوع الجيلاتين B): حيث أن المادة الخام الرئيسية هي جلود وعظام الأبقار تجرى للكولاجين معاملة أولية بالقلويات لمدة تصل إلى عدة ساعات ثم بعدها يصبح الجيلاتين قابل للاستخلاص. وهو يؤمن قوة هلام عالية. [11]

### 6.3.1.I - خصائص الجيلاتين:

- الجيلاتين عديم الطعم والرائحة وغير منحل في المذيبات العضوية بينما ينحل في الغليسيرين والحموض والقلويات، ويذوب في الماء الساخن وينتج الجيلاتين ويلين في الماء البارد
- الهلام يتشكل عند درجات حرارة بين (35°C-40°C)، أما في درجات الحرارة الأكثر من 40°C فإنه يذوب ويشكل محلول.
- للجيلاتين خصائص كيميائية حيث يتفاعل مع الحموض والأسس والألدهيدات والساكر الألدهيدية والشوارد المعدنية والمواد الحافظة.
- ترتبط الخصائص التقنية الوظيفية للجيلاتين بالبنية، حيث تزداد قوة الجيلاتين بزيادة الوزن الجزيئي وعدد الأحماض الأمينية، كما وتزداد قوة الهلامية واللزوجة كذلك وفقا للوزن الجزيئي وتركيبه الأحماض الأمينية .
- أهم الأحماض الأمينية الداخلة في إعادة ترتيب وحدات الجيلاتين هما البرولين وهيدروكسي البرولين
- الخاصية الأكثر أهمية للهلام المشكل مع الجيلاتين هي انعكاسه الحراري ودرجة انصهار الهلام (اقل من 35°C) والتي هي أقل من درجة حرارة الجسم البشري ، والذي يعطي المنتج الغذائي خصائص معينة.
- بعد التبريد تحدث ظاهرة الهلامية وهذا هو أحد أهم الأسباب الرئيسية لاستخدام الجيلاتين من طرف الصناعات.
- يستخدم الجيلاتين كعامل رغوة ومستحلب في المنتجات الغذائية والصيدلانية والطبية بسبب خصائصه.
- أظهرت الدراسات على أن الجيلاتين قادر أن يكون عبارة عن عامل ثبات في المستحلبات زيت-ماء .

يمكن تقسيم الخصائص الوظيفية للجيلتين إلى فئتين:

- ترتبط خصائص الفئة الأولى بالهلامية وبصفة خاصة القوة الهلامية، زمن الهلامية، اللزوجة، التركيبية، والقدرة على تحمل الماء.
- ترتبط خصائص الفئة الثانية بسلوك الهلام وفقاً لخصائص السطح على سبيل المثال: الثبات، الرغوة والقدرة على تشكيل شرائط. [12] [13]

### I.7.3.1 - فوائد الجيلتين الصحية:

يملك الجيلتين فوائد صحية وذلك نظراً لإحتوائه على الأحماض الأمينية ذاتها، من هذه الفوائد نذكر:

- إمكانية تحسين وظائف الدماغ: وذلك لإحتوائه على الحمض الأميني الجليسين (بالإنجليزية: Glycine)، ووجدت دراسة أن استهلاكه يحسن من الانتباه والذاكرة، كما أنه مرتبط بتحسين بعض اضطرابات الصحة النفسية، مثل؛ الفصام (بالإنجليزية: Schizophrenia)، إذ إنه يقلل من أعراض هذا الاضطراب، ومن الجدير بالذكر أنه وجد أن هذا الحمض يُقلل من أعراض اضطراب التشوه الجسمي (بالإنجليزية: Body dysmorphic disorder)، واضطراب الوسواس القهري (بالإنجليزية: Obsessive-compulsive disorder).

- احتمالية المساعدة على خسارة الوزن: فقد أجريت دراسة على مجموعة من الأشخاص استهلكوا 20 غراماً من الجيلتين، فظهر لديهم زيادة في الهرمونات المسؤولة عن تقليل الشهية، كما أظهرت أن الجيلتين زاد الشعور بالامتلاء، ومن الجدير بالذكر أن له سعرات حرارية منخفضة، كما أنه خال من الكربوهيدرات، والدهون.

- إمكانية مساعدة المصابين بمرض السكري من النوع الثاني: فقد يساعد الجيلتين هؤلاء الأشخاص على ضبط مستويات السكر في الدم لديهم، وقد أُجريت دراسة على مجموعة

منهم، وتم إعطاؤهم فيها 5 غرامات من الجلسين، يومياً مدة 3 شهور، ووجد أن قراءة اختبار الهيموغلوبين الغليكوزيلاتي قد قلت بشكل كبير بعد مرور هذه الفترة، كما أن الالتهاب قد قل، ومن الجدير بالذكر أن قدرة الجيلاتين على المساهمة في خسارة الوزن قد تفيد هؤلاء الأشخاص، وذلك نظراً لاعتبار السمنة واحدة من عوامل الخطر الأساسية.

- المساهمة في وظائف الجهاز الهضمي: الجليسين الموجود في الجيلاتين قد يحفز إنتاج العصارة الهضمية، والتي تسهل عمليات الهضم بشكل سليم، بالإضافة إلى أن الجيلاتين يرتبط بالماء وبالتالي فإنه قد يساعد على تحريك الطعام عبر الجهاز الهضمي بشكل فعال، ومن الجدير بالذكر أن عدم توفر ما يكفي من الإنزيمات الهاضمة؛ قد يسبب الإصابة بالمشاكل الهضمية

- المحافظة على صحة العظام: إذ يعود هذا لاحتواء الجيلاتين على الليسين (بالإنجليزية: Lysine)؛ وهو نوع من أنواع الأحماض الأمينية التي لا يستطيع الجسم إنتاجها، ولذلك يجدر الحصول عليه من خلال النظام الغذائي، كإضافة الجيلاتين للغذاء الصحي، ويكمن دور هذا الحمض الأميني بمساهمته في تقوية العظام، كما أنه يساعد الجسم على امتصاص الكالسيوم الضروري لمنع خسارة كتلة العظام، والمحافظة على قوتها.

- تحسين جودة النوم: حيث يعود ذلك إلى اعتبار الجيلاتين المصدر الأمثل للجليسين؛ إذ يحتوي ما يُقارب من 7 إلى 14 غراماً من الجيلاتين على ثلاث غرامات من الجليسين، والذي يحسن من جودة النوم لدى الأشخاص المصابين بمشاكل متعلقة بالنوم.

- تعزيز صحة الأظافر: يعد الجيلاتين مصدراً جيداً للكراتين الذي يُعد نوعاً من البروتينات، وبالتالي قد يساعد الجيلاتين على تحسين جودة، وصحة كل من الأظافر، الأسنان، والشعر، إذ تحتوي جميعها على هذا البروتين، وقد أظهرت الدراسات أن الجيلاتين قد يكون علاجاً مناسباً لتكسر الأظافر.

- تقليل خطر الإصابة بالتجاعيد الصغيرة: (بالإنجليزية: Stretch marks)؛ حيث إن الكولاجين يعطي الجلد المرونة، ويعتقد الكثيرون أن الجيلاتين يساعد على تحسين لون الجلد، ومرونته؛ نظراً إلى أنه يستخلص من الكولاجين، وبالتالي يقلل ظهورها.

- احتمالية التخفيف من التهاب المفاصل: أظهرت الأبحاث الحديثة أن الجيلاتين قد يحسن من وظائف المفاصل لدى الأشخاص المصابين بالتهاب المفاصل، كذلك إلى احتمالية تخفيفه للآلام

- اعتباره مصدراً جيداً للبروتين: حيث إنه يحتوي على كافة الأحماض الأمينية المكونة للكولاجين، مثل: البرولين، والهيدروكسي برولين، بالإضافة إلى الجليسين، ولكنه لا يحتوي على التربيتوفان، ومن الجدير بالذكر أن كمية البروتين الموجودة في ملعقة كبيرة من مسحوق الجيلاتين غير المحلى؛ تلبى نسبة 11% من حاجة الرجال اليومية للبروتين، و13% من الحاجة اليومية للنساء. [14][15]

### 8.3.1.I- استخدامات الجيلاتين:

للجيلاتين صفات خاصة تسعى الصناعة للحصول على قوام محدد. يتميز سوق الجيلاتين بوجود ثلاثة مجالات أساسية: الغذاء، التصوير الفوتوغرافي والصيدلاني. بحيث:

يعطي القوام المتماسك لعجائن المضغ كالعلك والكراميلالطري والحلويات الرخوة كما موضح في الشكل (I-6) ،أيضا الموس ويكسب الرغوة للمواد المخفوقة كالمثلجات ويغطي بعض أنواع الحلوى بطبقة لامعة كما في الحلوى المغلفة (Dragée) إذ انه يعد ضروريا لدوره في الاستقرار.



الشكل (I-6): الجيلاتين في المواد الغذائية. [16]

- يستعمل في كثير من المواد مخففة للدهون كالمرجرين والزيادي والأجبان المختلفة فالزيادي الخالي من الدهون لا يكتسب القوام المتماسك إلا بإضافة مثخن كالجيلاتين .
- يتوافق كذلك مع المحليات المركزة والسكريات الكحولية.
- يضاف إلى الأطعمة ليعوض الحجم الناقص ويعطي القوام المتماسك لبعض أطعمة الحمية كالحلوى والشكولاتة الموجهة لمرضى السكري , لان السكريات المكثفة تستعمل بكميات جد قليلة ولا تعطي القوام للأطعمة فيعوض ذلك بالجيلاتين .

- - كما تعمل الخصائص المثبتة للجيلاتين على ربط المواد المنحلة في السوائل لتشكل معها مزيجا متجانسا مستقرا. لذلك فهو يستعمل في حليب الشكولاتة لإبقائه متجانسا فلا تطفو جزيئات الدهن ولا تترسب حبيبات الكاكو.

- يستعمل كمادة مثبتة في الحليب ومشتقاته كالمثلجات اللينة والجبن الطري والرائب المخلوط بالفواكه وكمثخن في الحساء وأمراق اللحم وفي الفطائر اللحمية والكعك المحلى وفي بعض أنواع الحلوى الطرية منها حلوى المصنوعة من طحين السمسم.

- يستعمل غلafa للنقانق وبعض أنواع اللحوم والأسماك المغلفة.

- في منتجات المخابر وصناعة المعجنات ويصنع منه غذاء خالي من السعرات الحرارية لأصحاب الحمية.

- في صناعة المواد الدوائية يستخدم جيلاتين في صناعة الكبسولات الطبية على اختلاف أنواعها والتي عادة ما تملأ بحبات الدواء الصلبة المطحونة أو نصف صلبة في حين تحتوي الكبسولات الصلبة على مواد صيدلانية سائلة حيث توفر هذه الكبسولات طريقة مثالية لتوصيل الجرعات الطبية.

- يستخدم في التطبيقات البيطرية.

- يستخدم في مستحضرات التجميل المختلفة.

- استخدام فريد من نوعه في الفم يعطي شعور لطيف فيه ويسمح بخروج الرائحة تتيح هذه الخاصية للصناعيين أن يكونوا ابتكارين من خلال إنشاء القوام والشكل الأصلي في قطاع الألبان.

- بالإضافة إلى ذلك يجمع الجيلاتين الماء مما يمنع الترابط ويزيد من عمر المنتجات.
- بالنسبة لصناعة المستحضرات الصيدلانية يفى الجيلاتين بالشرط المفيد للغاية المتمثل في كونه سهل الهضم ويمكن استيعابه بالكامل من قبل الكائن الحي.
- في صناعة التصوير الفوتوغرافي يستخدم الجيلاتين على نطاق واسع تتكون منتجات التصوير الفوتوغرافي من عدة طبقات تحتوي على الجيلاتين يتم صب هذه الطبقات على الشريط أو الورق.
- إلى غير ذلك من الاستعمالات التي هي معروفة في المنتجات الأخرى ولا يقتصر استخدامه في الأغذية الأدوية والمنتجات المذكورة بل شاعت استخداماته العديدة في صناعة الكثير من المستلزمات للحياة اليومية. [16][17]

## I. 2- صناعة الجيلاتين:

تمكنت صناعة الجيلاتي نم خلال الاستثمار بكثافة في التكنولوجيا والمصانع والمعدات، من تطوير منتجاتها باستمرار وفتحها لمجالات تطبيق جديدة. اليوم، يمكن للمصنعين اختيار العمليات لتحسين خصائص الجيلاتين المراد إنتاجه. تعتمد عملية التصنيع المختارة على يد واحدة على المادة الخام ولكن أيضًا على التطبيق المتصور للجيلاتين المنتج. في الوقت نفسه، وبصرف النظر عن التوفير من حيث الطاقة والمياه المعالجة إلى حد 25% على مدى السنوات العشر الماضية وحدها، فقد تم زيادة اتساق الجودة والعوائد التي تم الحصول عليها بشكل كبير. [18]

في تصنيع الجيلاتين على نطاق واسع، فإن المادة الخام الأولية المستخدمة، لأسباب وتوافر وجودة المنتج التي يمكن تحقيقها هي الكولاجين الموجود في الأبقار والخنازير، تعتبر

المواد الخام من الإبل والمواشي والأسماك والدواجن جديدة جدًا ويتم معالجتها في الغالب لتلبية رغبات مجموعات المستهلكين الدينية المحددة. [18]

### I. 2. 1- المادة الخام " الجلد " :

تعد الجلود من الآثار المهمة لدى الأثريين والباحثين لكونها تعطي الدلائل الأثرية عن معيشة الإنسان واستخداماته لهذه المادة حيث أنه بدأ مع تطور الزمن بتصنيع حاجات كثيرة من الجلود سواء كانت تستخدم للملابس أو الاستخدامات الحربية أو في صناعة الأحذية وكذلك في صناعات أخرى كما أنه رافق الإنسان منذ العصور الأولى بالحياة. [18]

المصدر الرئيسي الثاني للكولاجين لصناعة الجيلاتين هو جلود الإبل الطازجة، حيث سمك الجلد يعتمد على المناخ الذي تربي فيه الإبل فكلما كان المناخ أكثر دفئًا كلما كان الجلد أرق، يحتوي الجانب الخارجي من هذه المادة على كمية أقل من الكولاجين ويستخدم بشكل حصري تقريبًا في صناعة الجلود. يتكون جانب اللحم من أنسجة دهنية يتم إزالتها بخبرة. ومع ذلك، فإن الطبقة المركزية عبارة عن كولاجين نقي عمليًا، وبالتالي فهي مادة خام ممتازة لتصنيع الجيلاتين الشكل (I - 7).

حيث يغطي الجلد السطح الخارجي للأجزاء الداخلية من جسم الحيوان ولذلك هو معرض لكل ما يتأثر به الحيوان من مؤثرات خارجية كالحشرات أو الأشواك أو الكي بالنار. [19]

I. 1.2.1- تكوين الجلد:

الجدول (I - 1): تكوين الجلد

النسبة	المكون
64%	ماء
33%	بروتين (بناء وغير بناء )
//	الشعر (بروتين، الكراتين )

I. 2.1. 2 - الطبقات التشريحية للجلد:

يتألف الجلد من الخارج إلى الداخل من ثلاث طبقات متميزة وهي:

- الطبقة الخارجية (البشرة): حيث تبرز الشعر، وتفرز العرق وهي متجددة، أي أن خلاياها القديمة تموت ويتولد غيرها بصورة مستمرة وطبيعية.
- الطبقة الوسطى (الحيبيات): وهي طبقة تحتوي على جذور الشعر والصوف، وتكون داخل جيوب صغيرة تعرف بحويصلات الشعر. و يوجد في أسفل هذه الجيوب ترابط مباشر بين الجذر البصلي للشعر والأوردة الدموية، كما يوجد في هذه الطبقة أيضا الغدد العرقية التي تمر عبر قنوات دقيقة والغدد الدهنية التي تفرز مادة لتزييت الشعر.
- الطبقة الداخلية (الأدمة): تقع طبقة الأدمة تحت البشرة مباشرة ويبلغ سمكها حوالي 2 مم أي عشرة أضعاف سمك طبقة البشرة تتألف من نسيج ضام يحمل الأوعية الدموية واللمفاوية التي تغذي الجلد كما تحمل أعصاب الجلد وتشكل طبقة الأدمة السمك الرئيسي للجلد أما الطبقة تحت الأدمة فتتألف من نسيج ضام دهني. تتكون الأدمة من ثلاث طبقات متتالية وهي:

1- طبقة علوية: وخلاياها أكثر إلتاماً وتماسكا

2- طبقة وسطى: أليافها أقل تماسكا ويكثر بها الشعيرات الدموية وخلايا الأعصاب

والغدد

3- الطبقة السفلى: وهي أخطر طبقات الجلد الداخلية وتتصل هذه الطبقة بين الحيوان

بواسطة طبقات من ألياف إسفنجية تسمى النسيج الضام. [20] [21]

بشكل عام المكونات الأساسية هي:

- الطبقة القاعدية basal layer

- غدة دهنية sebaceous gland

- بصيلات الشعر hair follicles

- الألياف العصبية nerve fibres

- الأنسجة الدهنية adipose tissue

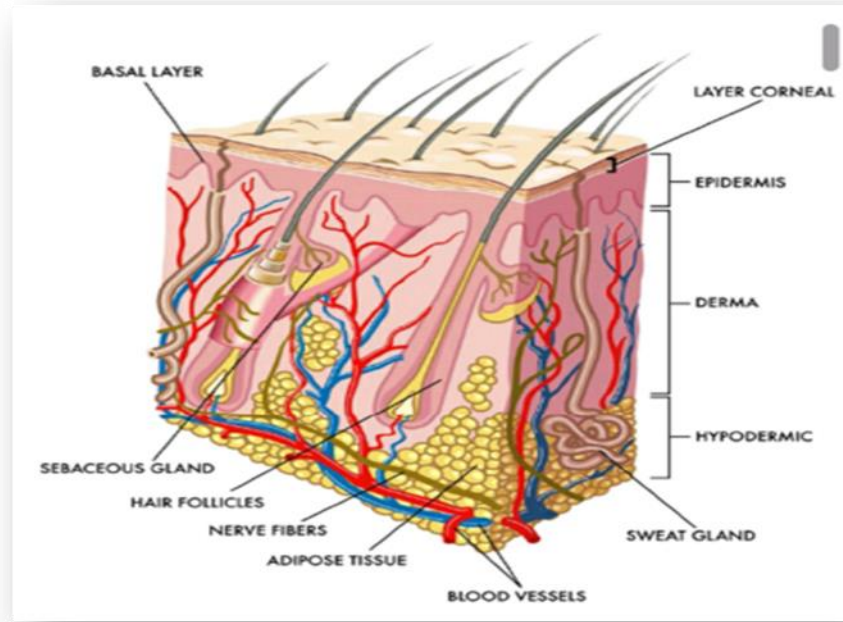
- الأوعية الدموية blood vessels

- غدد العرق sweat gland

- البشرة epidermis

- طبقة القرنية layer corneal

كما هو موضح في الشكل ( I . 7 ). [20].



الشكل (I - 7): تركيبية الجلد. [20]

### I . 2 . 2 عملية التكييف:

يذوب الكولاجين الموجود في النسيج الضام الحيواني ببطء شديد، حتى في الماء المغلي. هذا بسبب الطبيعة المتشابكة للكولاجين. وبالتالي قبل الاستخراج، من الضروري إجراء معالجة كيميائية لطيفة لتفكيك هذه الروابط المتقاطعة، يعتمد نوع ودرجة الترابط المتقاطع على عمر الحيوان لذلك يجب على الشركة المصنعة للجيلاتين ضبط معلمات العملية للتكييف وكذلك شروط الاستخراج اللاحقة بدقة للمواد الخام التي تتم معالجتها لتتمكن من الحصول على الجيلاتين بالخصائص المرغوبة. [19]

بالنسبة للحيوانات الأكبر سنًا، يُفضل العلاج القلوي الأكثر كثافة، بينما بالنسبة للحيوانات الأصغر سنًا، كل ما هو ضروري هو التكييف لفترة قصيرة باستخدام حمض مخفف للغاية يعتبر جلد الخنزير، بسبب محتواه العالي من الدهون، مناسبًا بشكل أساسي للهضم بالحمض لمنع التصبن الذي قد يحدث لولا ذلك. ومع ذلك، فإن أي جيلاتين يتم إنتاجه يمثل هذه المواد

سيكون غير قابل للاستخدام لمعظم التطبيقات لأسباب حسية ومرئية، يمكن أيضًا معالجة جميع المواد الخام الأخرى المستخدمة في إنتاج الجيلاتين باستخدام طريقة الحمض. ينطبق هذا أيضًا على إخفاء الانقسامات التي تتعرض أثناء عملية التورم وإزالة الشعر للمعالجة القلوية ؛ هذا يعادل تكيف قلوي قصير. [21]

### I. 2. 3- معالجة الجيلاتين المستخرج :

بعد عملية الاستخلاص يجب أن يخضع محلول الجيلاتين الذي تم الحصول عليه لتقنيات التكثيف، ويميل المنتجين إلى امتلاك مزيج خاص بهم من الأساليب والأجهزة بناءً على الخبرة، سيتم وصف مجموعة صغيرة فقط من خطوات العملية المستخدمة:

### I. 3. 2. 1- الترشيح والتوضيح:

في البداية، يتم استخدام فواصل مستمرة عالية الأداء في بعض الأحيان لتقسيم محلول الجيلاتين إلى ثلاث مراحل ؛ هذا يفصل المواد الصلبة والدهون الذائبة من محلول الجيلاتين المائي. يتم تنقية دهون الدرجة التقنية هذه مسبقًا واستخدامها في الغالب من قبل الصناعة الكيميائية لمزيد من المعالجة أو التصبن، في حالة الانقسام المخفي والأوسسين، تمثل الدهون جزءًا أصغر بكثير، وبالتالي تصبح أكثر من منتج ثانوي غير مرغوب فيه.

عند الخروج من الفواصل أو أي خطوات أخرى للتوضيح المسبق، على سبيل المثال، الغريلة الدقيقة، لا يزال محلول الجيلاتين يفتقر إلى الوضوح المطلوب. وبالتالي فهو يخضع لعدد من خطوات الترشيح الشكل (I - 8) الإضافية. [22]



الشكل (I- 8): معدات الترشيح الطمي الحديثة للطرد المركزي. [22]

في الغالب، تبدأ عملية التنقية هذه بالترشيح الطمي المطلي بالطرد المركزي، حيث يتم ترشيح المواد المسببة للعكارة بواسطة التراب الدياتومي، وبالنسبة لبعض أنواع الجيلاتين ذات الوزن الجزيئي المنخفض، يمكن للشركة المصنعة استخدام تقنيات الترشيح الدقيق الغشائي الحديثة بدلاً من أجهزة الطرد المركزي والمرشحات الشكل (I- 9). [23]



الشكل (I- 9): مصنع الترشيح الدقيق الغشائي لترشيح الجيلاتين منخفض الوزن الجزيئي

[23].

### I. 3.2. 2 نزع الأيونات:

نتيجة للتكثيف والتحييد، لا يزال محلول الجيلاتين على الرغم من خطوات الغسيل العديدة، يحتوي على كميات كبيرة من الأملاح المعدنية. ومحتوى الرماد لمثل هذا الجيلاتين في حدود

2-3% وبالتالي يتجاوز في كثير من الأحيان الحد المنصوص عليه في معظم دساتير الأدوية واللوائح الغذائية، والتي تحدد أقل من 2%. يحتاج العديد من المستخدمين في صناعة المستحضرات الصيدلانية في الواقع إلى مستوى رماذ أقل من 1% لتطبيقات معينة، فهذا يؤثر على معظم الخصائص الفيزيائية للجيلاتين - وهي تزداد سوءًا مع زيادة محتوى الملح.

من أجل تجنب مثل هذه الآثار غير المرغوب فيها، يتم تمرير محلول الجيلاتين المخفف

من خلال مبادلات الأيونية الشكل (I-10). [23]



الشكل (I-10): تزيل المبادلات الأيونية الموجودة في أعمدة كبيرة على وجه

التحديد الكاتيونات أو الأيونات أو تزيل الأيونات من محلول الجيلاتين تمامًا. [23]

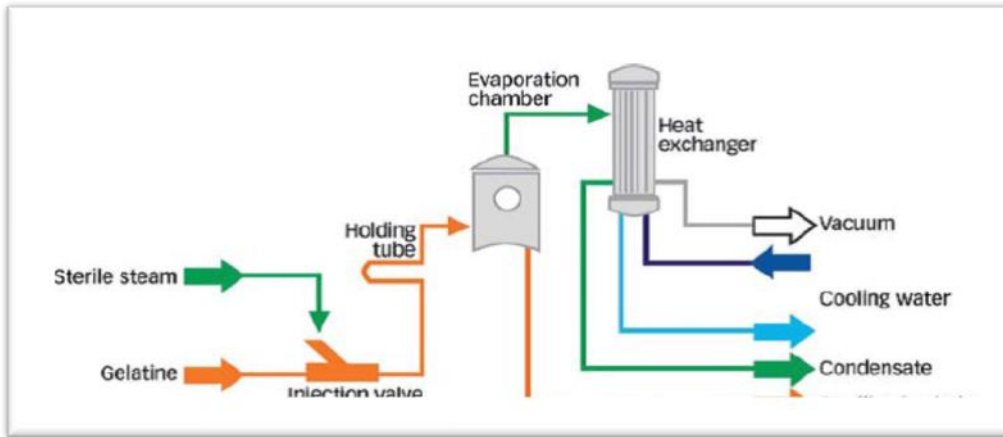
### I. 3.2. 3- التركيز:

يتكون محلول الجيلاتين المنقى والمعدن من أكثر من 95% ماء. لذلك يتم إزالة هذه المياه بالكامل تقريبًا كقاعدة عامة، يحدث التركيز في نظام تفريغ متعدد المراحل باستخدام مبخرات صفائحية أو دورانية. بهذه الطريقة، أو في عملية متعددة الخطوات بين 50 و100 درجة مئوية، يتم تبخير الماء بلطف. بعد ذلك يتم تكثيفه، مع استعادة الطاقة، ثم إعادة معالجته وإعادة استخدامه.

يتم ضبط التركيز النهائي عن طريق المبخر، ومع ذلك يكون حجمه أصغر بكثير مما سيكون عليه بدون ترشيح فائق. اعتمادًا على نوع الجيلاتين يمكن تحقيق تركيزات تصل إلى 50% في الأساس، ترغب الشركة المصنعة للجيلاتين في الحصول على محلول عالي التركيز في نهاية هذه الخطوة من أجل توفير الطاقة المطلوبة للتجفيف في مرحلة لاحقة، وهذا ما يقرب من 10 أضعاف ما هو مطلوب لإزالة الماء باستخدام مبخر متعدد التأثيرات. بسبب الحرارة المطبقة أثناء عملية التبخير يتم تغيير طبيعة آثار الجلوبيولين أو الألبومين الموجودة في المحلول، وبالتالي هذا يتطلب خطوة ترشيح إضافية لضمان محلول جيلاتين نقي.

### I. 3.2. 4-التعقيم النهائي:

في خطوة الإنتاج التالية، يتم تعقيم محاليل الجيلاتين عالية التركيز والمفلترة. لهذه الخطوة المهمة، يتم استخدام كل من التعقيم غير المباشر عبر المبادلات الحرارية اللوحية والتعقيم المباشر بالبخار الشكل (I- 11). [24]

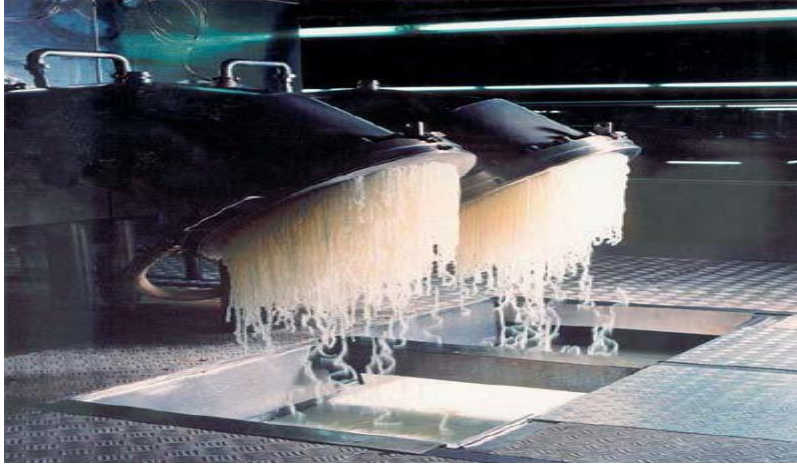


الشكل (I- 11): التعقيم غير المباشر عبر المبادلات الحرارية اللوحية والتعقيم المباشر

بالبخار. [24]

## I. 3.2. 5- عملية تجفيف الجيلاتين الحبيبي:

بعد التعقيم النهائي، يتم تبريد محلول الجيلاتين باستخدام مبادل حراري للسطح. خلال هذه العملية، يتحلل المحلول عالي التركيز ويتم انبعائه على شكل "نودلز" حيث يتم تثبيته على الحزام الناقل لمجفف الشكل (I- 12).



الشكل (I- 12): بعد تبريد المحلول عالي التركيز، يُبعث الجيلاتين من المبادل الحراري على شكل "نودلز"، ثم يتم تثبيته على الحزام الناقل للمُجفف. [25]

أثناء هذه العملية التجريبية، تتم إزالة المياه المتبقية برفق باستخدام هواء مصفى ومرطب ونظيف ميكرو بيولوجيًا، بسبب نقطة الانصهار الآن لا يمكن تجفيف الجيلاتين باستخدام الهواء الدافئ المباشر ؛ وبالتالي في البداية تكون الرطوبة النسبية لهواء التجفيف 10-15٪ / درجة حرارة الهواء مبدئيًا حوالي 30 درجة مئوية، ويزداد هذا تدريجيًا وفقًا لدرجة جفاف الجيلاتين ؛ بهذه الطريقة تزداد قدرة الهواء على امتصاص الماء. بحلول نهاية العملية يكون الهواء عند حوالي 60 درجة مئوية، يترك الجيلاتين المجفف ذات المحتوى مائي الذي يبلغ حوالي 10٪. ومع ذلك، قبل أن تصبح جاهزة للتخزين، يتم سحق الطبقة المجففة وطحنها إلى حجم خشن جدًا.

## I. 3.2. 6- توحيد وتعبئة الجيلاتين الحبيبي:

في نهاية عملية الإنتاج، يتم الحصول على دفعات متجانسة من الجيلاتين تصل إلى 10 أطنان وما فوق، اعتمادًا على حجم المصنع. تختلف هذه وفقًا للمواد الخام المستخدمة وعملية التصنيع المستخدمة وخطوات المعالجة الأخرى. بالنسبة للتطبيقات الخاصة، يجب مراعاة عوامل مثل طبيعة المواد الخام (مثل أنواع الحيوانات والعمر ونوع العلف المستخدم). ومع ذلك، من أجل ضمان توفر الجيلاتين ذي الجودة المتسقة والموحدة لمزيد من المعالجة من قبل العميل، يتم توحيد قبل التسليم.

يتم إجراء ذلك عن طريق مزج الدفعات المختلفة بناءً على البيانات الفيزيائية والكيميائية، وإذا كان ذلك مناسبًا، فوتوغرافيًا للدفعات الفردية التي تم الحصول عليها أثناء التحليل، يتم تعبئة حبيبات الجيلاتين في مظاريف ورقية بكميات تتراوح من 10 إلى 15 جرامًا لبيع التجزئة للأسر. بالنسبة للشركات الصغيرة، يتم تغليف كميات 1kg و 5kg و 10kg في علب كرتون وأكياس بلاستيكية تحتوي على (25 أو 50) أو في أكياس تحتوي على 500 إلى 100 كلفن الشكل (I- 13). يمكن أيضًا لهؤلاء المستخدمين على نطاق واسع الحصول على الجيلاتين بكميات كبيرة يتم تسليمه بواسطة شاحنة صوامع ؛ ثم يتم تخزين هذا في الصوامع الخاصة بهم حتى يتطلب الأمر لمزيد من المعالجة. [25]



الشكل (I- 13): محطات المزج والتعبئة شبه الأوتوماتيكية للجيلاتين الحبيبي. [25]

## 4.2.I - اختبارات الجودة القياسية على المنتج النهائي:

بصرف النظر عن اختبار الجودة الذي تحدده السلطات، يقوم مصنعو الجيلاتين بإجراء العديد من الاختبارات الإضافية على المنتج النهائي، تعمل هذه الاختبارات على فحص وتوثيق جميع معايير النقاء والتكنولوجية المطلوبة من قبل أولئك الذين يتعين عليهم معالجة المنتج بشكل أكبر، يتم إجراء الاختبارات القياسية من قبل مصنعي الجيلاتين على كل دفعة منتجة قبل التسليم. يتم وصف هذه الاختبارات أدناه:

## 1. 4.2.I - الاختبارات الفيزيائية والكيميائية:

## • قوة الهلام - قيمة بلوم:

الخاصية الأساسية للجيلاتين التي يستخدمها المعالج الصناعي هي تأثير التبلور. تقليدياً، تحدد هذه المعلومة بشكل أساسي سعر نوع معين من الجيلاتين. وبالتالي فإن قوة الهلام - باستثناء الأنواع غير التبلورية - هي أهم خاصية فردية للجيلاتين .

## • اللزوجة:

اللزوجة هي الخاصية الرئيسية الثانية للجيلاتين، اعتماداً على التطبيق المعني. مطلوب لزوجة عالية، على سبيل المثال لتحقيق الاستقرار في المستحلبات الغذائية والصيدلانية والتصويرية. ومع ذلك، في إنتاج السلع المقولبة، تفضل صناعة الحلويات الجيلاتين منخفض اللزوجة لتجنب تأثير "المخلفات" غير المرغوب فيه، يتم قياس اللزوجة القياسية بشكل أساسي باستخدام ماصة مُعايرة، حيث يتم تحديد وقت نفاذ 100ml من محلول الجيلاتين بنسبة 6.67% عند 60 درجة مئوية (يتم التعبير عن النتائج بـ mPa). بالنسبة للتطبيقات التقنية الخاصة، يمكن تحديدها أيضاً من خلال وقت نفاذ 200ml من محلول 15% عند 40 درجة مئوية، ويتم تحديد اللزوجة باستخدام محلول 10 أو 20% عند 25 أو 30 درجة مئوية، يمكن

استخدام مقياس اللزوجة الدوارة أو مقياس الانسياب أو أي جهاز متخصص آخر في درجات حرارة وتركيزات مختلفة. [26]

#### • الرقم الهيدروجيني :

في بعض المواصفات التنظيمية، يتم تحديد الأس الهيدروجيني ضمن نطاق واسع جدًا. ومع ذلك، فهو أيضًا معيار يمكن أن يؤثر على المعالجة الإضافية للجيلاتين. على سبيل المثال، له تأثير كبير على تكوين الرغوة وتفاعل الجيلاتين مع المكونات الأخرى لتركيبه معينة. وبالتالي يتم تضمينه عادة في شهادة التحليل.

يتم قياس الأس الهيدروجيني عادةً على محلول جيلاتين بنسبة 6.67% عند 55-60 درجة مئوية باستخدام قطب كهربائي زجاجي. ومع ذلك، في كثير من الأحيان، يتم استخدام تركيزات ودرجات حرارة أخرى لمحاكاة معلمات العملية الخاصة بالعميل. [27]

#### • محتوى الماء :

كقاعدة عامة، يحتوي الجيلاتين المجفف بالهواء على 8-12% ماء عند التسليم ؛ هذه هي حالة توازنها في ظل الظروف المناخية العادية. اعتمادًا على رطوبة الهواء المحيط، يمكن للجيلاتين أن يمتص الرطوبة أو يطلقها. لهذا السبب، يوصى باستخدام عبوات محكمة ضد بخار الماء. إذا تجاوز محتوى الماء 16%، فهناك خطر تكوين الكتلة والنمو الميكروبيولوجي. يتم تحديد الرطوبة المتبقية بعد التجفيف لمدة 16-18 ساعة عند 105 +/- 2 درجة مئوية. [28]

#### • اللون والوضوح :

يتم استخدام الطريقة المرئية لتحديد اللون والوضوح باستخدام محلول 6.67% من الجيلاتين مقابل معيار مرجعي على نطاق واسع، يمكن تحديد الوضوح الشكل (I - 14 )

باستخدام مقياس النوى أو مقياس الضوء باستخدام محلول 6.67% بطول موجة 620 نانومتر. التركيزات ودرجات الحرارة الأخرى ليست غير شائعة. يمكن تحديد اللون في مقياس الطيف الضوئي عند 450 نانومتر باستخدام محلول 6.67%. ومع ذلك، قد تتأثر النتيجة بشكل كبير إذا كان المحلول شديد التعكر لهذا السبب، يجب تحديد كلا القيمتين في نفس الوقت، الماء منزوع الأيونات هو المعيار المفضل عند تحديد اللون والوضوح باستخدام أداة.



الشكل (I- 14): نقاوة ولون محلول الجيلاتين يتم قياسهما بصرياً أو باستخدام معدات مناسبة. [29]

#### • الرائحة والذوق :

يجب إجراء تقييم حسي بشكل روتيني على كل دفعة من الجيلاتين المنتجة، خاصة إذا كان الجيلاتين سيستخدم في التطبيقات الغذائية. يتم إجراء هذه الاختبارات عن طريق إذابة الجيلاتين في الماء للحصول على محلول بتركيز محدد، عادة ما يتم إجراء اختبارات التقييم الحسي من قبل موظفين مجاهدين بشكل خاص. على الصعيد الدولي، عادة ما يستخدم عصير الفاكهة كوسيط ؛ هذا لأن الجيلاتين غالباً ما يستخدم في تركيبات ذات طعم الفواكه. [29]

## قائمة المراجع

[1] Mohammed, K. J., Baghdadi, M. A., &Kurdi, W. I. (2012). Preparation of Gelatin from Bones, Legs, Heads and Skins of Spent Hens 2- Study its Functional Properties). anbar journal of agricultural sciences, 10(1), 198-212.

[2] GelatineHend book [ReinhardSchrieber](#) 2007

[3] محمود أحمد البنهاوي، فهمي إبراهيم خطاب ومنير علي الجنزوري. أسس كيمياء الأنسجة. الطبعة الأولى. مكان غير معروف، القاهرة: المكتبة الأكاديمية، 1996.

[4] GelatineHend book [ReinhardSchrieber](#) 2007

[5] منار أبو حسن وأحمد مالو (2014) شروط استخلاص الكولاجين من جلود كل من الأبقار والأغنام والدجاج والمقارنة بينها

[6] حسنة وضاح معبيد. (2011). دراسة العوامل المؤثرة في أستخلاص الجيلاتين. مجلة علوم المستنصرية، 22(6)، 93-104.

[7] Tronci, G. (2011). Synthesis, characterization, and biological evaluation of gelatin-based scaffolds. arXiv preprint arXiv:1101.1651.

[8] ARIQUI, F. (2017). Effet de certains additifs alimentaires naturels (pectine, gélatines et protéines de lactosérum) sur les qualités des laits fermentés (Doctoral dissertation, Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis-Fatiha Arioui, Djamel Ait Saada & Abderrahim Cheriguene. Laboratory of Food Technology and Nutrition (LTAN), department of agronomy, university abdelhamid ibn badis, mostaganem 27000, algeria.).

[9] الجيلاتين ووقوع الأستحالة دراسة من المنظور الكيميائي تصنيعي ومن منظور فقهي تأصيلي عبد الكريم عثمان:

[9] [http://pu.edu.pk/images/journal/szic/PDF/12\\_v33\\_50\\_2018.pdf](http://pu.edu.pk/images/journal/szic/PDF/12_v33_50_2018.pdf)

[10] Kurdi, W. I., & Al-Baghdadi, M. F. (2010). Gelatin Processing From bones, legs, heads and skins of spent hens (1-study its Chemical contents and yield). *anbar journal of agricultural sciences*, 8(1), 192-205.

[11] هبة فاضل (2014). دراسة تأثير التخزين على تحرر الدوكسيسكيلين من الكبسولات

الجيلاتينية الصلبة <http://mohe.gov.sy/master/Message/Mc/hiba%20fadel.pdf>

[12] Sukkwai, S., Kijroongrojana, K., & Benjakul, S. (2011). Extraction of gelatin from bigeye snapper (*Priacanthustayenus*) skin for gelatin hydrolysate production. *International Food Research Journal*, 18(3).

[13] ايمان محمد، الشاذلي، مشتهى الشيخ، معزة مدثر، مودة كمال، & السني حامد إبراهيم.

(2017). استخلاص الجيلاتين من جلود الإبل (Doctoral dissertation)، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا).

[14] Al-Attar, E. J., & Al-Delimi, O. F. (2013). extraction temperature and period of cows'bones gelatin and it's functional and sensory properties. *iraqi journal of agricultural sciences*, 44(2), 241-250.

[15] Boran, G. (2010). Optimization of gelatin extraction from silver carp skin and textural, rheological, and sensory characteristics of extracted gelatin.

[16] Hudson, C. B. (1994). Gelatine—Relating Structure and Chemistry to Functionality. In *Food Hydrocolloids* (pp. 347-354). Springer, Boston, MA

[17] Mariod, A. A., & Fadul, H. (2013). Gelatin, source, extraction and industrial applications. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(2), 135-147

[18] PEGGY TROWBRIDGE FILIPPONE (6-4-2018), "Gelatin Varieties and Types" «thespruceeats, Retrieved 18-9-2018. Edited

[19] Elsanat, S. Y., Korish, M. A., & Ammar, A. K. Optimizing The Extraction Conditions of Gelatin Obtained from Chicken Processing By-Products.

[20] أحمد عبود علوان، عبد الودود مصطفى مرسي السعودي، محمد أديب شمس الدين، & إبنور أزي إبراهيم. (2012). دراسة فقهية لبعض المستجدات العصرية. Majmaa Journal، (3).

[21] GELATIN", [www.webmd.com](http://www.webmd.com), Retrieved 12-5-2019. Edited

[22] MaryAnn de Pietro(27-8-2017), "Eight health benefits of gelatin" ، [www.medicalnewstoday.com](http://www.medicalnewstoday.com), Retrieved 12-5-2019. Edited

[23] Alexandra Rowles(4-6-2017), "What Is Gelatin Good For? Benefits, Uses and

[24] More" ، [www.healthline.com](http://www.healthline.com), Retrieved 12-5-2019. Edited

[25] Shaun DMello(12-2-2019), "Health Benefits of Gelatin" ، [www.medindia.net](http://www.medindia.net), Retrieved 12-5-2019. Edited

[26] Sandi Busch, "Gelatin Health Benefits" ، [www.healthfully.com](http://www.healthfully.com), Retrieved 12-5-2019. Edited

[27] د. باحمد بن محمد رفيس الجيلاتين المونوغليسيريدين والإنفحة ومدى تحقق الإستهلاك والإستحالة فيها

[29] <https://azkahalal.files.wordpress.com/2014/04/i-16a-bahmad-ibn-muhammad-arfis-gelatin1.pdf>

[30] عودة فنيخر الدليمي، & ايمان جابر جاسم العطار. (2013). درجة حرارة ومدة استخلاص جيلاتين عظام الأبقار وخواصه الوظيفية والحسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 44(2)، 241-250.

[31] Tkaczewska, J., Morawska, M., Kulawik, P., & Zając, M. (2018). Characterization of carp (Cyprinus carpio) skin gelatin extracted using different pretreatments method. Food hydrocolloids, 81, 169-179

[32] thématique tutoré encadré par Mme, P. La Lyophilisation.

[33] [https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/gdht\\_-\\_202-\\_15.pdf](https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/gdht_-_202-_15.pdf) دالتجفيد

# الفصل الثاني:

طرق وتقنيات كهروكيميائية

المستخدمة

## تمهيد:

بعد ما تعرفنا على مادة الجيلاتين بشكل عام، سنتطرق في هذا الفصل إلي دراسة مختلف الطرق الكهروكيميائية المستعملة وتقنيات التحليل على الجيلاتين، ثم الأجهزة لدراسة خصائص البنيوية للمادة .

## نبذة تاريخية :

كانت بحوث تشريحالضفدعة للعالم الإيطالي لوجي جلفاني هي المؤدية إلى اكتشاف ظاهرة الكيمياء الكهربائية تنقلص عضلات رجل الضفدعة عندما تتلامس أسلاك من معدنين مختلفين ملامسين لرجل الضفدعة. بعد ذلك استطاع أليساندرو فولتا في عام 1799 اختراع أول بطارية فكانت البطارية هي أول مصدر قبل اختراع توليد الكهرباء بواسطة مولد لتيار الكهربائي، ساعدت فيما بعد على اكتشافات عظيمة،

وكذلك اكتشاف تحضير الصوديوم والبوتاسيوم والباريوم وسترونشيوم والكالسيوم والمغنسيوم وخلال السنوات 1807 / 1808 عن طريق العالم "همفريديفي".

تمكن العالم الألماني "يوهان في لهيلمريتز" خلال القرن الثامن عشر من القيام ببحوث

عن الجلفانية و اخترع أولمركم (جهاز تخزين الكهرباء وشحنها ) . ثم جاء ميشيل فاراداي وأدخل

الاصطلاح انقطب Elektrode وكهمل electrolyt ، مصعد Anode ومهبط Kathode

وأنيون Anion واكتشف عام 1832 قوانين فاراداي عن التحليل الكهربائي.

وحصل العالم ياروسلافهيروفيكسي عام 1959 على جائزة نوبل في الكيمياء لاكتشافه

طريقة التحليل كهر وكيميائية .

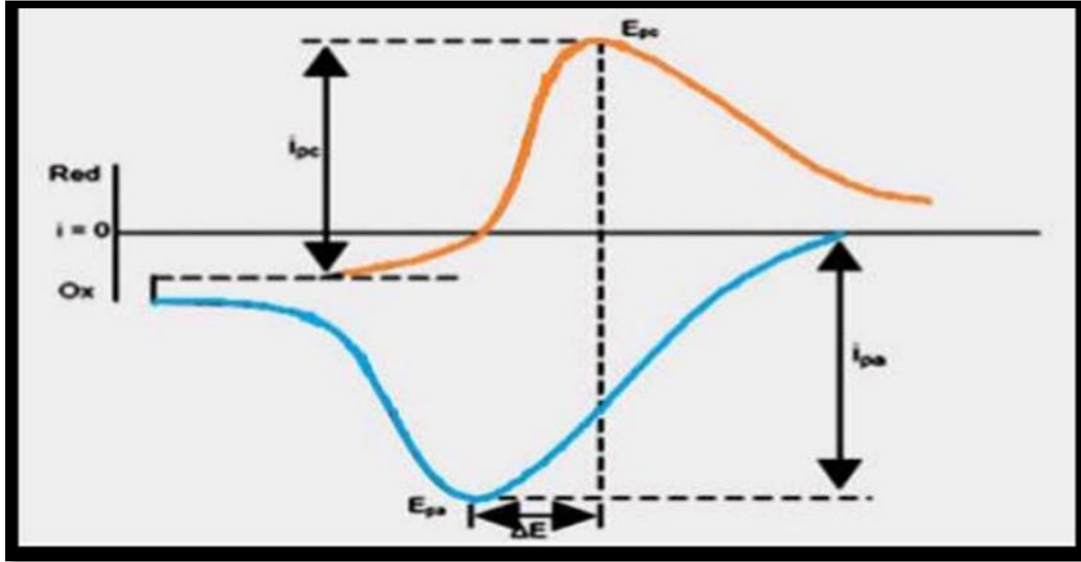
**II 1. الطرق الكهروكيميائية المستخدمة:**

التحليل الكهروكيميائية عبارة عن مجموعة من الطرق التي تستخدم التحفيز الكهربائي لتحليل التفاعل الكيميائي لسطح عينة أو محلول، يتم التحكم في معدلات تفاعل الأكسدة والاختزال وقياسها بواسطة جهاز موحد متصل بأقطاب كهربائية مغمورة في إلكتروليد. [1]

ومن بين مختلف الطرق الكهروكيميائية المستخدمة للأكسدة المركبات، نذكر منها الفولطامتري الحلقي أو الكرونوامبيروميتري.

**II 1.1 الفولطامتري الحلقي (cyclic voltametry):**

الفولطامتري الحلقي cyclic voltametry من أكثر تقنيات الكهروكيميائية استعمالا لدراسة التفاعلات الكهروكيميائية تعتمد على دراسة تغيرات التيار الناتج من تفاعل الأكسدة أو الإرجاع للمركبات المتفاعلة تحت تأثير المسح الحلقي لفرق الجهد بين القطبين في مجال محدد من الجهد مع تثبيت سرعة المسح [2] فهي تسمح بتحديد وقياس كمية عدد كبير من المركبات وأيضا دراسة التفاعل الكيميائي. ولقد اختيرت هذه طريقة لدراسة انعكاسية الانتقال الإلكتروني لرسم منحنى (voltammogram) [3]. حيث يتم مسح الجهد بصورة حلقيّة فتشكل قمة مصعدية ومع تفاعل الأكسدة. يرجع لتشكّل قمة مهبطية وينتهي بتشكّل المنحنى التالي:



الشكل (II - 01): منحني الفولتاممري الحلقي [4].

حيث:

$i_{pa}$ ،  $i_{pc}$ : تيارات النتوءات المصعدية والمهبطية .

$E_{pa}$  ،  $E_{pc}$ : كمون النتوءات المصعدية والمهبطية.

$\Delta E$ : التغير في الكمونات بين  $i_{pa}$  و  $i_{pc}$ . [4]

تستخدم هذه التقنية البسيطة بشكل شائع للتوصيف الأولي لنظام الأكسدة والاختزال (التحليل). بالإضافة إلى تقديم تقدير لإمكانات الأكسدة والاختزال، يمكن أيضاً أن يوفر معلومات حول معدل النقل الإلكتروني بين القطب الكهربائي والتحليل، وعن ثبات المادة التحليلية في حالات الأكسدة المختلفة الخاصة بها. [1]

## II 2.1 الكرونوأمبيرومترية (chronoampérométrie):

الكرونوأمبيرومترية هي تقنية تعتمد على متابعة التغير في التيار الكهربائي بدلالة الزمن وذلك بتثبيت قيمة الجهد عند قيمة محددة. هذه التقنية استخدمت لترسيب الجيلاتين على قطب العمل ITO، والحصول على منحني كثافة التيار بدلاله الزمن  $i = f(t)$  من خلال عملية الترسيب، تهتم هذه الطريقة بشكل أساسي بتشكيل أطوار جديدة على القطب وبالتالي فهي تسلط

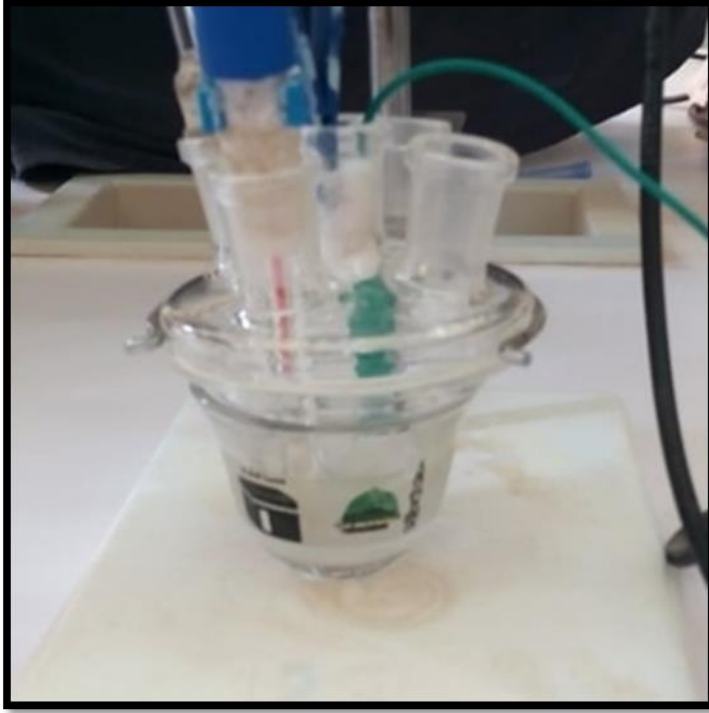
الضوء على ظاهرة التشكل والنمو البلوري بالترسيب، حيث تتم الاستجابة في وجود أنماط نشطة كهربائياً والتي تخضع لتفاعل الانتقال الإلكترونيات عند معدل تحكم الانتشار في ظل هذه الشروط، يتم التعبير عن التيار بدلالة الزمن وفق الدالة [6]. control.

## 2.II الأجهزة الكهروكيميائية المستخدمة:

هي أجهزة تستخدم مبادئ كيمياء الكهربية أي التفاعلات كيميائية، تعرف التفاعلات الكهروكيميائية بأنها عملية مرور تيار كهربائي بين مادتين تشتمل على نقل الإلكترونات، بحيث تكون إحدى المادتين صلبة والأخرى سائلة، ويكون حدوث التفاعل الكيميائي مصحوباً بامتصاص الحرارة أو تحريرها، لتوليد التيارات الكهربية بين الأقطاب أو بالعكس، وتستخدم في العديد من أجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة و نذكر من هذا الأخير الخلية الكهروكيميائية .

### 1.2.II الخلية الكهروكيميائية:

الخلايا الكهروكيميائية هي خلايا تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أو العكس، نتيجة لحدوث عدد من تفاعلات الأكسدة والاختزال في الخلايا. من ضمن تلك الخلايا خلية جلفانية أو الخلية الفولتية المسميتان باسم صاحب كل منهما وهما العالمين لويجي جلفاني وإيساندرو فولتا. وقد قام هذان العالمان الإيطاليان بعدة تجارب وبحوث في التفاعلات الكيميائية وإنتاج التيار الكهربائي خلال القرن الثامن عشر. تتم دراسة السلوك الكهروكيميائية داخل خلية زجاجية غطاءها يحتوي على خمس ثقوب ثلاث منها تسمح بدخول (إلكتروود العمل، إلكتروود المرجع، إلكتروود المساعد) أما الثقبان الآخران فأحدهما يسمح بتزويد الوسط بالأكسجين، والثقب الآخر يكون لإضافة المواد .



الشكل ( II - 02 ): صورة الخلية الكهروكيميائية.

### 1.1.2.II الأقطاب :

#### 1.1.1.2.II القطب المساعد: (AE)

هو عبارة عن سلك من البلاتين أو الفضة، من صفاته أنه يسمح بمرور التيار خلال الإلكتروليت حيث يوضع بالتوازي مع قطب العمل للحصول على التجانس في المجال الكهربائي ولا يؤثر على سلوك التفاعل الكهروكيميائي ويعتمد تصرف هذه الأقطاب على ما يحصل على القطب العامل. حيث إن الجهد يقاس بواسطة القطب العامل والقطب المرجع في حين يقاس التيار المار بواسطة القطب العامل والقطب المساعد. [7]



الشكل (II - 03): قطب البلاتين المساعد (AE).

### 2.1.1.2.II القطب المرجع (RE):

يعتبر قطب المرجع من أهم مكونات الخلية الكهروكيميائية، هذا القطب يجب أن تكون له قيم ثابتة ومحددة، كما يسمح بتحديد جهد قطب العمل، وهذا مهم كونه يسمح بالتحقق من الفرق في الجهد بين القطبين. لو حظ أيضا انه من الضروري الإشارة إلى طبيعة القطب الكهربائي المستخدم في جميع القياسات الفولطامتريّة، القطب المرجعي المستخدم مقارنة بقطب الهيدروجين القياسي  $(E=0)$ . [8]



الشكل (II - 04): قطب المرجع RE.

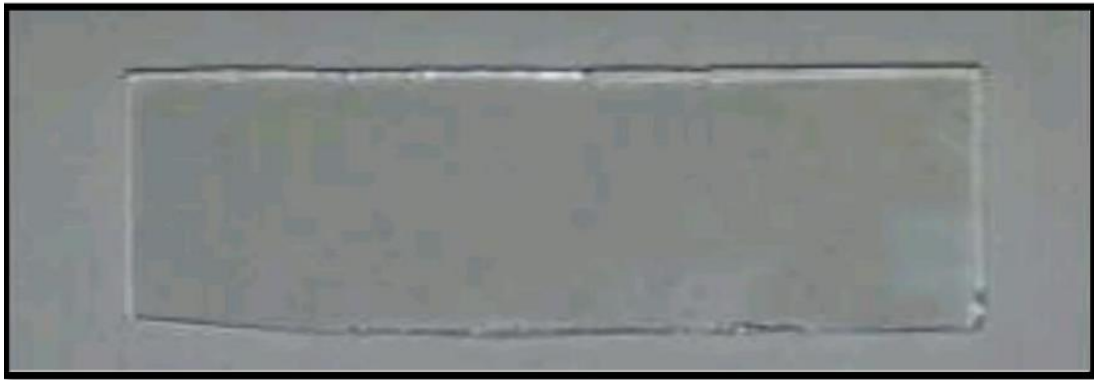
## 3.1.1.2.II قطب العمل (WE):

تُصنع هذه الأقطاب من أحد العناصر الحرة مثل  $Cu, Zn$  هذه الأقطاب تدخل في توازن كيميائي مع أيونات نفس العنصر الموجودة في المحلول الألكتروليتي، حيث يعتمد قياس جهد هذا القطب على تركيز ايوناته في ذلك المحلول .

من حيث المبدأ يمكن أن تصنيع الأقطاب من أي عنصر بشرط أن يكون ذلك العنصر ايونات بسيطة في محلوله . ولكن عند التطبيق فهناك صعوبات كثيرة فمثلاً . هنالك عناصر عالية الفعالية لا يمكن أن نصنع منها أقطاب بسبب حدوث التأثيرات الكيميائية على سطحها، كما إن هنالك بعض العناصر الصلبة يمتاز سطحها بأنه يكون غير متجانس عند تصنيع قطب منها مثل  $Cl, Fe$  ولذلك عند استعمالها ستكون التفاعلات غير منتظمة على سطحها وبالتالي عدم الوصول إلى التوازن الكيميائي.

لذا فهناك أقطاب تكون شاسعة الاستعمال مثل قطب الكالوميل والقطب الزجاجي كلها تكون عبارة عن أقطاب خاملة وفعالة بنفس الوقت حيث هذه الأقطاب كلاً منها يدعى بنصف الخلية أو أنصاف الخلايا .

تم الاعتماد في هذه التجربة على قطب العمل من قطعه زجاجيه مسطحة مغطاة من جانب واحد بأكسيد الانديوم المطعم بالقصدير (ITO) حيث يترسب عليه الجيلاتين.[9]



الشكل (II - 05): قطب العمل (ITO).

من اجل الترسيب الكهروكيميائي الجيلاتين تم استعمال أكسيد الانديوم المطعم بالقصدير على قطعة الزجاج، ITO لكن قبل استخدام قطعة الزجاج يتوجب علينا تنظيفها وتخلص من الشوائب وبذلك قمنا باستعمال:

•الأسيتون

•الماء المقطر

ملاحظة:

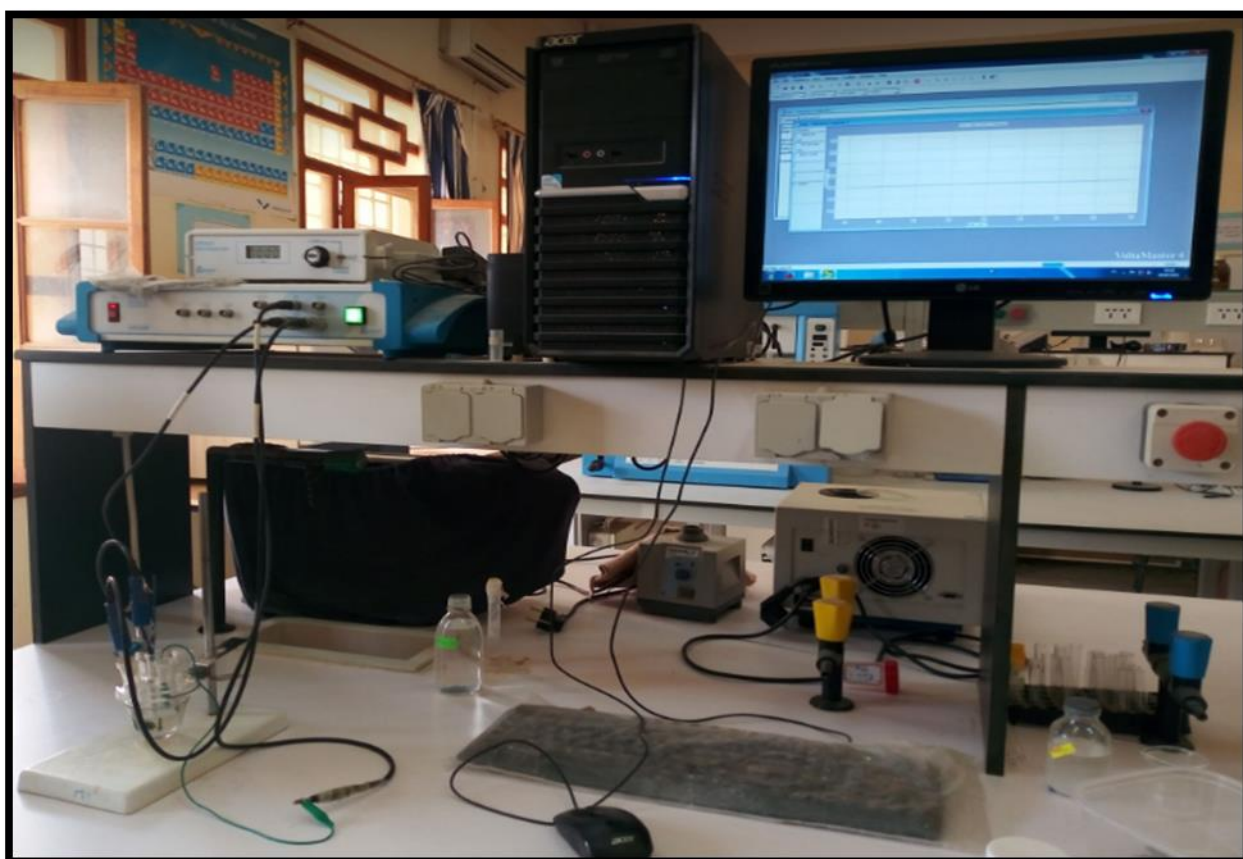
احد عيوب القطب الزجاجي هو إعطائه قراءات خاطئة في حال استعماله لقياس المحاليل العالية الحامضية  $pH < 2$  أو المحاليل عالية القاعدية  $pH > 9$  بسبب كون هذا القطب في حالة المحاليل عالية الحامضية أو القاعدية فإن غشاءه يتحسس ايونات أخرى متواجدة في نفس المحلول إضافة لأيونات الهيدروجين (أي سيعمل متداخلات) مثل عندما يتحسس ايونات الصوديوم فعندها يسمى الخطأ القاعدي أو عندما يتحسس أيونات البوتاسيوم أو أيونات الألمنيوم فعندها يسمى الخطأ الحامضي ، وأيضاً عندما يكون المحلول عالي الحامضية فإن تركيز  $H^+$  لا يساوي تركيز  $OH^-$  الناتج من تفكك الماء في حالة المحاليل عالية الحامضية. لذلك يجب دراسة المحاليل العالية الحامضية أو القاعدية تجنباً لأن تكون النتائج غير صحيحة.

### 3.II التركيب التجريبي المستعمل :

تم انجاز التجربة الكهروكيميائية باستعمال Voltabal PGG301  
(galvanostar/potentiostat) موصول بجهاز كمبيوتر لتسجيل البيانات وذلك باستعمال برنامج voltmaster4 والذي يسمح بحساب خصائص الكهروكيميائية ورسم المنحنيات والطباعة . هذه المعدات توصل بالخلية الكهروكيميائية المكونة من ثلاثة أقطاب.[9]



الشكل (II - 06): صورة لجهاز Voltabal PGG301.



الشكل (II - 07): صورة لجهاز Voltabal PGG301 ولواحقه.

## II. 4 تقنيات تحليل :

تتمثل في دراسة التركيب الكيميائي للمواد الطبيعية والاصطناعية. حيث تهتم بالتقدير الكمي والنوعي للعناصر والمركبات المكونة للمادة المراد تحليلها فإن الكيمياء التحليلية غير محصورة بنوع محدد من المركبات أو بنوع معين من التفاعلات الكيميائية. الخواص التي تدرس في الكيمياء التحليلية تتضمن الخواص الهندسية مثل شكل الجزيئات وتوزع الذرات بها إلى

خواص مثل التركيب وتحديد المكونات من العناصر. تطورت الكيمياء التحليلية على يد الكيميائيين التحليليين وأسهم تطورها في تقدم كثير من العلوم الأخرى. و سنذكر بعض التقنيات التي استخدمناها خلال هذه التجربة .

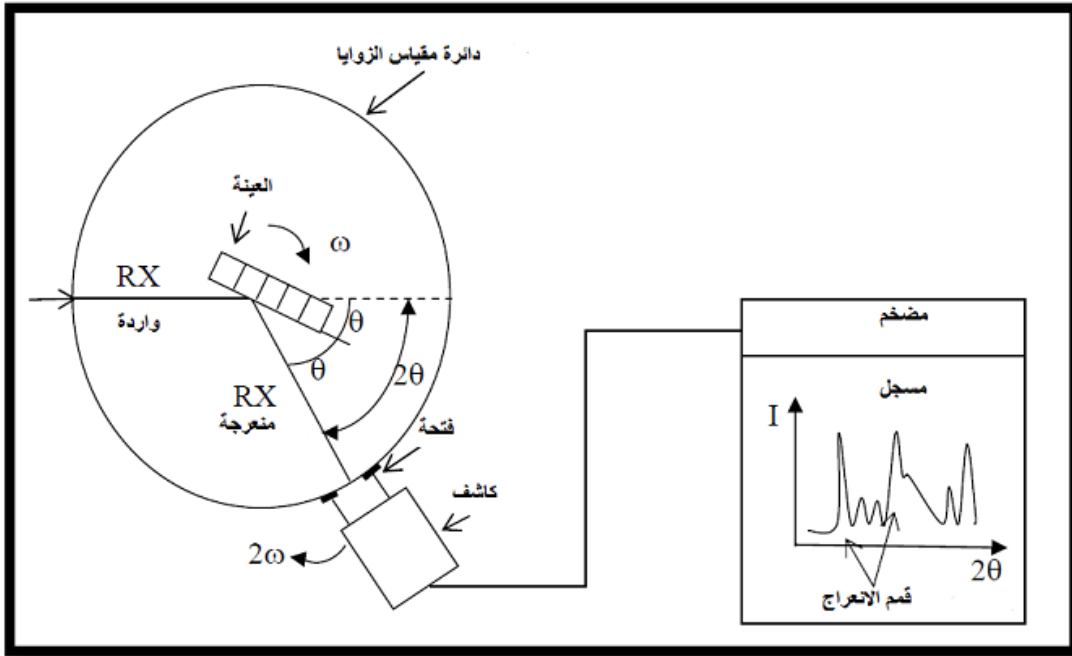
## II . 4 . 1 انعراج الأشعة السينية (DRx):

تستخدم تقنيه انعراج الأشعة السينية بشكل واسع في تحديد خواص البنيوية للأجسام الصلبة، هذه التقنية لا تخرب المادة، وهي الأكثر استعمالا في بنية الطبقات الرقيقة [10]، بحيث تتيح الحصول على معلومات حول البنية مثل دراسة حالة الجهد المطبقة على الشريحة بالإضافة إلى البنية المجهرية، مثل اتجاهات النمو البلوري للطبقات، قياس ثوابت الشبكة وتحديد حجم البلورة. وللوصول إلى كل هذه المعلومات يجب الاستعانة بمنحنيات الانعراج الناتجة. [11]

## II . 1.1.4 جهاز الأشعة السينية (DRx):

يقوم الجهاز الكاشف بتسجيل الزاوية التي تنعرج عندها الأشعة السينية على المستويات البلورية. ولكي يتمكن الكاشف من كشف كل الأشعة المنعرجة يتحرك على دائرة ليمسح كل الزوايا الممكنة (عادة يكتفي بمجال محدد منها)، حيث تولد مواضع الزاوية وشدة القمم المنعرجة مخططا ثنائي البعد يدعى مخطط الأشعة السينية، تمثل القمة على هذا المخطط حزمة الأشعة السينية على مجموعة من المستويات الشبكية (hkl)، ويعتبر هذا المخطط مميزا للمادة المقاسة.

يمكن تحديد شكل الخلية الواحدة ومعاملاتها من خلال المواضع الزاوية لقسم الانعراج بين ما يتم تحديد موضع الذرات ضمن الخلية الواحدة من شدة هذه القيم ثم الطرق الرياضية وبرامج عدة تخصص لتفسير مخطط الانعراج. [12]



الشكل (II- 08): مخطط وظيفي لجهاز الأشعة السينية. [13]

#### 2.1.4.II مبدأ عمل تقنية انعراج الأشعة السينية:

عند توجيه الحزم أحادية الطول الموجي من الأشعة السينية على المادة (العينة) تعمل هذه الأخيرة على انعكاس جزء من هذه الأشعة من قبل المستويات الذرية. تتألف البلورات الحقيقية من ذرات مرتبة بشكل منتظم تلعب هذه الذرات دور مراكز تبعثر الأشعة السينية ونتيجة لتداخل الأشعة المتتبعثرة يكون هذا التداخل خادما ويحصل في معظم اتجاهات التبعثر أو بناء ويحصل في بعض اتجاهات القليلة، يلعب التداخل البناء دورا أساسيا في تشكيل الأشعة المنعرجة. [14]

#### II 2.4. الماسح الإلكتروني المجهرى (SEM) :

يعرف الميكروسكوبات الإلكترونية نسبة إلى اعتمادها على الإلكترونات. يلزم للحصول على صورة مكبرة واضحة أن تكون طول موجة الأشعة المسلطة على الشيء أصغر من قياساته، لهذا يحدد طول موجة الضوء تبلغ طول موجة الضوء المرئي بين 380 نانومتر و750 نانومتر أما طول موجة شعاع الإلكترونات فيمكن التحكم فيه وتصغيرها إلى 3 نانومتر

مثال . بذلك نحصل بواسطة على صور أدق وتكبيره يصل مليون مرة. ويمكن لبعض الميكروسكوبات الإلكترونية أن تظهر حتى محيط بذرات منفصلة في إحدى العينات إذا اختلف الميكروسكوب الإلكتروني عن الميكروسكوب العادي في أنه لا يحتوي على عدسات كما أنه يستخدم حزمة من الإلكترونات كمصدر للإضاءة، حيث تخترق حزمة

الإلكترونات العينة المراد فحصها، ثم تستقبل على فيلم فوتوغرافي بالغ الحساسية حيث تتكون صورة للعينة، وعليه فإن فحص العينة لا يتم بواسطة العين كما في الميكروسكوب العادي، وإنما عن طريق فحص الصور الفوتوغرافية التي يتم تصويرها بواسطته. [15]



الشكل (II-09): الماسح الإلكتروني المجهر.

## II. 1.2.4. مبدأ عمل الماسح الإلكتروني المجهرى :

تشغيل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM. قبل أن يقوم الباحثون بالحصول على الصور من جهاز SEM، فإن علي هم أن تجهيز العينة مسبقا لتكون جاهزة للفحص بالجهاز . لان جهاز SEM لا يشبه الميكروسكوب الضوئي، فهو يعمل في الفراغ ويعتمد على المجالات المغناطيسية فان تحضير العينة قد يكون أمرا معقدا بعض الشيء. يبدأ الباحثون بتنظيف العينة من أي غبار أو عوالق. وبعد أن تتم عملية التنظيف يتم وضع العينة على الحامل الخاص بجهاز SEM إذا كانت العينة موصلة للكهرباء . وفي حالة أن تكون العينة غير موصلة للكهرباء يتم تغطية العينة بمادة موصلة مثل الذهب أو البالتينيوم من خلال عملية تعرف باسم الطلاء بالانتزاع coating sputter وهي تقنية تستخدم في إنتاج الأغشية الرقيقة. وهذه التقنية تطبق طبقة رقيقة على العينة تجعلها موصلة كهربائي بالأرضي لتمنع العينة من أن تصاب بالضرر أثناء الفحص بواسطة الشعاع الإلكتروني الموجه عليها.

وحيث أن العينة سوف توضع في الجهاز وسوف تتعرض لضغط منخفض عند سحب الهواء من الجهاز ليعمل في الفراغ فان العينة تخضع لمزيد من التحضير لضمان أن تبقى العينة متماسكة في ظل هذه الظروف الحرجة. فالعينات البيولوجية على سبيل المثال تجفف قبل أن توضع في جهاز SEM. وإذا لم يتم ذلك فان الضغط المنخفض سوف يجعل الماء في العينة يتبخر بسرعة مما يتسبب في إفساد العينة وتغير ملامحها. بعض العينات الأخرى يتم تجميدها قبل الفحص، وهناك عينات يتم معالجتها كيميائيا حتى تتمكن من البقاء متماسكة في عملية التكبير. [15]

مراجع الفصل الثاني

- [1] غياية زينب. دراسة تحليله للبيداتوفينولات ومكونات أخرى لبعض الأصناف نخيل التمر المحلي. رسالة دكتوراء. ورقلة: جامعة قاصدي مرباح.(2015).
- [2] J P.Pulicani, étude du comportement électrochimique de composés polyfonctionnels et de dérivés comportant un groupement xanthate , Thèse de doctorat .Ecole Polytechnique.(2013)
- [3] لقميري سهيلة. تحضير ودراسة الكهروكيميائية وبنوية للأمينات فيروسينيلميثل أمين-2- (4،3) -نتروبنزين. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح(2008).
- [4] بن ساسي حمزة. تصنيع ودراسة كهروكيميائية لبعض المشتقات الفيليهيدرازيدالفير وسينية. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح (2013).
- [5] N.MOUATS. Etude électrochimique des dérivés de 1 acide 2-Nitrophenyl sulfonyl Acétique. Mémoire de Magister. Skikda: Université De 20 Aout 1955.
- [6] J. Wang. analytical electrochemistry. John Wilay& sons Hoboken. New Jersey. United State. (2006).
- [7] A Lounas. Préparation de l'électrode fer sous forme de couche mince. Etude de l'oxydation et de la réduction du fer dans différents milieux. These de Doctor at. Universite BADJI MOKHTAR-ANNABA. (2011).
- [8] A. J. Bard. L. R. faulkner. electrochemical methods Fundamentals and Applications. John Wiley& sons, (2001).
- [9] k. Abdo el Ali. G.Hossam. Préparation d'électrodes modifiant par voie électrochimique. , Mémoire de Mastère. universitaire d-eloued, (2018).
- [10] إ. زنو. دراسة خصائص البنيوية والضوئية للأفلام الرقيقة المحضرة بطريقة. مذكرة (2016) ماس-تر أكاديمي. جامعة الوادي
- [11] A. Rahal, Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des Verres ordinaires. Universited'Eloued. (2013 ).

[12] ج. بولص الزكي، تحضير وتوصيف طلاء من أكسيد الألمنيوم للحماية من الأكسدة بتقنية المحلول - هلام، أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم وهندسة المواد. المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا. (2014)

[13] S. CHELOUCHE, " Propriétés des fenêtres optiques ZnO: Al pour cellules Solaires en couches minces à base de cigs ", Mémoire de Magistère, UNIVERSITE FERHAT ABBAS – SETIF, (2012)

[14] A.K .Mohammed, "Studying the effect of Annealing on the Structural and Optical Properties of (Zn<sub>1-x</sub>FexO) Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis Method "University of Diyala in Partial Fulfillment of the Degree of M.Sc. in Physics (2006)

[15] سكيك. دحازم فلاح. الميكروسكوبات الالكترونية. جامعة الأزهر. غزة . (2013)

# الفصل الثالث

دراسة النتائج ومناقشات

## تمهيد :

سيتم في هذا الفصل دراسة كهروكيميائية لمحاليل مختلفة محضره بطريقة كيميائية تحتوي على مادة Gélatine على شريحة الزجاج الناقل ITO حيث تعتمد دراستنا على مقارنة بين مدى استجابة مادة Gélatine في أوسط مختلفة بواسطة طرق كهروكيميائية نذكر منها الكرونوامبيرومترى والفولطامترى الحلقى فتكون نتيجة هذه الدراسة الحصول على قطب معدل ITO/Gélatine ثم نتطرق إلى التعرف على خصائص هذا القطب باعتمادنا على تقنيات تستعمل لهذا الغرض منها الأشعة السينية (DRX) والماسح المجهرى الالكترونى .

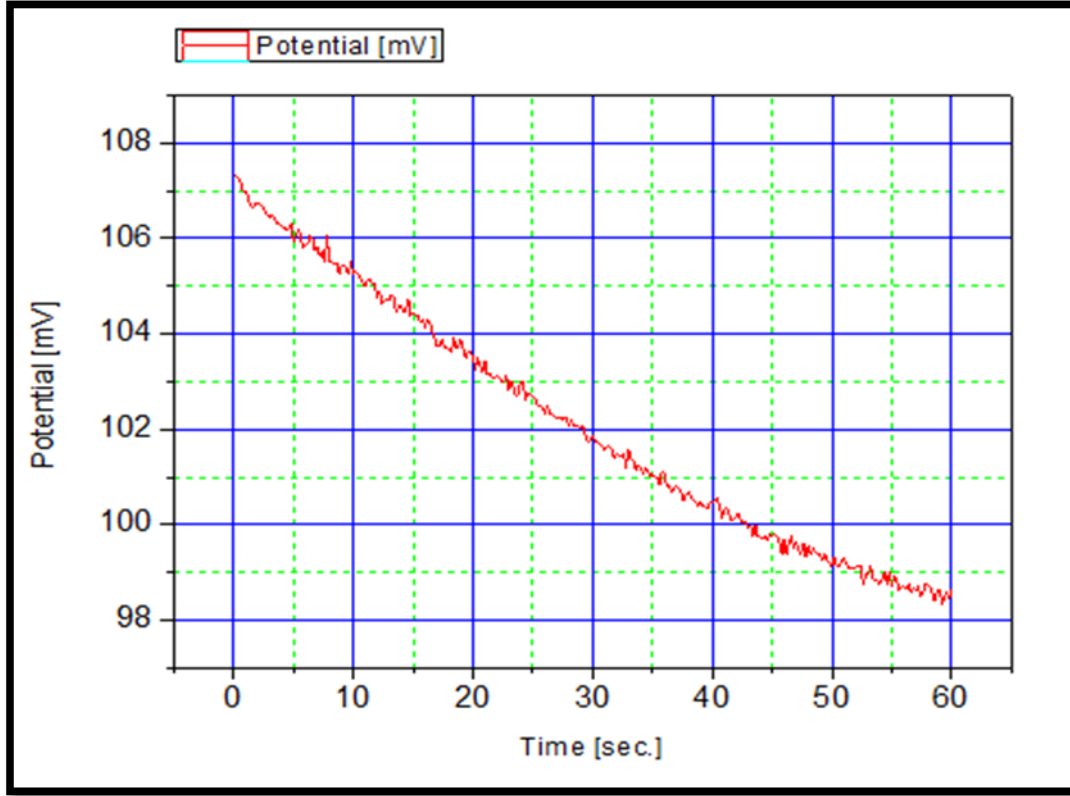
## III . 1. الدراسة الكهرو كيميائية لمادة Gélatine على قطب محضر ITO :

## III. 1.1. تحضير المحاليل :

يحتوي المحلول الألكتروليتى على المذيب والإلكتروليت المساعد  $(V=12 \text{ ml})\text{H}_2\text{SO}_4$  ،  $(c=0.00990\text{M})$ .

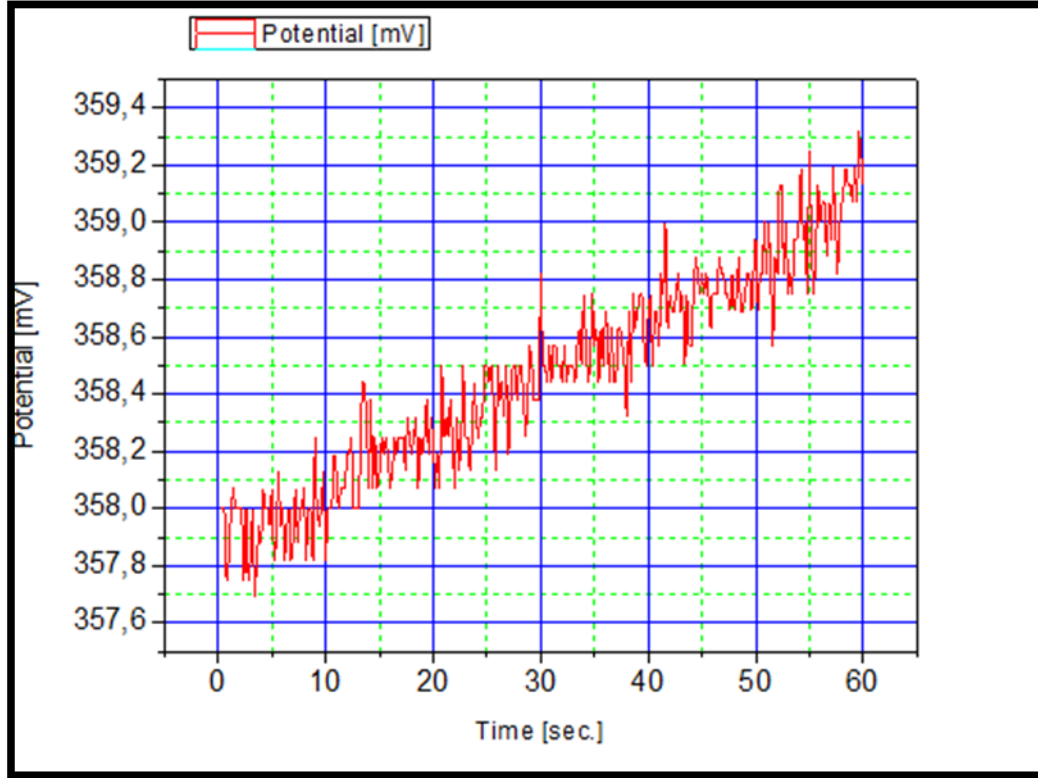
- ويحتوى المحلول  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Gélatine}$  يحتوى على كتلة من Gélatine قدرها  $m=6 \times 10^{-3} \text{g}$  و مذيب والإلكتروليت المساعد  $(V=12 \text{ ml} , c=0.00990 \text{ M})$ .

لإجراء التركيبية التجريبية التالية نستعمل خلية التحليل الكهربائى ثلاثية الأقطاب قطب العمل والقطب ثانوى والقطب المرجعي سعتها  $(V= 14 \text{ ml})$ ، نقوم بدراسة أولية للمحلولين وذلك بقياس جهد التوازن مع قطب العمل ITO عن طريق وضع عينة حجمها  $(V=12\text{ml})$  المراد دراستها في الخلية من اجل رسم منحنى الجهد بدلالة الزمن  $l\text{opc}$  لمدة دقيقة في درجة حرارة الغرفة .



الشكل (III-1): منحنى للمحلول الإلكتروليتي لمدة  $t=60s$

تظهر قيمة جهد التوازن ECS في حالة دارة مفتوحة للمحلول الإلكتروليتي الذي يحتوي على مذيب والإلكتروليت المساعد  $H_2SO_4$  تساوي  $E=98\text{ mv/ECS}$ .



الشكل (III-2): منحنى للمحلول Gélatine/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> لمدة t=60s.

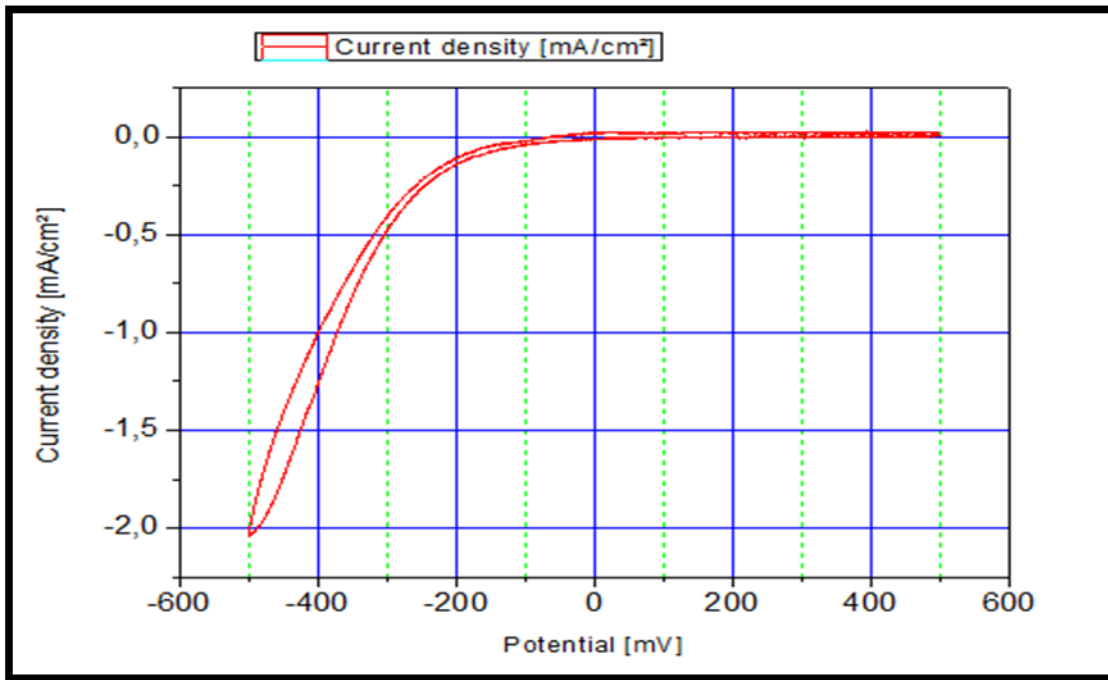
تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة للمحلول Gélatine /H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> الذي يحتوي على مذاب Gélatine ومذيب والكتروليت مساعد H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> تساوي E=358 mv/ECS. ندرس تغيرات التيار الكهربائي بدلالة الكمون Gélatine لمتابعة السلوك الكهرو كيميائي لمادة

المطبق بتقنية الفولطامتري الحلقي خلال مدة معينة من التحليل الكهربائي في أوساط مختلفة ( حامضي - قاعدي - مزيج بينهما ) باستعمال جهاز Voltabal مع اختيار مجال وسرعة المسح في درجة حرارة الغرفة والنتائج المتحصلة عليها مسجلة في المنحنيات .

### III . 1 . 2 الفولطامتري الحلقي (cyclic voltametry):

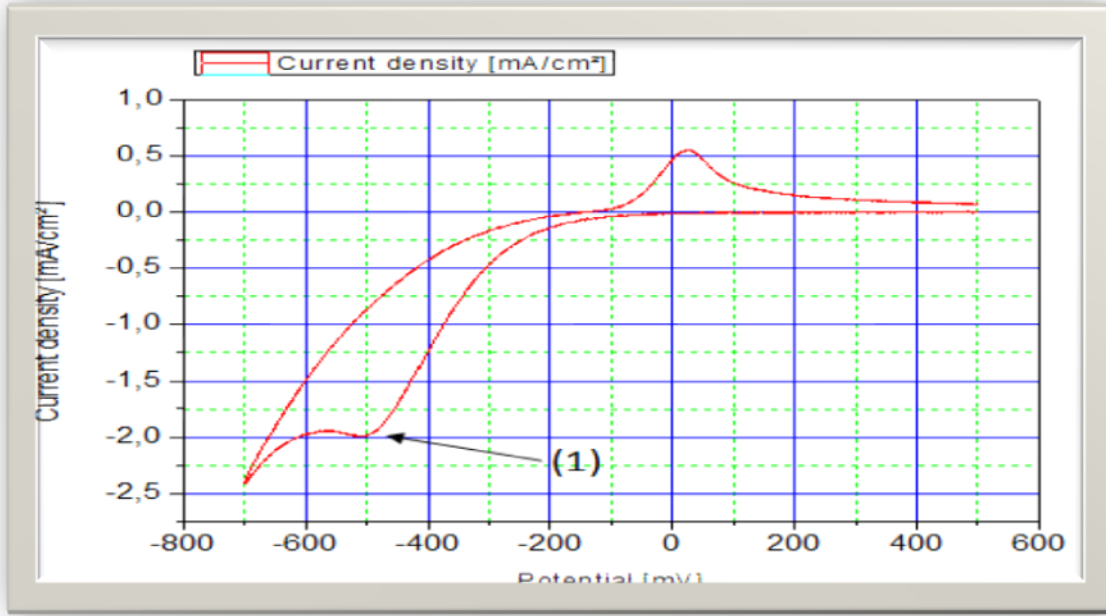
#### III . 1 . 2 . 1 الوسط الحمضي:

تم في بداية دراسة المحلول  $G\acute{e}l\acute{a}tine / H_2SO_4$  عند المجال  $500\text{mv}$  إلى  $-500\text{mv}$  كما هو موضح في الشكل (III-3)، لم يلاحظ ظهور أي نتوء أكسدة إرجاع . وعليه تم توسيع المجال  $500\text{mv}$  إلى  $-700\text{mv}$  ليظهر من خلال الشكل (III-4) تفاعلين الإرجاع  $E = -450\text{mv}$  والأكسدة  $E = 0\text{mv}$ ، حيث يلاحظ زيادة في التيار قبل قمة الإرجاع (1) ثم انخفاضه وتغير سطح القطب بسبب التفاعلات الحاصلة .



الشكل (III-3): منحنى الفولطامتري الحلقي لدراسة محلول  $G\acute{e}l\acute{a}tine / H_2SO_4$  على

القطب ITO عند المجال  $500\text{mv}$  إلى  $-500\text{mv}$  بسرعة مسح  $V = 30\text{mv/s}$



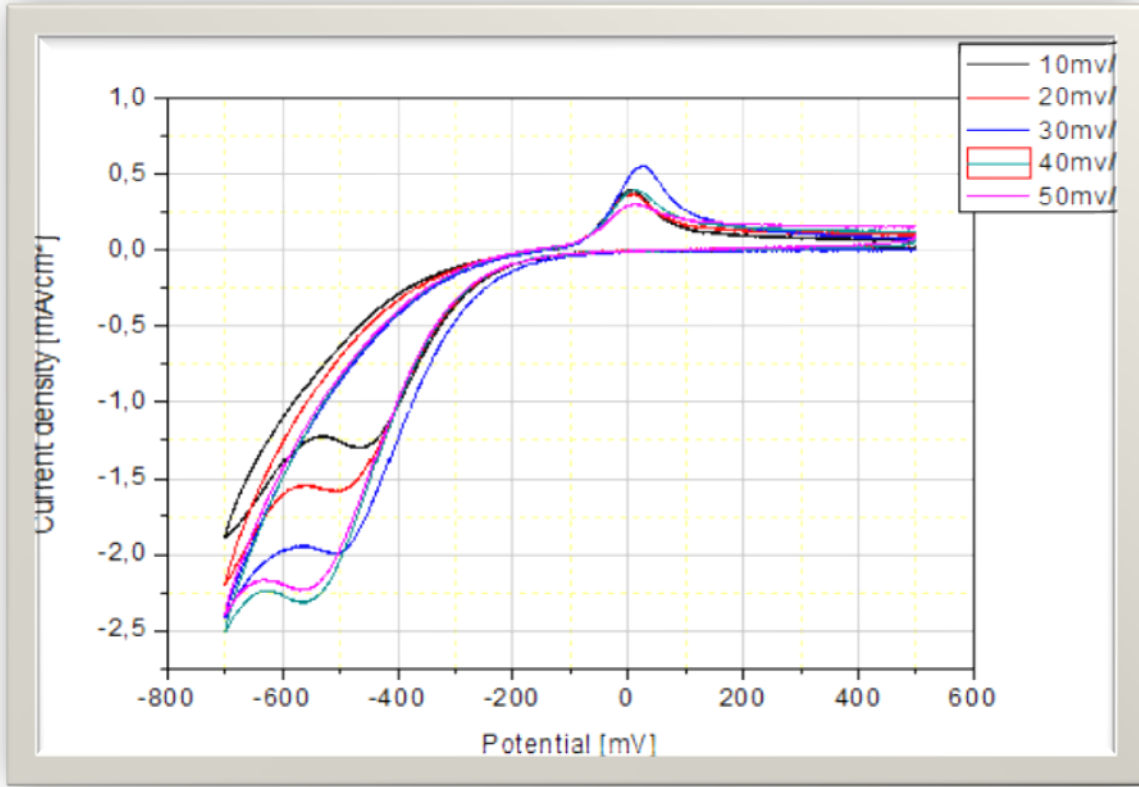
الشكل (III-4): منحى الفولتامتري الحلقى لمحلول  $G\acute{e}latine / H_2SO_4$  على

قطب ITO عند المجال 500mV إلى -700mV عند سرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$

بعد إعطاء استجابة كهروكيميائية لمادة  $G\acute{e}latine$  في الوسط القاعدي عند سرعة مسح

$V=30\text{mv/s}$  تم تغيير في سرعات من اجل ملاحظة تأثير سرعة المسح على قمم الإرجاع

والأكسدة، النتائج المتحصل عليها من خلال الشكل (III-5)



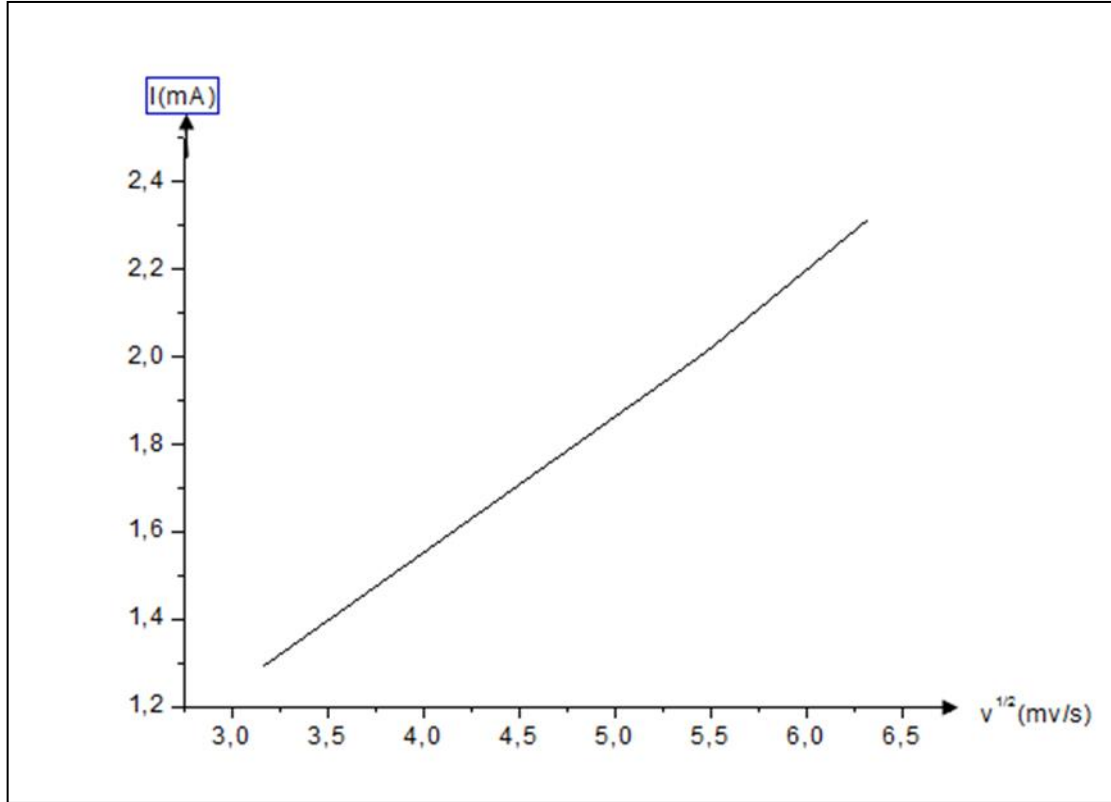
الشكل (III-5): منحنى الفولتاممري الحلقي لدراسة الكهروكيميائي للمحلول

Gélatine /H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> على القطب ITO عند المجال من 500mv إلى -700 mv عند سرعة

مسح V=[50، 40 ،30 ،20 ،10]mv/s

نلاحظ أن الزيادة في السرعة له تأثير مباشر على قمم الإرجاع والأكسدة . من خلال

الشكل (III-6) تغير شدة التيار بدلالة جذر السرعة .

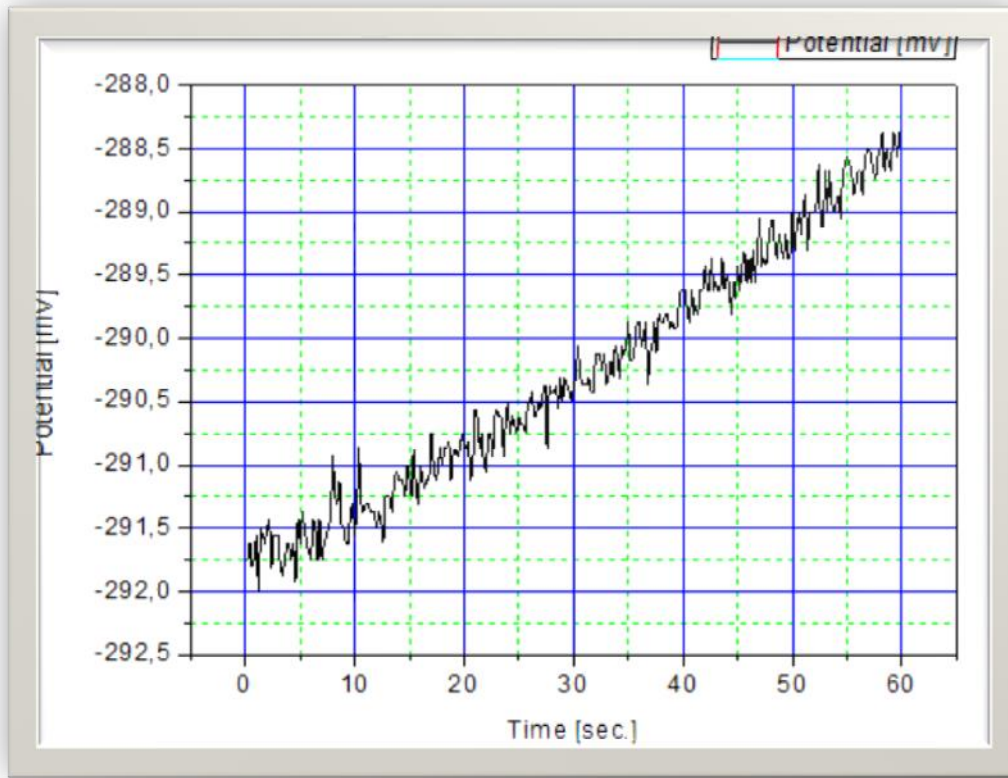


الشكل (III-6): منحنى تغير شدة التيار بدلالة جذر السرعة.

بعد تتبع السلوك الكهروكيميائي لمادة Gélatine في وسط حامضي أظهرت النتائج استجابة كهروكيميائية. لذلك تطرقنا إلى إجراء هذه دراسة في وسط قاعدي من أجل المقارنة بين النتائج المتحصل عليها في كلا الوسطين .

### III 1. 2. 2 الوسط القاعدي :

قمنا بتحضير محلول Gélatine/ NaOH يحتوى كتلة مذابة من Gélatine قدرها  $(m=6 \times 10^{-3} \text{ g})$  والالكتروليت مساعد هيدروكسيد الصوديوم NaOH ( $V=12 \text{ ml}$ )،  $(Mc=0.01)$  . ثم قياس قيمة جهد التوازن للمحلول المحضر مع قطب العمل ITO من خلال رسم منحنى الجهد بدلالة الزمن الشكل (III-7) .



الشكل (III-7): منحني المحلول Gélatine/ NaOH لمدة  $t=60s$ .

تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة للمحلول Gélatine / NaOH تساوي

$$.E= -288.5 \text{ mv}$$

بعد إيجاد قيمة جهد التوازن يتم تحديد مجال الفعالية الكهروكيميائية بسرعة مسح

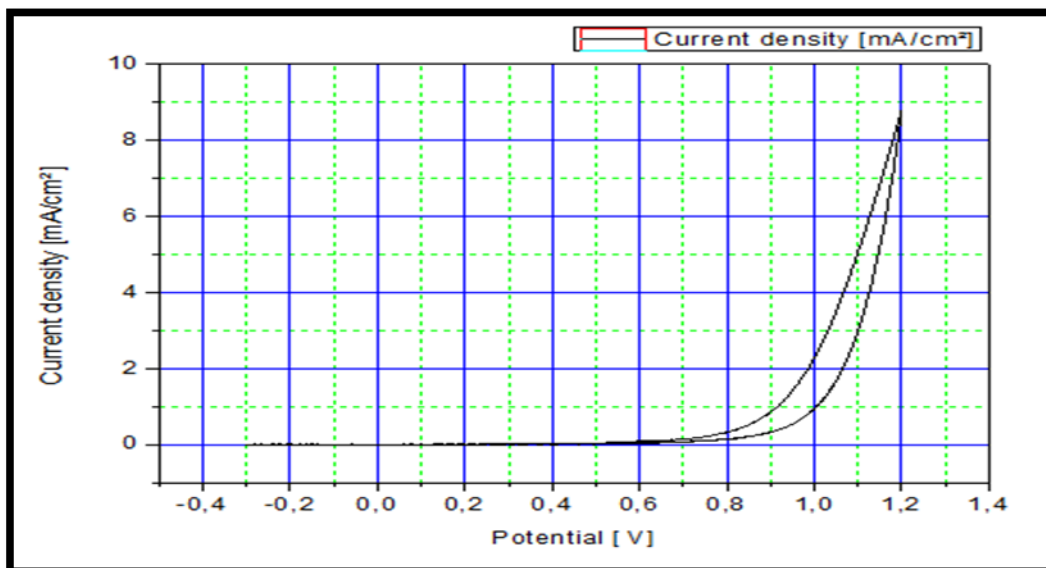
في نفس درجة حرارة الغرفة، عند المجال من  $1200\text{mv}$  إلى  $-300\text{mv}$  في الشكل

(III-8) يلاحظ عدم ظهور القمة المهبطية والمصعدية، لذلك تم تصغير إلى المجال من

$0\text{mv}$  إلى  $-1500\text{mv}$  في الشكل (III-9) حيث لوحظ استجابة كهرو كيميائية و تم تسجيل

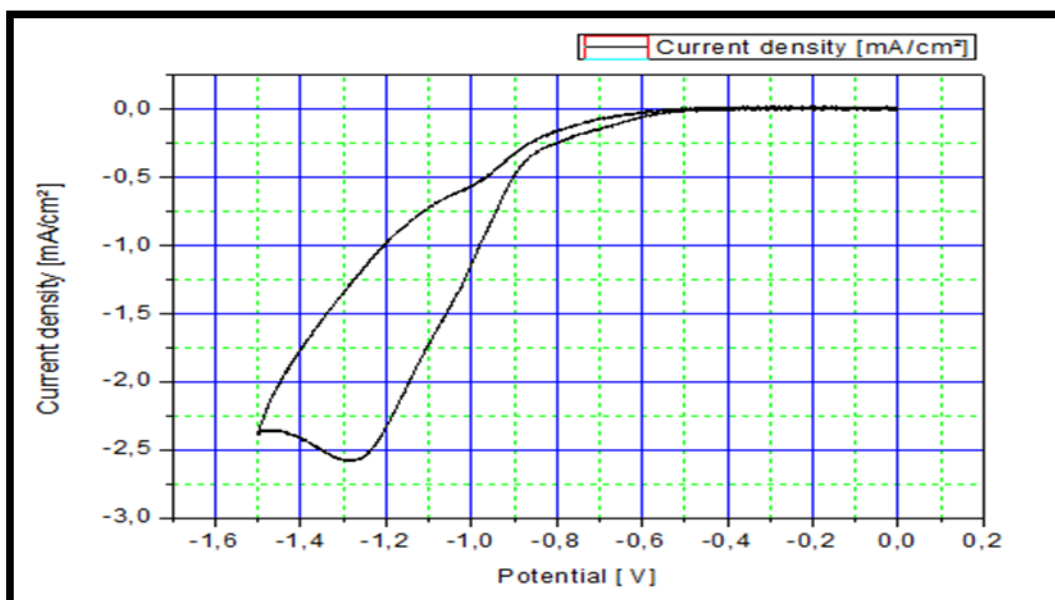
50 حلقة في الشكل (III-10) للمحلول السابق مع تقليص المجال مرة أخرى عند من

$-300\text{mv}$  إلى  $-1500\text{mv}$ .



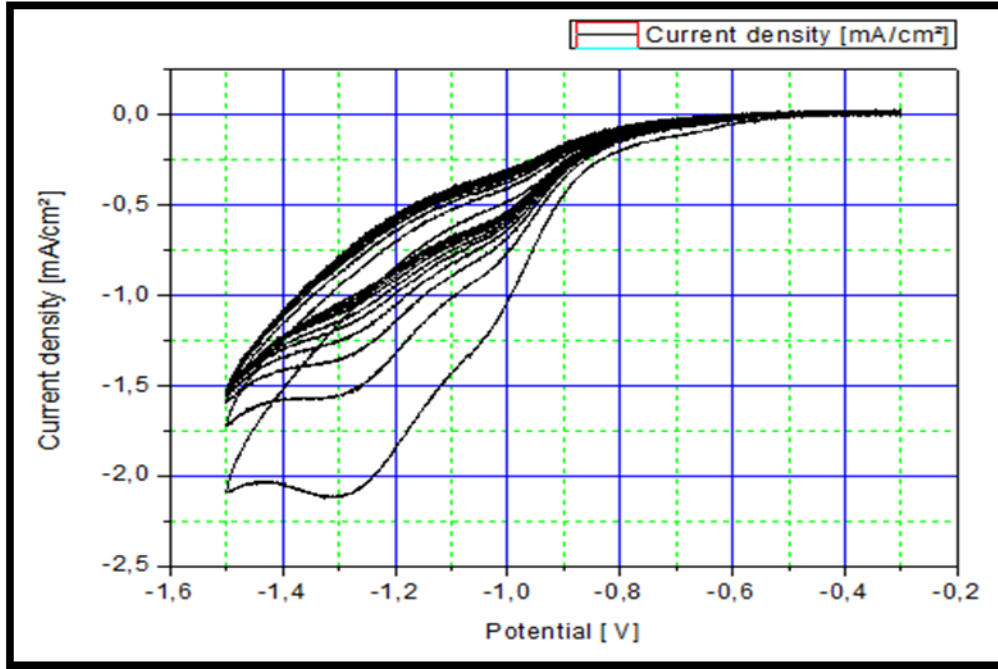
الشكل (III-8): منحنى الفولتاممري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب ITO

عند المجال من 1200mv الى -300mv وسرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$ .



الشكل (III-9): منحنى الفولتاممري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على قطب ITO

عند مجال من 0mv الى -1500 mv وسرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$ .



الشكل (10-III): منحى الفولتامتري حلقى 50 حلقة لدراسة الكهروكيميائي.

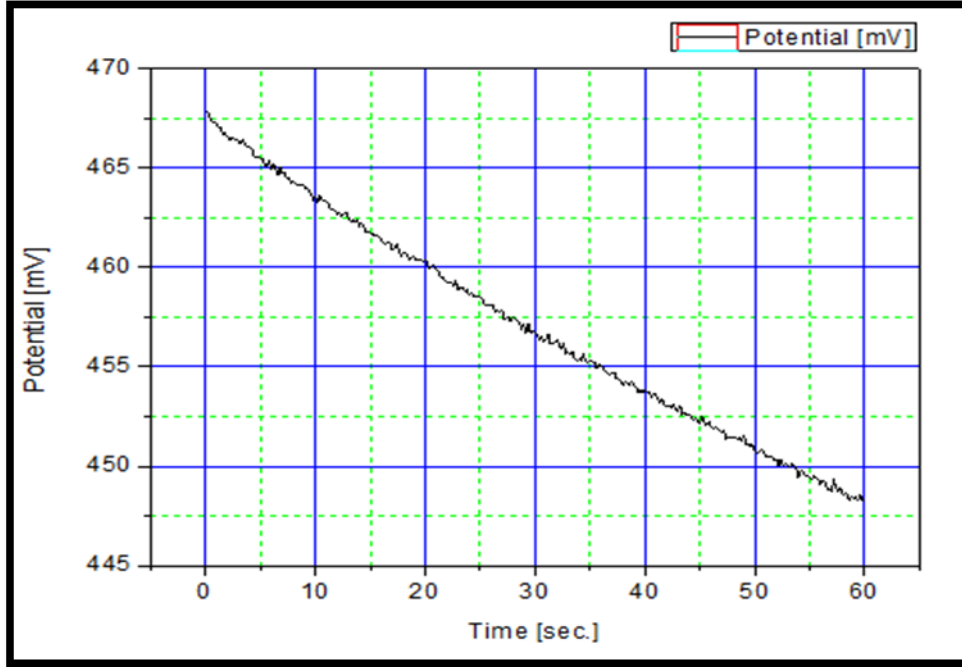
لمادة Gélatine على قطب ITO عند مجال من 0mv إلى 1500 mv في سرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$ .

من خلال الشكل (10-III) لوحظ زيادة في القمة المهبطية ثم تناقصت تدريجيا وهذا ما يفسر بالترسب لمادة Gélatine حتى تغطيت كامل سطح القطب مما يقلل استجابة القطب المعدل وتناقص الناقلية.

بعد النتائج المحصل عليها خلال الدراسة الكهرو كيميائية لوسط الحامضي ووسط قاعدي من خلال المنحنيات الموضحة سابقا. أجرينا مزج بين هذين الوسطين مختلفين من أجل تتبع الاستجابة الكهرو كيميائية لمادة Gélatine في هذا المزيج.

### III 1. 2. 3 المزيج بين الوسط الحامضي و القاعدي :

نقوم بمزج بين محلولين  $\text{Gélatine}/\text{H}_2\text{SO}_4$  و  $\text{Gélatine}/\text{NaOH}$ ، كدراسة اولية لهذا المزيج نعمل على قياس جهد التوازن مع قطب العمل ITO بين وسط حامضي  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ووسط قاعدي NaOH من خلال رسم منحنى الجهد بدلالة الزمن OPC.

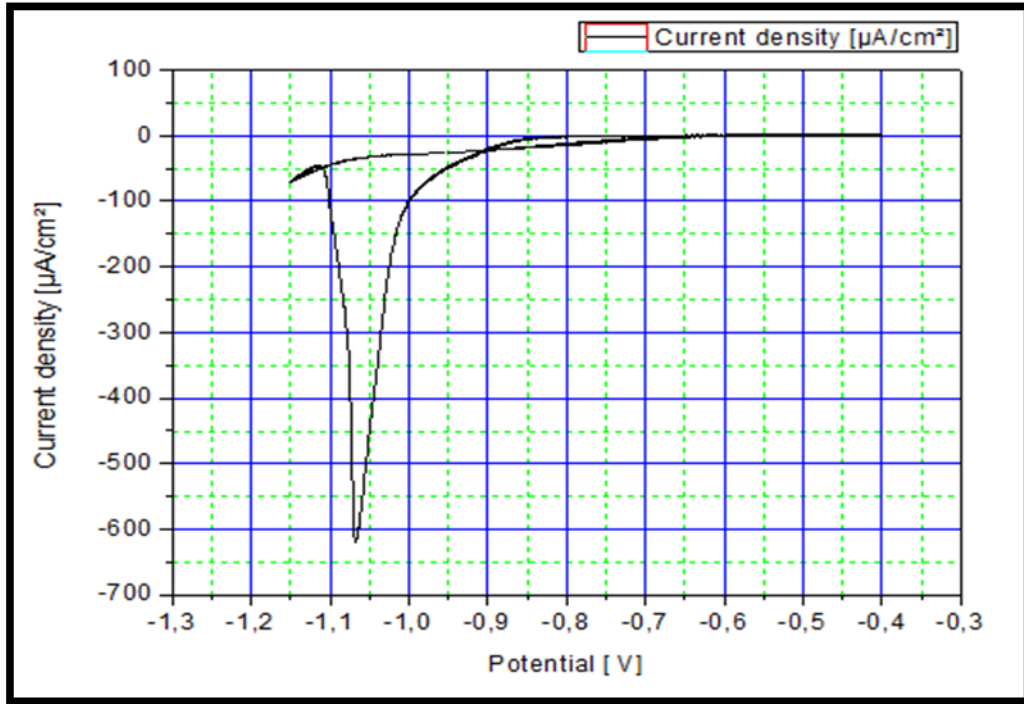


الشكل (III-11): منحنى لمزيج بين محلولين (وسط حامضي ووسط قاعدي) لمدة

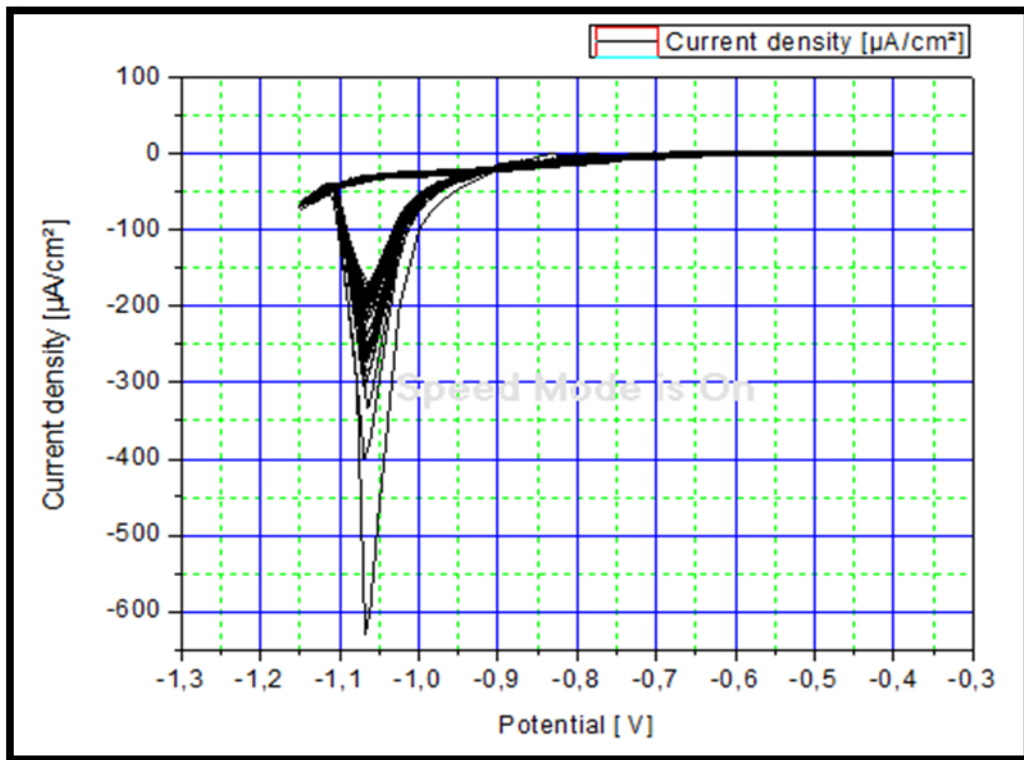
زمنية  $t=60s$ .

تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمزيج بين محلولين قاعدي وحامضي الذي يحتوي على مذاب Gélatine عند  $E= 448.5 \text{ mv}$ .

نجري الدراسة الكهروكيميائية لهذا المزيج بتقنية الفولطامتري الحلقي، في بداية دراسة على المجال من  $-1150 \text{ mv}$  إلى  $-400 \text{ mv}$  الشكل (III-12) نلاحظ ظهور استجابة كهروكيميائية، ثم نسجل 50 حلقة في نفس المجال الشكل (III-13). عند سرعة مسح ثابتة  $V=30 \text{ mv/s}$  وفي نفس درجة حرارة الغرفة .



الشكل (III-12): منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول مزيج بين الوسط الحامضي والقاعدي على القطب ITO عند مجال من -1150mv إلى -400 mv وسرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$ .

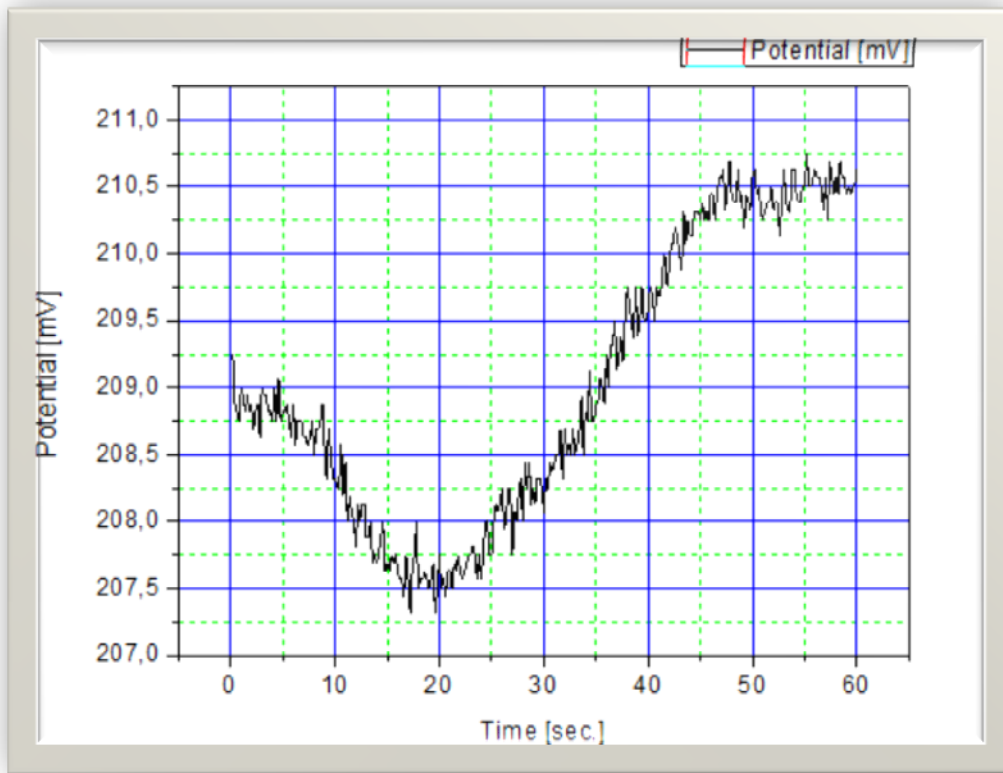


الشكل (III-13): منحنى الفولطامتري الحلقي 50 حلقة لمحلول مزيج بين الوسط الحامضي والقاعدي على القطب ITO عند مجال من 1150mv إلى -400 mv.

لوحظ من خلال الشكل (III-13) نقصان التيار الكهربائي بالنسبة للقمة المهبطية وانزياح الذي يقابله نقصان في الناقلية الكهربائية لقطب ITO. و هذا ما يدل على تشكل فيلم . بعد إعطاء استجابة كهروكيميائية لمادة Gélatine على قطب ITO في أوساط مختلفة . نجري دراسة بشكل أوسع على قطب آخر وذلك لمعرفة السلوك الكهروكيميائي للمادة .

### III. 2. الدراسة الكهروكيميائية لمادة Gélatine على قطب Titane :

باستعمال خلية التحليل الكهربائي ثلاثية الأقطاب قطب العمل والقطب ثانوي والقطب المرجعي تم إجراء دراسة أولية لمحلول Gélatine/NaOH وذلك بقياس جهد التوازن مع قطب العمل Titane من خلال رسم منحنى الجهد بدلالة الزمن OPC.



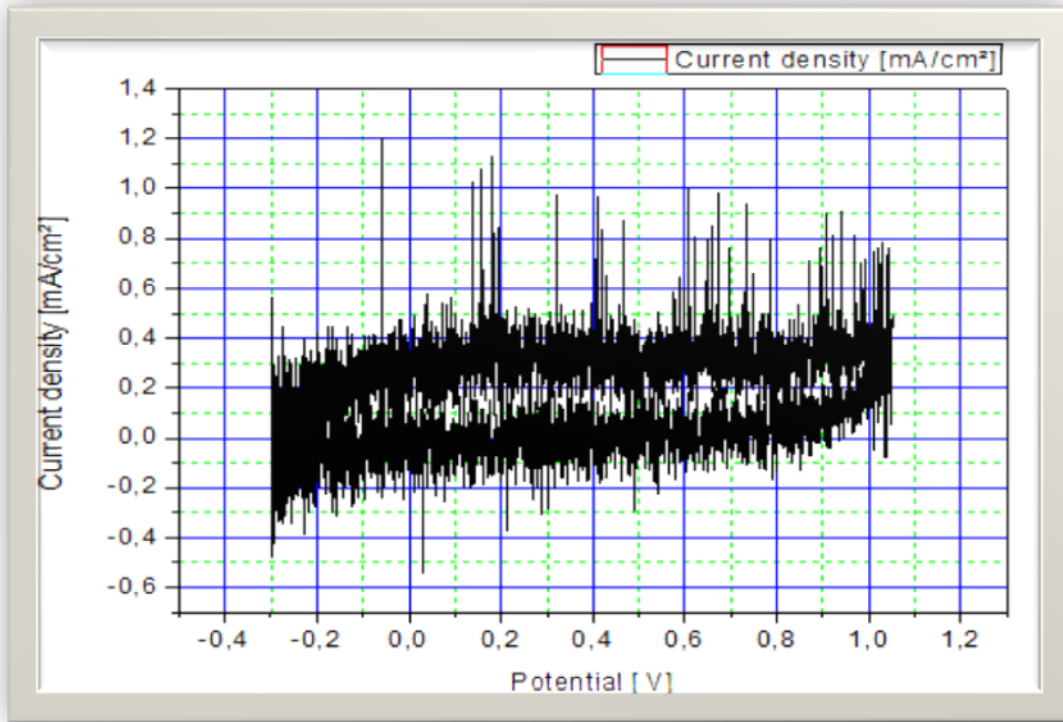
الشكل (III-14): منحنى للمحلول Gélatine /NaOH لمدة زمنية  $t=60s$ .

- تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة للمحلول Gélatine / NaOH تساوي

$$.E= 210.5 \text{ mv/ECS}$$

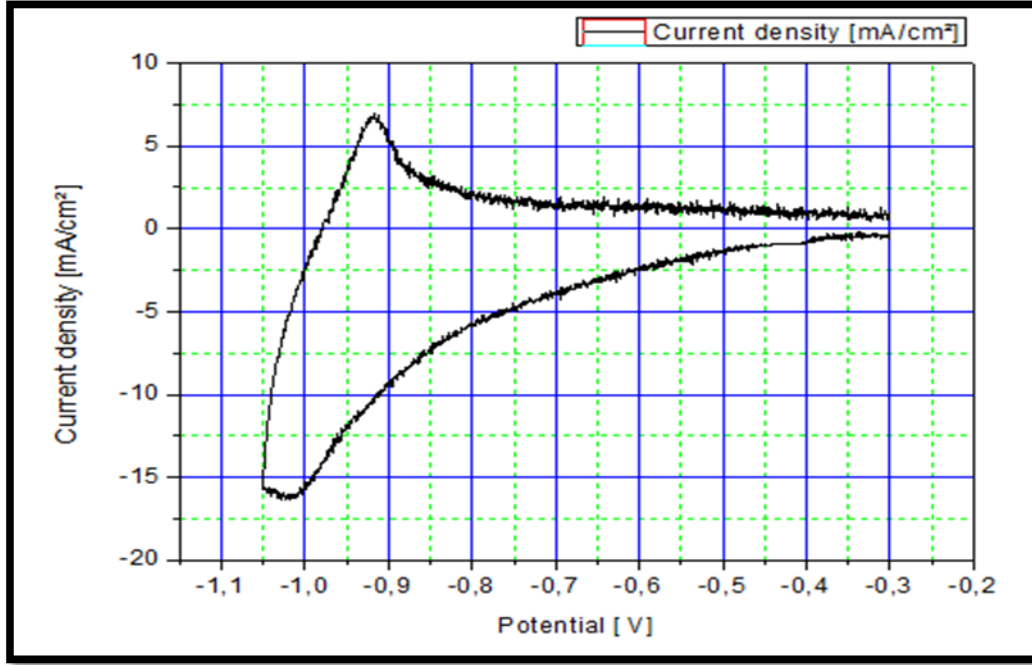
نقوم بالمتابعة السلوك الكهرو كيميائية لهذا المحلول على قطب Titane عن طريق تقنية الفولطامتري الحلقي عند سرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$  وفي مجال من 1050 الى 3000 -.

- من خلال الشكل (III-15) نلاحظ عدم ظهور أي قمم في هذا المجال. لذلك نقوم بتصغير المجال من 0 إلى  $1500\text{mv}$ - في الشكل (III-16) يلاحظ ظهور القمم أي حدوث استجابة كهرو كيميائية وتفاعل بين المذيب والالكتروليت المساعد مما يدل .



الشكل (III - 15): منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول  $\text{Gélatine} / \text{NaOH}$  على

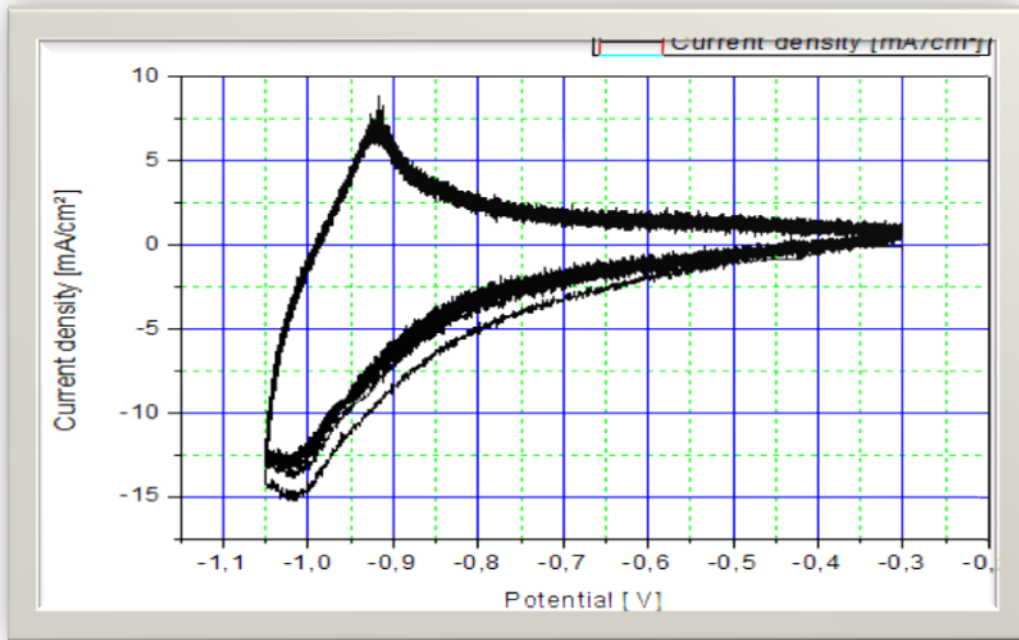
قطب Titane عند مجال من 1050 الى 3000 -.



الشكل (III-16): منحنى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine / NaOH على

قطب Titane عند المجال من 0 mv إلى -1500 mv .

تم تسجيلنا 50 حلقة في نفس المجال الشكل (III-17).



الشكل (III-17): منحنى الفولطامتري الحلقي 50 حلقة لمحلول

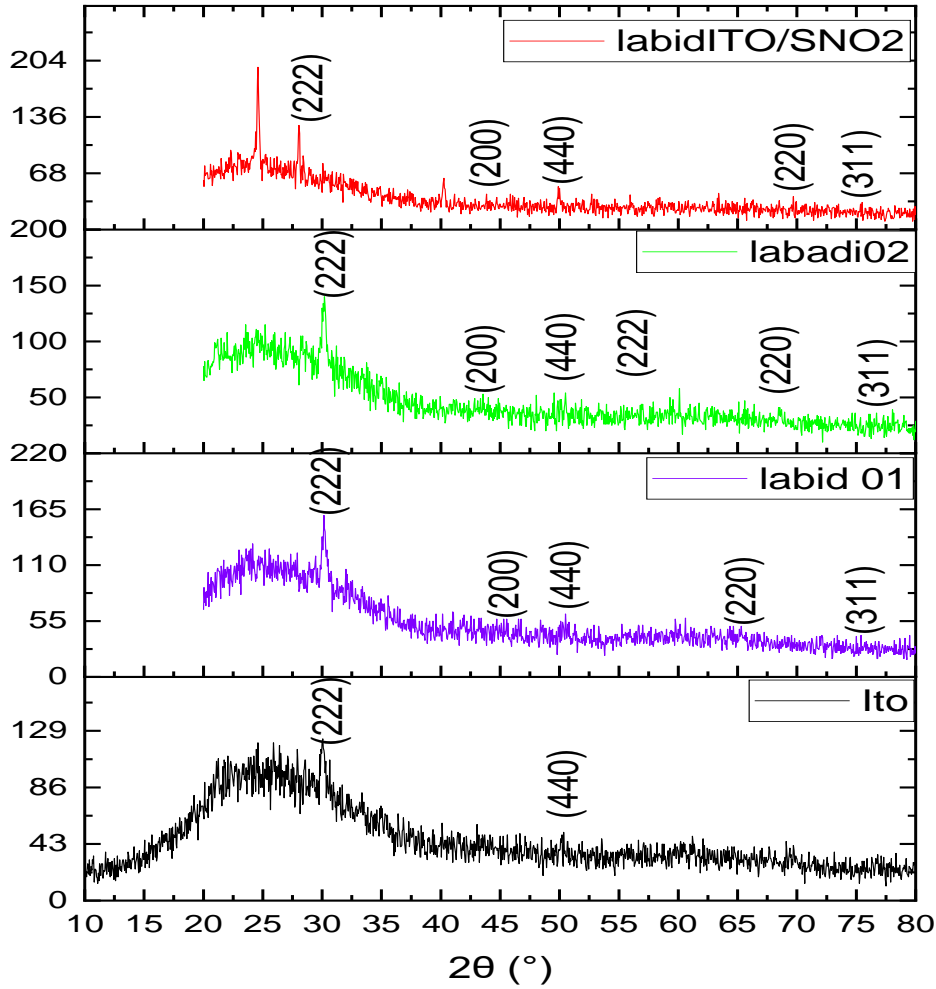
Gélatine / NaOH على قطب Titane عند المجال من 0mv إلى -1500 mv .

لوحظ من خلال الشكل (III-17) نقصان شدة التيار الكهربائي بالنسبة للقمة المهبطية الذي يقابله نقصان في الناقلية الكهربائية هذا يرجع إلى ترسيب الكهروكيميائي لمادة Gélatine سطح القطب Titane . .

### III . 3 دراسة الخصائص البنيوية :

تم إجراء التحليل باستخدام الأشعة السينية باستعمال جهاز (AXRD) PROTO على الأقطاب المعدلة المحضر بالإلكتروليت مختلفة .

تمت دراسة قطب ITO والقطب المعدل ITO/gelatine بجهاز الأشعة السينية . تعتمد دراسة الخصائص البنيوية للطبقات الرقيقة من التحليل باستخدام الأشعة السينية حيث تسمح هذه الدراسة بتقديم صورة بنية ونوعية المادة المدروسة وذلك من خلال قياس الشدة بدلالة زاوية الانعراج ( $2\theta$ ) intensity.



الشكل (III-18): نتائج الأشعة السينية للجيلاتين

يمثل الشكل (III-18) طيف للجيلاتين بين 10 إلى 80 درجة . لوحظت عدة قمم عند 2 درجة هي 41 و 62 و 75 التي تتوافق مع مستويات الحيود (200) و (220) و (102) و (311) علة التوالي من مرحلة الجيلاتين وفقا لبطاقة *JCPDS* [2]. تؤكد النتائج ان المنتج المحضر له هيكل متبلور ويمكن استخدامه بشكل فعال لاعداد طبقات الجيلاتين الخاصة بنا..

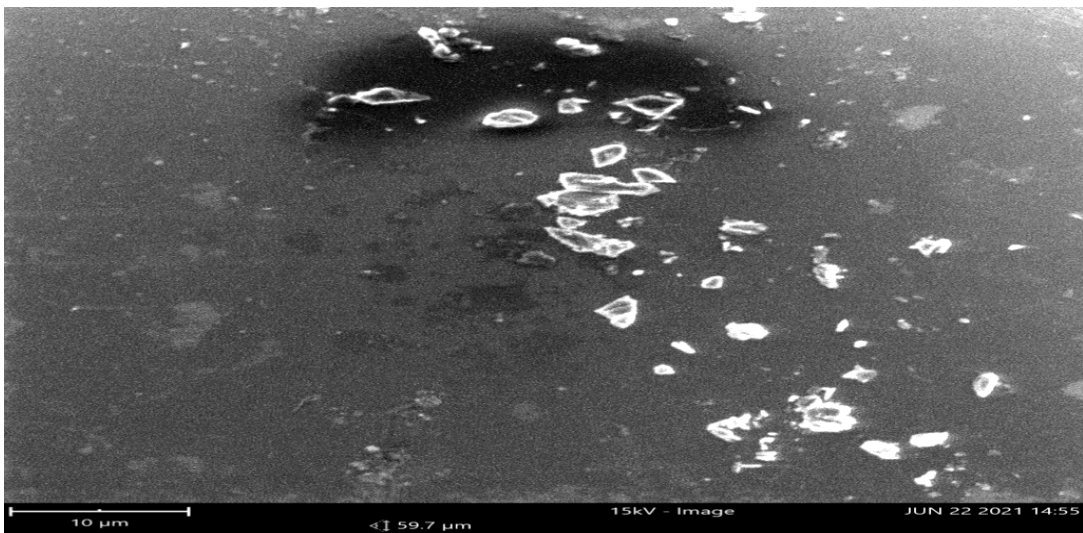
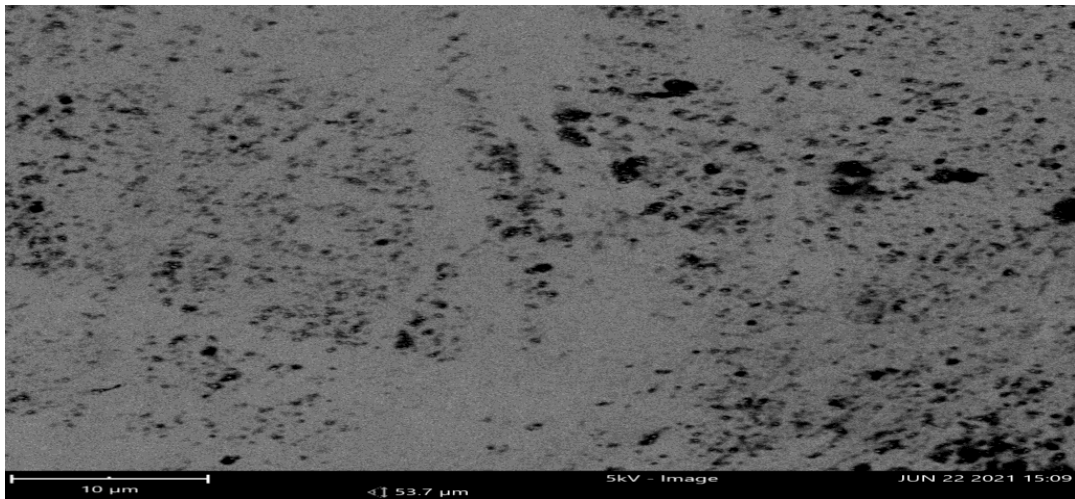
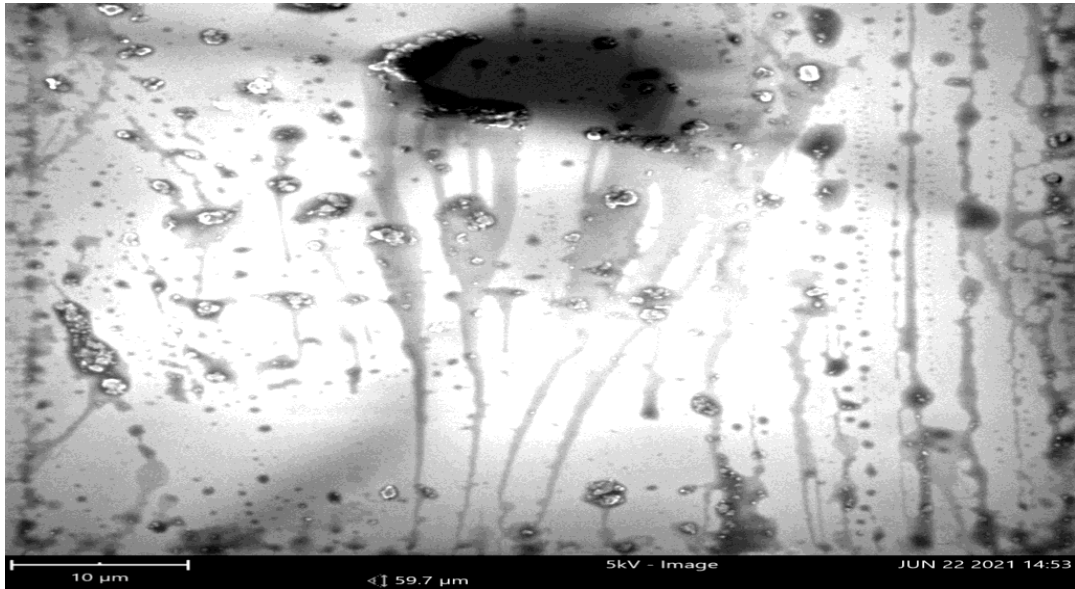
الجدول (III-2):  $dhkl$ ،  $2\theta$ ،  $hkl$  معلمات شعيرية وحجم حبيبات الجيلاتين

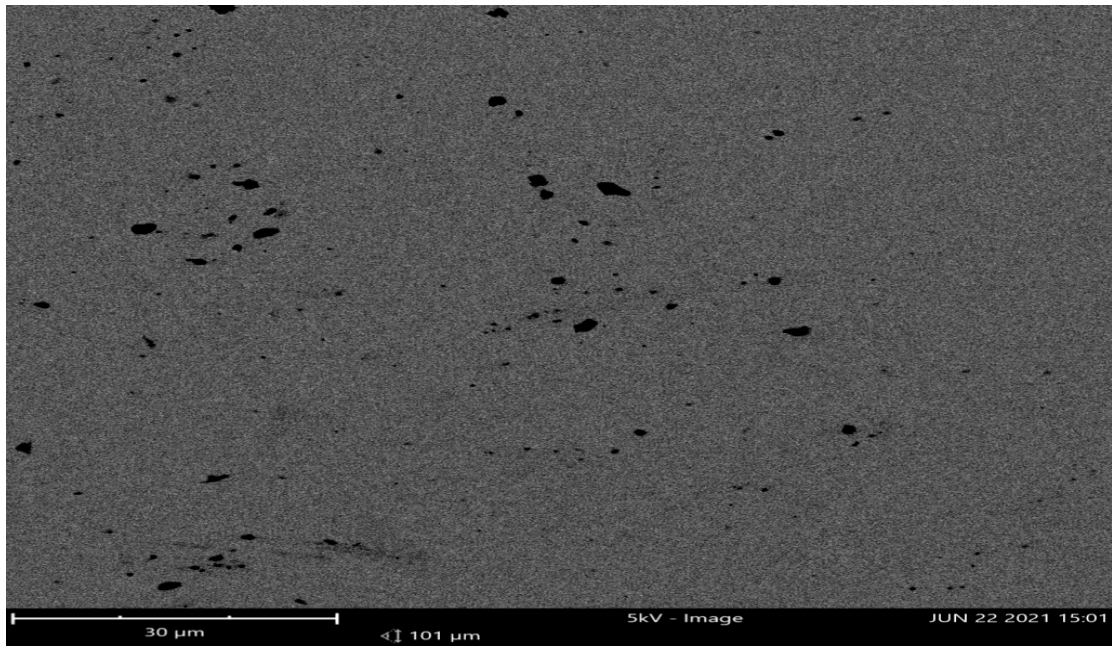
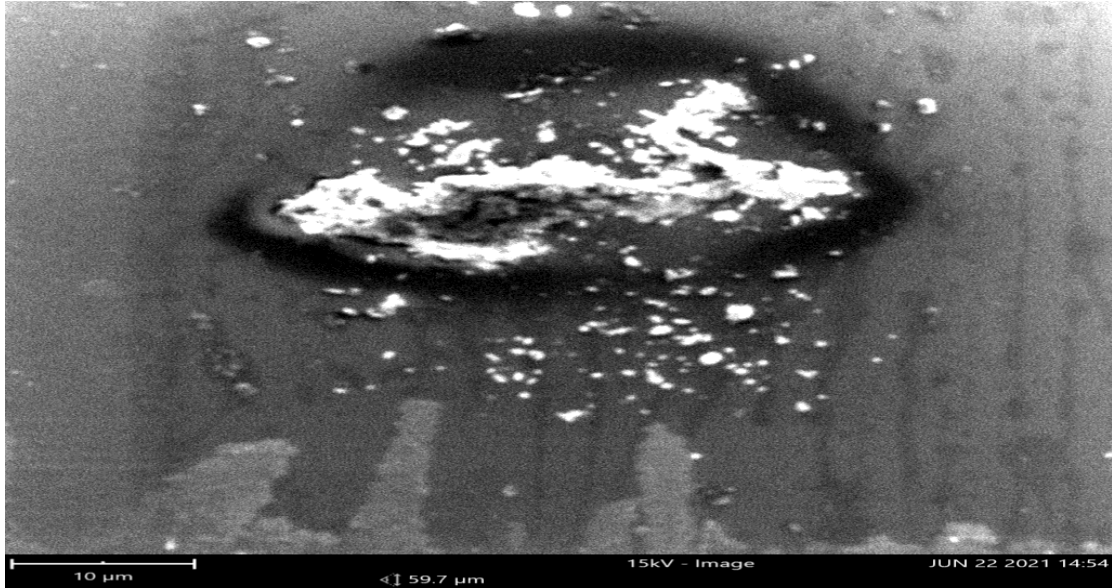
المودعة [2]

التغير في التركيز	(hkl)	$2\theta$ (°)	Calculated d(Å)	حجم بلوري من (nm) XRD	Dmoy
ITO/gelatin 01(S1)	200	41.191	3.0368	17.68837754	31.65740932
	220	62.904	1.476	34.63948708	
	311	75.71	1.25524	42.64436334	
ITO/gelatin 02(S2)	200	41.13217	1.17102	17.68497163	31.54503661
	220	62.875	1.47689	34.63948708	
	311	74.538	1.27205	42.31065113	
ITO/gelatin in SnO <sub>2</sub> (S3)	200	40.2452	2.239	17.63434137	31.60297632
	220	63.3957	1.46601	34.63948708	
	311	75.33	1.2606	42.53510051	

### III . 4 البنية المجهرية :

يوضح الشكل صورة مجهرية لجهاز المسح المجهر الالكتروني لمادة الجيلاتين .





الشكل (III-19): الصور مجهرية لمادة الجيلاتين

لوحظ أن صورة المجهرية تحتوي على كتل من الجيلاتين بأشكال و جسيمات غير منتظمة و التي تختلف في الأحجام على نطاق واسع .

مراجع الفصل الثالث:

- [1] S. CHELOUCHE," Propriétés des fenêtres optiques ZnO: Al pour cellules Solaires en couches minces à base de cigs ", Mémoire de Magistère, UNIVERSITE FERHAT ABBAS – SETIF, (2012)
- [2] A.K .Mohammed, "Studying the effect of Annealing on the Structural and Optical Properties of (Zn<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>O) Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis Method "University of Diyala in Partial Fulfillment of the Degree of M.Sc. in Physics (2006)

خاتمة

مع تطور طريقة الحياة الحالية أصبح العالم يشهد الكثير من التغيرات خصوصا من ناحية العادات الغذائية مما أدى إلى ارتفاع إنتاج النفايات التي يتطلب الأمر أما التخلص منها بالتالي خسائر اقتصادية معتبرة أو معالجتها وإعادة استعمالها من اجل حماية البيئة من جهة ومن جهة أخرى إنتاج مواد غذائية جديدة موجهة للاستعمال البشري سواء في مجال التغذية المجال الطبي أو الفوتوغرافي . من بين هذه المنتجات نجد الجيلاتين حيث يستخرج انطلاقا من جلود الإبل عن طريق أساليب مختلفة وعليه تم إجراء دراسة كهروكيميائية لمحاليل تحتوى على كتلة من الجيلاتين في أوساط مختلفة على قطب الزجاج الناقل ITO وذلك باستعمال طريقة الفولتامترى الحلقى والكرونوامبيرومترى عند شروط تجريبية معينة .

-رغم اختلاف الأوساط إلا أن مادة الجيلاتين أعطت استجابة كهرو كيميائية في كل من الوسط الحامضي والوسط القاعدي والمزيج .

- عند الزيادة في سرعة المسح أظهرت النتائج من خلال منحى الفولتامترى الحلقى تناسب طردي بين شدة التيار والسرعة وهذا راجع إلى حدوث تفاعل سريع  
-و من جهة أخرى فقد أجريت دراسة كهروكيميائية لمادة Gélatine باستعمال قطب مغاير Titane ولنفس المحلول القاعدي وعند نفس الشروط التجريبية .

عند تحديد الخصائص البلورية فقد تم دراسة مخطط انعراج الأشعة السينية على قطب الزجاج الناقل ITO، لوحظت عدة قمم عند 2 درجة هي 41 و 62 و 75 التي تتوافق مع مستويات الحيود (200) و(220) و(102) و(311) علة التوالي من مرحلة الجيلاتين وفقا لبطاقة JCPDS . تؤكد النتائج أن المنتج المحضر له هيكل متبلور ويمكن استخدامه بشكل فعال لإعداد طبقات الجيلاتين

بعد تحديد الخصائص التجريبية المثلى من مجال الدراسة والطريقة الكهروكيميائية لتحضير المحاليل نأمل في المستقبل أن يتم العمل على توسيع الأبحاث على هذا النوع من الدراسات الكهروكيميائية وتطبيقاتها الحيوية والتكنولوجية لتكوين فكرة أكثر دقة حول تطوير استخدامها .