



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: صناعات بتروكيميائية

تخصص: هندسة تكرير

إعداد الطلبة:

بن عمر فيصل

دويمي أحمد

سمينة يوسف

الموضوع



## الدراسة الكهروكيميائية لمادة الجيلاتين

نوقشت يوم: 15 / 06 / 2022 أمام اللجنة المكونة من:

رئيس اللجنة	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	زومالي جعفر
مناقش	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	سالمي السعيد
مؤطر	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ	شعبية ناصر

السنة الجامعية: 2021/2022



## تشكرات

قال الله تعالى: ﴿وَلَنُشْكِرَنَّكُمْ﴾

نفتح قولنا بشكر الله عز وجل والحمد لله لمنحنا القوة والشجاعة للقيام بهذا العمل المتواضع.

أولا وقبل كل شيء نتقدم بالشكر والعرفان لأمهاتنا وآبائنا الذين كانوا لنا منبع حنان وعطاء طيلة مشوارنا الدراسي.

والشكر الموصول للأستاذ المشرف شعيبية ناصر

وكما لا ننسى بأن نعترف بالجميل ونعبر بالكلمات والتي لا تقبي حق كل من كان سندنا لنا في هذا العمل ومد لنا يد العون

كما وتوجه بالشكر إلى:

جميع أساتذة قسم هندسة الطرائق والبتر وكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

لجميع أصدقائنا وخاصة طلبة الماستر تكرير دفعة 2021-2022 جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

## الفهرس

تشكرات  
قائمة الأشكال  
قائمة الجداول  
المقدمة

الصفحة

العنوان

الجزء النظري

### ❖ الفصل الأول: عموميات حول الجيلاتين ❖

05	..... نبذة تاريخية	-1-I
06	..... تعريف الجيلاتين	-2-I
06	..... مفهوم الجيلاتين	-3-I
08	..... تحويل كولاجين الى الجيلاتين	-4-I
08	..... مصادر الجيلاتين	-5-I
10	..... بنية التركيبية للجيلاتين	-6-I
11	..... مراحل استخلاص الجيلاتين	-7-I
11	..... خصائص الجيلاتين	-8-I
12	..... فوائد الجيلاتين	-9-I
14	..... تصنيع الجيلاتين بعملتي الحمضية والقوية	-10-I
14	..... استعمالاته	-11-I
15	..... الإنتاج العالمي للجيلاتين	-12-I

### ❖ الفصل الثاني: طرق والتقنيات الكهروكيميائية المستخدمة ❖

20	..... نبذة تاريخية	
20	..... تعريف التقنيات الكهروكيميائية	-1 -II
21	..... الفولط متر الحلقي	-1-1 -II
22	..... الكرونوامبيرومتر	-2-1 -II
22	..... الأجهزة الكهروكيميائية المستعملة	-3--II
22	..... الخلية الكهرو كيميائية	-1-3-II
23	..... الأقطاب	-2-3-II
25	..... التركيب التجريبي المستعمل	-3-3-II
26	..... تقنيات التحليل	-4--II
26	..... مطيافية الأشعة المرئية فوق بنفسجية	-1-4-II
26	..... الوحدات الأساسية للمطيافية	-5- 1-II
	المراجع	

	تمهيد.....	
31	الدراسة الكهرو كيميائية لمادة الجيلاتين التجاري Gélatine على قطب محضر ITO	-1-III
31	تحضير المحاليل.....	-1-1-III
31	تحضير قطب معدل (ITO/جيلاتين).....	-2-1-III
41	الدراسة الكهروكيميائية للجيلاتين التجاري في الوسط القاعدي.....	-3-1-III
44	الدراسة الكهروكيميائية للجيلاتين الغير التجاري في الوسط القاعدي....	4-1 -III
45	دراسة الخصائص الضوئية.....	-2-III

## قائمة الاشكال والجدول

### قائمة الاشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
05	استخدم المصريين القدامى الغراء للأثاث ولايزال ينتج اليوم من الكولاجين جلود وعظام الحيوانات في بعض البلدان بما في ذلك مصر	1.1
06	تركيب الكيميائي للجليسين (Gly) والبرولين (Pro) والهيدروكسي برولين [Hyp]	2.1
07	الجيلاتين الحبيبي الذي يعتبر الاكثر شيوعا للاستخدام الصناعي	3.1
07	الجيلاتين الاسفنجي الذي يتوفر في المجموعة متنوعة من الاشكال	4.1
08	عملية تمسخ الكولاجين الى الجيلاتين.	5.1
10	تركيبية الأحماض الأمينية للجيلاتين	6.1
11	سلسلة لهيكل الجيلاتين التكوين الكيميائي للجيلاتين	7.1
15	دائرة نسبية تبين نسب استهلاك الجيلاتين في العالم	8.1
21	منحنى الفولط متر الحلقي	1-II
23	صورة الخلية الكهروكيميائية	2-II
24	قطب بلاتيني مساعد AE	3-II
24	القطب المرجعي	4-II
25	قطب العمل	5-II
25	صورة لجهاز. Voltabal PGG301	6-II
26	صورة ل جهاز Voltabal PGG301 ولواحقه.	7-II
27	رسم تخطيطي يوضح مبدأ عمل جهاز المطيافية الأشعة UV-visible ]	8-II
32	جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة $t=60s$ .	1- III
32	جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة. $t=60s$ في وجود الجيلاتين	2-III
33	فولطامتري الحلقي على القطب ITO عند المجال -100mv الى -750mv - بسرعة مسح $v= 30 \text{ mv/s}$	3 III
33	منحى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gélatine /Hcl على قطب ITO عند المجال 100 mv إلى -850mv	4-III
34	منحنى الفولطامتري الحلقي على القطب ITO عند المجال من 300mv إلى -1000mv	5-III

34	منحنى الكرو ومترى يمثل تغير التيار بدلالة الزمن $t = 60 \text{ mi}$ عند $E = -1000 \text{ mv}$	6-III
35	: منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة بدلالة الزمن $t=60\text{s}$ . للمحلول شوارد النحاس	7-III
36	منحنى الفولطامترى الحلقى شوار النحاس عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $E=[30]\text{mv/s}$ عند سرعة مسح $500\text{mv}$	8 -III
36	منحنى الفولطامترى الحلقى شوارد النحاس عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $V=[30]\text{mv/s}$ عند سرعة مسح $600\text{mv}$	9-III
37	منحنى 10 حلقات شوارد النحاس عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $600\text{mv}$ - عند سرعة مسح $V=[30]\text{mv/s}$	10-III
37	منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة $t=60\text{s}$ للمحلول شوارد النحاس	11 -III
38	منحنى الفولطامترى الحلقى لدراسة محلول شوارد النحاس على القطب ITO عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $300\text{mv}$ - عند سرعة مسح $V=[30]\text{mv/s}$	12-III
38	منحنى الفولطامترى الحلقى على القطب ITO عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $-600\text{mv}$	13-III
39	منحنى الفولطامترى الحلقى 3 حلقات على القطب ITO عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $600\text{mv}$ -	14-III
39	منحنى الفولطامترى الحلقى عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $850\text{mv}$ - عند سرعة مسح $V=[30]\text{mv/s}$	15 -III
40	منحنى الفولطامترى عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $800\text{mv}$	16 -III
40	منحنى الفولطامترى عند المجال من $600\text{mv}$ إلى $600\text{mv}$ -	17 -III
41	منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة $t = 120 \text{ s}$ لمحلول Gélatine/ NaOH	18 -III
42	منحنى الفولطامترى حلقى لقطب ITO في Gélatine / NaOH ] $0 \text{ mv}$ _ $V= 30\text{m/s}$ بسرعة مسح $-950\text{mv}$ .	19 -III
42	منحنى الفولطامترى الحلقى على قطب ITO في Gélatine / NaOH عند مجال من $0\text{mv}$ إلى $1200\text{mv}$ - وسرعة مسح $V=30\text{mv/s}$ .	20 -III
43	منحنى الفولطامترى حلقى 10 حلقات لقطب ITO في Gélatine /NaOH مجال من $0\text{mv}$ إلى $1200\text{mv}$ - في سرعة مسح $V=30\text{mv/s}$ .	21-III

43	منحنى الكرونوامبيرومترى لمحلول Gèlatine /ITO NaOH بدلالة الزمن $t=40 \text{ min}$	22-III
44	منحنى للمحلول Gèlatine/ NaOH لمدة $t=180\text{s}$ تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة	23 -III
45	منحنى الفولطامترى الحلقى لمحلول Gèlatine/NaOH عند المجال من $0 \text{ mv}$ الى $95 \text{ mv}$ -وسرعة مسح $V=30\text{mv/s}$ .	24 -III
45	منحنى الفولطامترى الحلقى لمحلول Gèlatine / NaOH الجيلاتين الغير تجاري عند مجال من $0 \text{ mv}$ الى $-1200 \text{ mv}$	25 -III
46	منحنى الفولطامترى 50 حلقة Gèlatine الجيلاتين الغير تجاري على قطب ITO عند مجال من $0 \text{ mv}$ الى $-1200 \text{ mv}$	26 -III
47	منحنى لمحلول يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة $t=60\text{s}$ لمحلول شوارد النحاس	27 -III
48	منحنى الفولطامترى حلقى على قطب ITO عند مجال من $600 \text{ mv}$ إلى $-600 \text{ mv}$ في سرعة مسح $V=30 \text{ mv}$	28 -III
48	منحنى الارجاع الفولطامترى خطي على قطب ITO عند مجال من $600 \text{ mv}$ إلى $-600 \text{ mv}$ في سرعة مسح $V=30 \text{ mv}$	29 -III
49	منحنى الفولطامترى حلقى لدراسة محلول شوارد النحاس على قطب ITO عند مجال من $600 \text{ mv}$ إلى $-600 \text{ mv}$	30 -III
49	منحنى الفولطامترى حلقى ل 10 حلقات في المجال من $600 \text{ mv}$ إلى $-600 \text{ mv}$ في سرعة مسح $V=30 \text{ mv}$	31 -III
50	طيف النفاذية لطبقة (Gèlatine/Com -sol)	32 -III
50	طيف النفاذية لطبقة (Gèlatine/no Com)	33 -III
51	طيف النفاذية لطبقة (ITO/Gèlatine no Com/Cu)	34-III
51	طيف النفاذية لطبقة (Gèlatine ase water)	35 -III
52	منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية ITO standard	36 -III
52	منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية (Gèlatine/Com -sol)	37-III)
53	منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية (Gèlatine/no Com)	38 -III
53	منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى (ITO/Gèlatine no Com/Cu)	39 -III

53	منحنى فجوة الطاقة انطلاقاً من منحنى (Gélatine immer water)	40 -III
----	--	---------

### قائمة الجداول

51	الجدول متوسط قيم النفاذية لطبقات الرقيقة (الجيلاتين التجاري /الجيلاتين الغير التجاري) المحضر بالكتروليئات وطرق مختلفة في المجال المرئي	1 -III
54	الجدول منحنى فجوة الطاقة Eg من خلال المنحنى	2 -III

## قائمة الرموز والمختصرات

Indium tin oxide : ITO

electrode an colomel saturée : ECS

platine المساعد : Pt

I : شدة التيار ( $A/m^2$ )

E : الجهد (V)

V : سرعة المسح (mv/s)

A : النفاذية (eV)

L : طول الخلية (cm)

C : تركيز (mol/l)

$\epsilon$ : معامل الامتصاص المولي ( $l. mol^{-1}. Cm^{-1}$ )

open circuit btentiel : OPC

Uv visible : مطيافية الاشعة فوق بنفسجية- المرئية

Gélatine no com : جيلاتين غير تجاري

Gélatine com : جيلاتين تجاري

مقائمة

يعد الجيلاتين مادة بروتينية مصدرها الكالوجين الذي يتواجد بشكل كبير في الأنسجة الرابطة لجميع الحيوانات كالعظام والجلود.... الخ، كما ازداد تناوله في العالم بسبب توسع استعماله في مجال الصناعات الغذائية كصناعة الحلوى ومنتجات الألبان وفي المجالات الصيدلانية مثل صناعة الكبسولات والمستحضرات الطبية ومواد التجميل، إذ يستعمل الجيلاتين ما يقارب 65% تقريبا في الصناعات الغذائية و 15% في المجال الصيدلاني و20% في مجال التصوير [1]

الانتاج 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 [2]

يستهدف هذا البحث دراسة كهروكيميائية لمادة الجيلاتين، تعتبر هذه الدراسة أحد طرق التحليل الكهروكيميائية من أكثر الطرق التحليلية الآلية شوعا في مجال التقدير الكمي وسنتطرق في عملنا هذا الى تقديم معلومات حول مادة الجيلاتين بالإضافة الى الدراسة الكهروكيميائية وتم تقسيم هذا البحث الى جزئين:

**الجزء الأول:** الجزء النظري ويضم فصلين:

الفصل الأول عموميات حول الجيلاتين

الفصل الثاني طرق وتقنيات الدراسة الكهروكيميائية المستخدمة

**الجزء الثاني:** الجزء التطبيقي:

فصل الثالث: دراسة كهروكيميائية لجيلاتين تجاري وغير تجاري.

المراجع

## 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)). An Anbar Journal of Agricultural Sciences, 10(1), 198-212
- 2- Street H. et al., 2012: Gelatin Manufacturers Institute of America, p 47, 45, 46

الفصل الأول  
عموميات حول الجيلتين

## I-1- نبذة تاريخية :

ان الجيلاتين المواد الغذائية حاز على تاريخ طويل وناجح، كما استخدم في العصور القديمة كلاصق بيولوجي وفي غضون الوقت الحالي تقدم في مجال الصناعي والتطبيقات المتنوعة. ومنذ حوالي 8000 سنة كان سكان الشرق الاوسط قادرين على انتاج الغراء من انسجة الحيوانات بعد حوالي 3000 سنة كان المصريون القدماء على دراية تامة بوظائف الجلاتين كما واستخدم نوعا من الغراء الخشبي الناتج من الكولاجين كمادة لاصقة لا لصاق قطع الاثاث الشكل(1.1) \_معا كانت الاطباق المخلفة في انجلترا والتي تحتوي على المجال المتلألئ موجودة على قائمة المأكولات في كل مأدبة اول وليمة. وفي عصر نابليون استخدم كمصدر للبروتين لإطعام الفرنسيين عندما كانت اللحوم نادرة خلال حصار البحرية البريطانية لموانئها.

ومما لا شك فيه ان صناعة المستحضرات الصيدلانية الحديثة والتصوير الفوتوغرافي، لوحات التصوير الفوتوغرافي الجافة الجاهز للاستخدام كانت مغلقة بمستحلب الجيلاتين، وفي عام 1888 قدم المصور جورج انثمان كمييرا مكنت هواة التصوير من انتاج صور فوتوغرافية معقولة التكلفة وهذه الكاميرا سهلة الاستخدام تعمل بلفات من افلام بدلا من اللوحات حيث تقوم بعرض الافلام وتطويرها والجيلاتين المستخدم في طلاء هاته الصور الفوتوغرافية يكون عالي الجودة. وقد قام روبرت ب.شيرر بصنع الات احدثت ثورة في تصنيع كبسولات الجيلاتين الناعمة وقد تم استخدام الجيلاتين لأغراض صحية منذ وقت مبكر في العصور الوسطى، على سبيل المثال توقع الباحثون ان المرق المصنوع من اقدام العجول جيد لآلام المفاصل.[1].

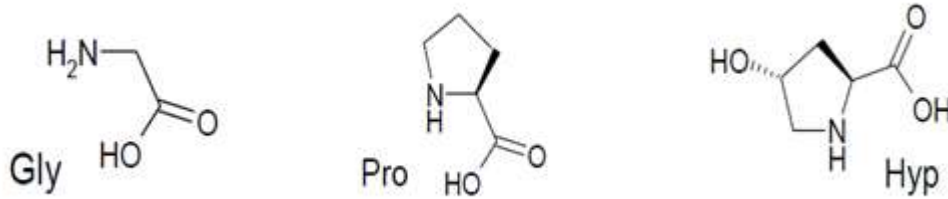


الشكل 1.1: استخدم المصريون القدامى الغراء للأثاث ولايزال ينتج اليوم من الكولاجين جلود و عظام الحيوانات في بعض البلدان بما في ذلك مصر [1]

## I-2- تعريف الكولاجين

الكولاجين هو مركب حيوي شديد الأهمية يتواجد في كل من الجلود والعظام وهو بروتين الليفي الرئيسي في تركيب النسيج الضام عند الكائن سواء الانسان او الحيوان ويشكل نحو 70 من كتلة هذا النسيج. ويشكل كذلك ما يقارب 30 من كامل البروتينات الكلية للكائن الحي، وغالبا ما يؤدي انخفاض الكولاجين في جسم الانسان الى تدهور الانسجة الرابطة. كما يوجد أكثر من 20 نوعا مختلفا من الكولاجين وفق ما تذكره معظم المراجع. حيث تعمل جميعها على رابطة الانسجة بالهيكل العظمي وتأمين المرونة والقوة اللازمة لبنية الكائن الحي [2] [3].

من الناحية الكيميائية يعتبر الكولاجين مركب بروتيني ويتكون من السلاسل ببتيدية حيث تلتف كل ثلاث سلاسل لتشكل حلزوني ثلاثي البنية. كما يحتوي على نسبة عالية من الاحماض الامينية البرولين هيدروكسي برولين جليسين اللذان يميزانه عن غيره من البروتينات الاخرى ويساهمان مع بعض الروابط الهيدروجينية الموجودة بين بقايا الاحماض الامينية في ثبات الحلزون الثلاثي [2].  
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 (2.1)



الشكل. 1,2 تركيب الكيميائي للجليسين (Gly) والبرولين (Pro) والهيدروكسي برولين [Hyp]

## I-3- 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. [4] يتم إنتاج الجيلاتين من النوع A عن طريق المعالجة الحمضية للمواد الخام الكولاجينية؛ ويتم إنتاج الجيلاتين من النوع B عن طريق المعالجة القلوية أو الجيرية.

تعتمد استخدامات الجيلاتين على مجموعة من الخصائص: الانتقال القابل للانعكاس من هلام الى محلول مائي، لزوجة المحاليل المائي دافئة؛ القدرة على العمل كغرواني واقى؛ نفاذية الماء وعدم ذوبان في الماء الباردة ولكن الذوبان التام في الماء الساخن؛ يتم استخدام هذه الممتلكات في الصناعات الغذائية والادوية والتصوير الفوتوغرافي. بالإضافة الى ذلك يشكل الجيلاتين طلاء

قويا وموحدا وواضحا ومرنا الى حد ما والذي ينتفخ ويمتص الماء بسهولة وهو مثالي لتصنيع

افلام التصوير والكبسولات الصيدلانية [3]

فبسبب هذه الخصائص الوظيفية والتكنولوجية الفريد ادى الى تزايد نسبة الجيلاتين المستهلكة

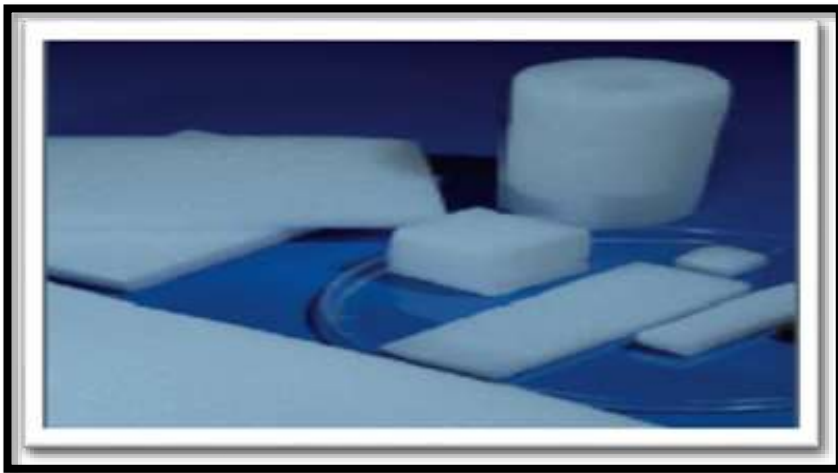
سنويا في كافة انحاء العالم؛ هناك انواع مختلفة من الجيلاتين تكون ذات احجام واوزان جزيئية مختلفة

تباع تجاريا على شكل صفائح او حبيبات او مسحوق وإسفنجي كما هو موضح في كل من الشكلين (3.1)

و(4.1) [1]



الشكل (3.1) الجيلاتين الحبيبي الذي يعتبر الاكثر شيوعا للاستخدام الصناعي [1]



الشكل (4-1): الجيلاتين الاسفنجي الذي يتوفر في المجموعة متنوعة من الاشكال [1]

#### I-4- تحويل الكولاجين الى الجيلاتين:

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

**في الخطوة الاولى:** يتم غسل المواد الخام بالماء لإزالة الشوائب الواضحة ثم معالجتها بالقلويات والاحماض لإضعاف بنية الكولاجين عن طريق كسر الروابط المتدخلة داخل الجزيئات بما في ذلك الروابط التساهمية والهيدروجينية والتخلص من الشوائب الأخرى.

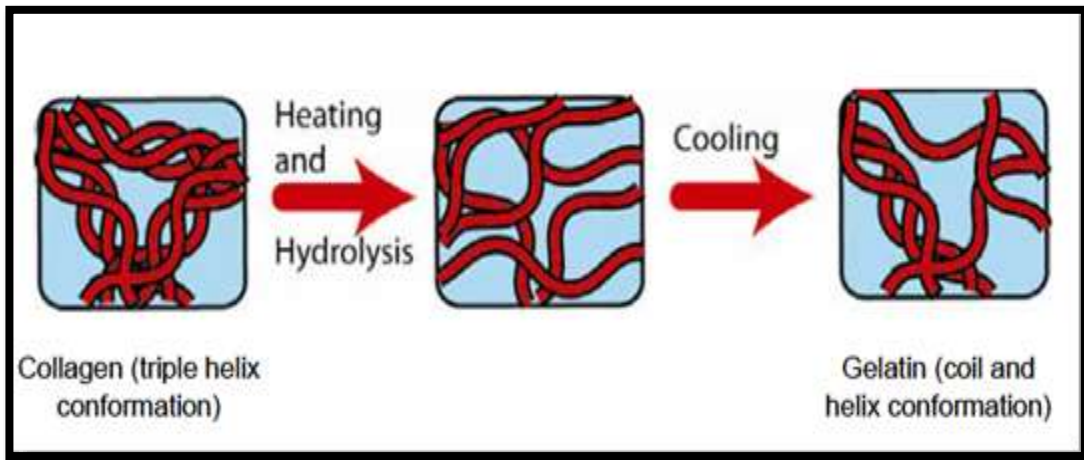
**في الخطوة الثانية:** يتم التسخين في درجات حرارة دافئة لفترة من الزمن من المياه. المعالجة الحرارية والتحلل المائي يؤديان الى انهيار لا رجعة فيه للبنية الحلزونية الثلاثية. وبذلك يتم تشكيل لفائف الجيلاتين العشوائية، والتي يمكن ان تتجدد جزئيا عند التبريد كما موضح في الشكل (1.5)

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

أي باختصار تكون المعالجة عبر:

إزالة الشوائب غير الكالوجينية ← استخراج المياه لتحويل الكالوجين إلى جيلاتين ← الحصول على الجيلاتين المجفف عالي النقاء.

يصنف الجيلاتين وفقا للحمض او القاعدة المستخدم قبل الاستخراج. إذا تم استخدام محلول حمض كمذيب، يتم الحصول على نوع الجيلاتين - (عملية الحمضية) وفي حالة استخدام المذيبات القلوية يتم الحصول على نوع الجيلاتين (عملية قلووية) [7]



شكل (1-5): عملية تمسخ الكولاجين الى الجيلاتين. [6]

**I-5-1- مصدر الجيلاتين**

يمكن تصنيع الجيلاتين من عدة مصادر مختلفة من الكالوجين حيث تعتبر عظام الماشية والجلود المصادر الرئيسية لذلك وهي تمثل نسبة 70% من الجيلاتين، كما يمكن ان يأتي من مصادر زراعية وغير زراعية مثل الاعشاب البحرية [7] [8]

**I-5-1-1- جيلاتين الثدييات :** يستمد من الكالوجين الذي هو المكون الرئيسي للأنسجة الضامة وعظام الحيوانات الفقارية.

دراسة لنعوية مختلفين من الجيلاتين الثدييات أي من الابقار (نوع) او الخنازير (نوع)، فقد كشفت المصادر ان كلا المصدرين يحتويان على مكونات ذات اوزان جزيئية مختلفة واطهرت النتائج ايضا وجود علاقة قوية بين متوسط الوزن الجزيئي وقوة الهلام للجيلاتين مع نقاط الانصهار الكهروضوئية العالية، جيلاتين الثدييات (الخنزير والابقار) هما الاكثر الشعبية ويستخدمان على نطاق الواسع. [7]

**I-5-1-2- جيلاتين الاسماك:** يمكن الحصول على الجيلاتين الاسماك من جلود وعظام الاسماك . حيث ان النفايات الناتجة من معالجة الاسماك بعد التعبئة يمكن ان تمثل 85% من اجمالي وزن الصيد و30% من هذه النفايات تتكون من جلود وعظام الاسماك والتي تحوي على نسبة عالية من الكولاجين وبالتالي يمكن استخدامها لا نتائج الجيلاتين.

قد يوفر استخلاص الجيلاتين من جلود الاسماك مصدر حلال مثال على ذلك:

**-الجيلاتين السمك:** والذي يتم استخراجه من مئانة السمك الهوائية لنوع معين من انواع السمك [7] [8]

**I-5-1-3- جيلاتين الحشرات:** يعتبر الجيلاتين الحشرات مصدر بديلا ومقبول لمنتجات المسلمين [7]

**I-5-1-4- جيلاتين الدواجن:** يمكن اعتبار الدواجن احد مصادر الكولاجين الذي هو مصدر الجيلاتين بسبب توافرها ورخص ثمنها حيث ان عدم استغلال مخلفات يؤدي الى تكتلها بكميات كبيرة ، ونظر الان هذه المخلفات ذات قيمة غذائية عالية ، وبالتالي استخدامات كبديل لمصادر الجيلاتين [9][8]

**I-5-1-5- جيلاتين نباتي :**

الاجار :عبارة عن اعشاب بحرية مجففة تباع في كتب ومساحيق ، تتمتع اجار بخصائص اعداد اقوى من الجيلاتين

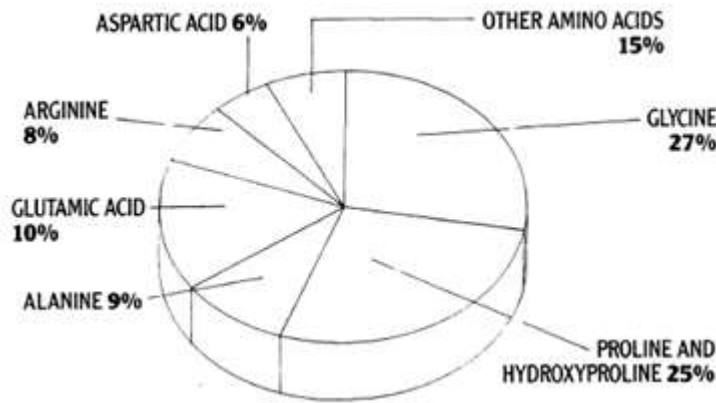
\*الكراجين: والمعروف أيضا باسم الطحلب الأيرلندي.

\*الغشاء المشطية: والذي يتكون بشكل طبيعي في اصناف الفواكه والخضار والذي يستخدم في تحضير المواد الحافظة [8].

### I-6- بنية وتركيب الجيلاتين :

الجيلاتين مزيج من البروتينات الذائبة ذات الاوزان الجزئية العالية التي لها القدرة على تكوين هلام قوي في الوسط السائل. يتكون من 18 حمض اميني مرتبطة مع بعضها بأواصر بيبتيدية ، بحيث تشكل سلسلة متعدد البيبتين تحتوي على اكثر من الف حمض اميني . بحيث يتم علاج الانسجة التي تحتوي على الكولاجين بالحمض الاميني و/ او القلويات المتنوعة بمعالجة حرارية في وجود الماء لكسر بنية الالياف الكولاجين بشكل لا رجعة فيه للحصول على الجيلاتين .

بما ان تسلسل الاحماض الامينية وتكوين الكولاجين من مصادر مختلفة يختلفان اختلافا كبيرا ، فان فواصل الروابط تبدو عشوائية وهذا التحلل العشوائي للرابطة هو السبب الرئيسي لعدم التجانس الجزيئي في الجيلاتين



الشكل 6.I : تركيبة الأحماض الأمينية للجيلاتين [10]

يتأثر الجيلاتين بشدة بالوجود المنظم للجليسين واحد من بين الأحماض الأمينية الثلاث، ووفرة الأحماض الأمينية البرولين وهيدروكسي برولين. إن تسلسل الأحماض الأمينية جليسين-X-برولين وجليسين-X-هيدروكسي برولين، حيث X هي بقايا حمض أميني )، هو المسؤول عن التركيب الحلزوني الثلاثي في الكالوجين كما موضح في الشكل (7.1) [1]



- 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 للجيلاتين الى فئتين:
- ترتبط خصائص الفئة الاولى بالهلامية وبصفة خاصة القوة الهلامية، زمن الهلامية، اللزوجة، التركيبية، والقدرة على تحمل الماء.
  - ترتبط خصائص الفئة الثانية بسلوك الهلام وفقا لخصائص السطح على سبيل المثال: الثبات، الرغوة والقدرة على تشكيل شرائط. [13] [14]

### I-9- فوائد الجيلاتين :

- يمتلك الجيلاتين فوائد صحية وذلك نظرا لاحتوائه على الأحماض الأمينية ذاتها، من هذه الفوائد نذكر:
  - إمكانية تحسين وظائف الدماغ: وذلك لاحتوائه 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 الجسدي (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 الجيلاتين، فظهر لديهم زيادة في الهرمونات المسؤولة عن تقليل الشهية، كما أظهرت أن الجيلاتين 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 الجيلاتين هؤلاء الأشخاص على ضبط مستويات السكر في الدم لديهم، وقد أجريت 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 للكيراتين 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 بالتجعدات الصغيرة: (بالإنجليزية: Stretch marks)؛ حيث إن الكتالوجين يعطي الجلد المرونة، ويعتقد الكثيرون أن الجيلاتين يساعد على تحسين لون الجلد، ومرونته؛ نظراً إلى أنه يستخلص من الكتالوجين، وبالتالي يقلل ظهور هذه التجعدات الصغيرة.
- 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 للكتالوجين، مثل: البرولين، والهيدروكسي برولين، بالإضافة إلى الجليسين، ولكنه لا يحتوي على التريبتوفان، 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. [15-19]

### I-10- 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 للكالوجين معاملة أولية بالأحماض لمدة 24 ساعة ثم بعدها يصبح الجيلاتين قابل للاستخلاص وهو يؤمن اللدونة والمرونة.

- العملية القلوية (نوع الجيلاتين B-): حيث أن المادة الخام الرئيسية هي جلود وعظام الأبقار تجرى للكالوجين معاملة أولية بالقلويات لمدة تصل إلى عدة ساعات ثم بعدها يصبح الجيلاتين قابل للاستخلاص. وهو يؤمن قوة هلام عالية. [12] [14]

### I-11- استعمالاتها :

الجيلاتين يدخل في تصنيع العديد من الأغذية والأدوية وغيرها من الصناعات بسبب صفاته الوظيفية، ونذكر البعض من استعمالاته

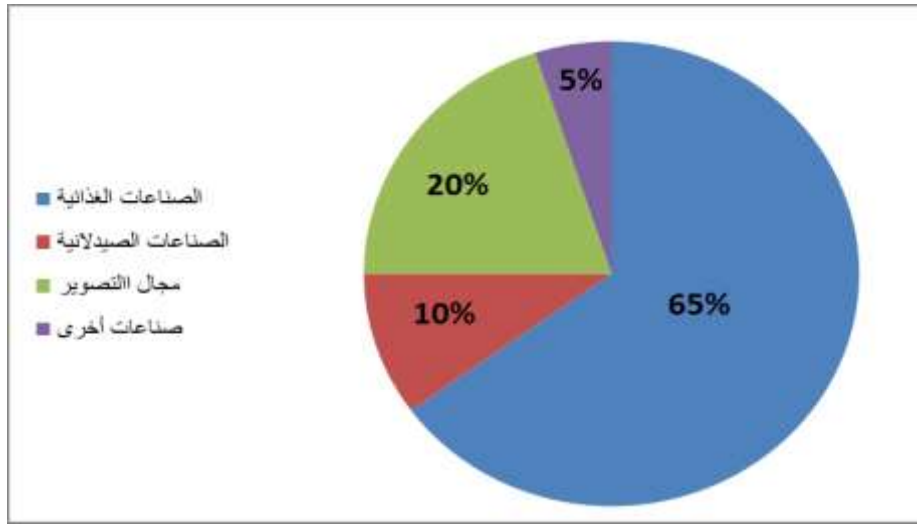
1. في صناعة الهلام
2. في صناعة الأجبان العديدة
3. في صناعة الحلويات المختلفة - Confectionery وصناعة الشوكولاتة، كما يدخل في صناعة أنواع اللبان والعلكات - Chewing Gums المختلفة لإعطاء الليونة للمنتج
4. في صناعة الكعك وغيرها من مواد المخازير
5. يدخل أيضا في إنتاج زبدة المارجرين كمادة مستحلبة بسبب قابلية الجيلاتين العالية للارتباط بالماء وفي صناعة (البوذة) الأيس كرم
6. في صناعة المواد الدوائية. يستخدم الجيلاتين في صناعة الكبسولات الطبية على اختلاف أنواعها، والتي عادة ما تملأ بحبات الدواء صلبة مطحونة، أو نصف صلبة في حين تحوي الكبسولات الصلبة على مواد صيدلانية سائلة، حيث توفر هذه الكبسولات طريقة مثالية لتوصيل الجرعات الطبية (الدوائية)
7. يستخدم في التطبيقات البيطرية - Veterinary Applications
8. يستخدم في مستحضرات التجميل المختلفة وفي شريط من البلاستيك للفيلم الفوتوغرافي [20]

9. تم استخدام الجيلاتين في الصناعات الصيدلانية كمثبت في اللقاحات الفيروسية الموهنة الحية (النكاف، داء الكلب، الحصبة، الخناق، إلخ)، كحقن في الوريد ومجهرية دقيقة عن طريق الحقن لتوصيل الدواء

10. يمكن أن يساعد الكولاجين في التعبير الوظيفي للخلايا والأنسجة وتكوين الأعضاء. وقد أظهرت الأبحاث الإضافية أن تناول هيدوليسات الجيلاتين أو الكولاجين فعال في الحد من آلام مرضى هشاشة العظام، كما أنهم يشاركون أيضاً في تركيب مصفوف الغضروف

### I-12- الإنتاج العالمي للجيلاتين:

تقدر كمية الانتاج العالمي للجيلاتين حوالي 300,000 طن تستخدم للأغراض الصناعية مختلفة.



الشكل 8.1: دائرة نسبية تبين نسب استهلاك الجيلاتين في العالم

## مراجع الفصل الأول

1 Gelatine Hend book Reinhard Schrieber P 1-6) 2007)

2- م. أبو حسن وأحمد مالو 2014 شروط استخلاص الكولاجين من جلود كل من الأبقار والأغنام والدجاج والمقارنة بينها

3-ح. وضاح معيبد. (2011). دراسة العوامل المؤثرة في استخلاص الجيلاتين. مجلة علوم المستنصرية، 22(6) ، 93-104

4-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), P 198-212...

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

6-Trance, G. (2011). Synthesis, characterization, and biological evaluation of gelatin-based scaffolds. ArXiv preprint arXiv: 1101.1651.

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

8- Peggy Trozbridge Filippone "Gelatin Varieties and Types" ،thespruceeats،

9\_Elsanat, S. Y., Korish, M. A., & Ammar, A. K. Optimizing The Extraction Conditions of Gelatin Obtained from Chicken Processing By-Products.P44-43

10- Hudson, C. B. (1994). Gelatine—Relating Structure and Chemistry to Functionality. In Food Hydrocolloids (P 347-354). Springer, Boston, MA

11-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), P 192-205.

12-الكريم عثمان. الجيلاتين ووقوع الأستحالة دراسة من المنظور الكيميائي تصنيعي ومن منظور فقهي تأصيلي عبد

13-] [Sukkwai, S., Kijroongrojana, K., & Benjakul, S. (2011). Extraction of gelatin from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) skin for gelatin hydrolysate production. International Food Research Journal,

14- أ. محمد، الشاذلي، مشتهى الشيخ، معزة مدثر، مودة كمال، & السني حامد إبراهيم. (2017).

استخلاص الجيلاتين من جلود الإبل، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

15- ه.فاضل (2014). دراسة تأثير التخزين على تحرر الدوكسيسكلين من الكبسولات الجيلاتينية الصلبة

16- Gelatin", www.webmd.com,

17- MaryAnn de Pietro "Eight health benefits of gelatin"،

18- Alexandra Rowles."What Is Gelatin Good For? Benefits, Uses and More" ،www.healthline.com,

19- Shaun DMello, "Health Benefits of Gelatin" ،www.medindia.net.

20- Mian N.Riaz, Muhammad M.Chaudry, Halal Food Production, ,P91:

الفصل الثاني  
طرق وتقنيات كهروكيميائية  
المستخدمة

**تمهيد:**

بعد ما تعرفنا في الفصل الأول على مادة الجيلاتين بشكل عام، في هذا الفصل سنقوم بدراسة مختلف التقنيات الكهروكيميائية والأجهزة المستعملة.

**نبذة تاريخية:**

الطرق الكهروكيميائية التي اقترحت وتم تجربتها واعطت نتائج مذهلة هي تلك التي طورت في روسيا في العقد الأخير أي في بداية عام 2000 وتمثلت في:

\_ الطريقة الامبيرومترية والتي اقترحت من طرف الباحث (Y. I. Yashin).

\_ الطريقة البوتنسيومترية اقترحت من طرف الباحثة (H.Z. Braynina) وتمكنت من تطويرها والحصول على براءة اختراع.

\_ الطريقة الكالومترية من طرف الباحث (G. K. Budnikov) وتمكن هو الآخر من تطويرها والحصول على براءة اختراع.

هذه الأخيرة التي تطرق لها لأول مرة (S. Chevion) و ((R. Kohen في بكورة ابحاثهما حول مضادات الاكسدة في جسم الانسان، وهذا لحل إشكالية تقدير الفعالية المضادة للاكسدة في بلازما الدم والانسجة الحية حيث كانت العكارة تعيق عملية التقدير في الطرق الطيفية بالإضافة الى الزمن الكبير الذي تستغرقه هذه الطرق.

لقد كان هدف الباحثان هو إيجاد طريقة بسيطة وسريعة ودقيقة تمكنهم من تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة في الأنظمة الحية وذلك لمتابعة المرضى وتشخيص حالاتهم الصحية كما يمكنهم من اختبار الادوية واثارها. وقد تطورت هذه الطريقة أكثر من مرة وتم تعميمها لتشمل أصناف أخرى من المواد المدروسة عدا الانسجة الحية وبلازما الدم. فقد تم دراسة المركبات النقية والخلائط المعقدة والمواد الغذائية ومستخلصات النباتات مثل الشاي والقهوة وعدد كبير من النباتات العطرية والخضر مثل الفلفل والبصل والفواكه، حتى الالبان والخمور. [1]

**II-1- تعريف التقنيات الكهروكيميائية :**

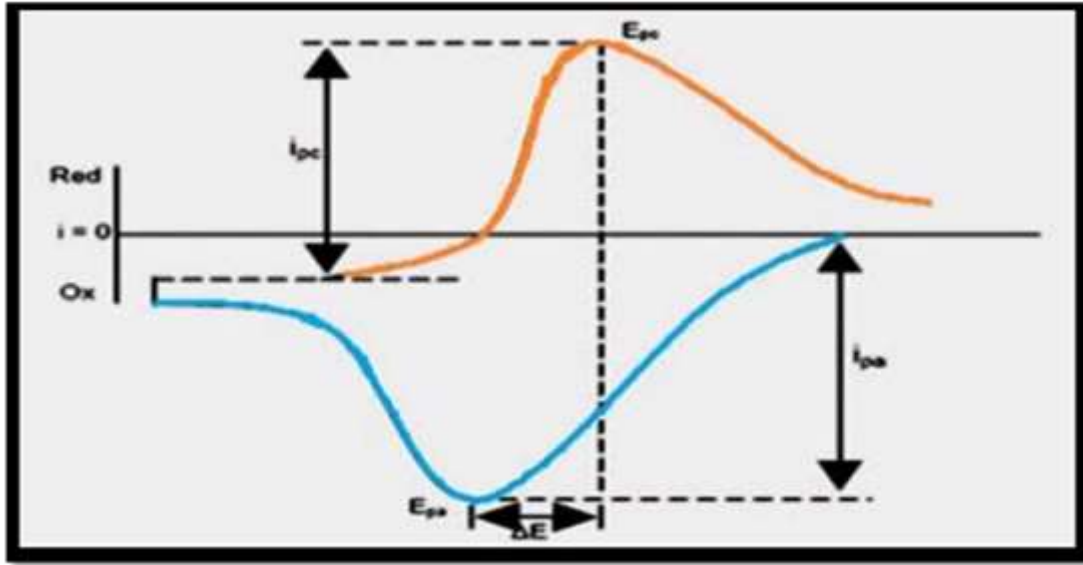
تعتبر طرق التحليل الكهروكيميائي من أكثر الطرق التحليلية الآلية شوعا في مجال التقدير الكمي بصفة خاصة. وتعتمد هذه الطرق على القياسات الكهروكيميائية التي تشمل التيار، والمقاومة، والجهد حيث انه يوجد علاقة بينها وبين مكونات المحلول الموجود في الخلية الكهربائية. وبشكل عام فإن الطرق الكهروكيميائية ذات حساسية وانتقائية عاليتين، كما انها غير مكلفة من الناحية التجارية، وسهلة الاستعمال. وتعد تجهيزاتها المستعملة في مجال الأدوية شاهدا على ذلك، حيث تتصف ببساطة عملها وإمكانية نقلها بسهولة، وكذا رخص ثمنها، إضافة على علو المصدقية وعلو الحساسية المتحصل عليها نتيجة القياس بهذه التقنيات التحليلية.

اما الأقطاب العاملة المثالية والمستخدمة في التحليل الكهروكيميائي بوجه عام فتصمم لتصبح انتقائية أكبر قدر ممكن، وتصنع هذه الأقطاب من مواد رخيصة الثمن، ثابتة غير سامة وذات عمر زمني طويل يسهل من خلالها التعرف على كمية المادة الناتجة. [2]

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

### II-1-1- الفولطامتر الحلقي (cyclic voltametry) :

الفولطامتري الحلقي cyclic voltametry من أكثر التقنيات 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 [3]. فهي تسمح بتحديد وقياس كمية عدد كبير من المركبات وأيضا دراسة التفاعل الكيميائي. ولقد اختيرت هذه الطريقة لدراسة انعكاسية الانتقال الالكتروني لرسم منحنى (voltammogram) [4]. حيث يتم مسح الجهد بصورة حلقة فتشكل قمة مصعدية ومع تفاعل الأكسدة يرجع لتشكل قمة مهبطية وينتهي بتشكيل المنحنى التالي:



الشكل (II- 01) :منحنى الفولطامتري الحلقي [4] .

حيث:

- Ipc ، IPA: تيارات النتوءات المصعدية والمهبطية.
- Epa،Epc: كمون النتوءات المصعدية والمهبطية.
- ΔEP: التغير في المكونات بين Ipc وIPA. [5].

تستخدم هذه التقنية البسيطة بشكل شائع للتوصيف الأولي لنظام الأكسدة والاختزال (التحليل). بالإضافة الى تقديم تقدير لإمكانات الأكسدة والاختزال، يمكن أيضا ان يوفر معلومات حول معدل النقل الإلكتروني بين القطب الكهربائي والتحليل، وعن ثبات المادة التحليلية في حالات الأكسدة المختلفة الخاصة بها. [6]

## II-1-2- الكرونوأمبيومتري (chronoampérométrie) :

الكرونوأمبيومتري هي تقنية تعتمد على متابعة التغير في التيار الكهربائي بدلالة الزمن وذلك بثبيت قيمة الجهد عند قيمة محددة، والحصول على منحني كثافة التيار بدلالة الزمن  $f(t) = i$  من خلال عملية الترسيب، تهتم هذه الطريقة بشكل أساسي بتشكيل اطوار جديدة على القطب وبالتالي فهي تسلط الضوء على ظاهرة التشكل والنمو البلوري بالترسيب، حيث تتم الاستجابة في وجود أنماط نشطة كهربائيا والتي تخضع لتفاعل الانتقال الإلكترونيات عند معدل تحكم الانتشار في ظل هذه الشروط، يتم التعبير عن التيار بدلالة الزمن [7].

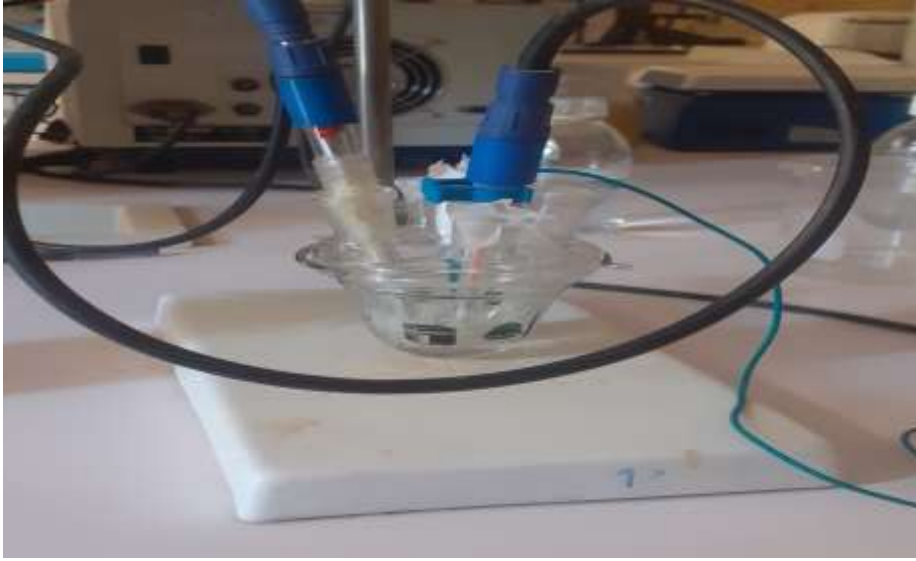
## II-2- الأجهزة الكهروكيميائية المستعملة :

هي أجهزة تستخدم مبادئ كيمياء الكهربائية أي التفاعلات الكيميائية، تعرف التفاعلات الكهروكيميائية بأنها عملية مرور التيار الكهربائي بين مادتين تشتمل على نقل الإلكترونات، بحيث تكون إحدى المادتين صلبة والأخرى سائلة، ويكون حدوث التفاعل الكيميائي مصحوبا بامتصاص الحرارة او تحريرها، لتوليد التيارات الكهربائية بين الأقطاب أو بالعكس، وتستخدم في العديد من أجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة.

ونذكر من هذا الأخير الخلية الكهروكيميائية.

## II-2-1- الخلية الكهروكيميائية :

الخلايا الكهروكيميائية هي خلايا تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية أو العكس، نتيجة لحدوث عدد من تفاعلات الأكسدة والإختزال في الخلايا. من ضمن تلك الخلايا خلية جلفانية أو الخلية الفولتية المسميتان باسم صاحب كل منهما وهما العالمين لويجي جلفاني وإليساندرو 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 غطائها يحتوي على خمس ثقب ثلاث منها تسمح بدخول (إلكتروليت العمل، إلكتروليت المرجع، إلكتروليت المساعد) أما الثقبان الآخران فأحدهما يسمح بتزويد الوسط بالأكسجين، والثقب الآخر يكون لإضافة المواد.



الشكل (02 - II): صورة الخلية الكهروكيميائية

**II-2-2- الأقطاب :****أ- القطب المساعد (Pt):**

هو عبارة عن سلك من البلاتين أو الفضة، من صفاته انه يسمح بمرور التيار خلال الإلكتروليت حيث يوضع بالتوازي مع قطب العمل للحصول 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.

[8]



الشكل (03 - II): قطب البلاتين المساعد (Pt)

**ب- القطب المرجع (ECS):**

يعتبر القطب المرجع من اهم مكونات الخلية الكهروكيميائية، هذا القطب يجب ان تكون له قيم ثابتة ومحددة، كما يسمح بتحديد جهد قطب العمل، وهذا مهم كونه يسمح بالتحقق بين الفرق في الجهد بين القطبين.

لوحظ أيضا أنه من الضروري الإشارة الى طبيعة القطب الكهربائي المستخدم في جميع القياسات الفولطامترية، القطب المرجعي المستخدم مقارنة بقطب الهيدروجين القياسي (E=0). [9]



الشكل (II-04): قطب المرجع (ECS)

### ج-قطب العمل (ITO):

تصنع هذه الأقطاب من أحد العناصر الحرة مثل Cu،Zn هذه الأقطاب تدخل في توازن كيميائي مع أيونات نفس العنصر الموجود في المحلول الألكتروليتي، حيث يعتمد قياس جهد هذا القطب على تركيز أيوناته في ذلك المحلول.

من حيث المبدأ يمكن أن تصنع الأقطاب من أي عنصر بشرط أن يكون ذلك العنصر أيونات بسيطة في محلوله. ولكن عند التطبيق فهناك صعوبات كثيرة فمثلا. هنالك عناصر عالية الفعالية لا يمكن أن تصنع 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 منظمة على سطحها وبالتالي عدم الوصول الى 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 كلا منها يدعى بنصف الخلية أو أنصاف الخلايا. تم الإعتماد في هذه التجربة على قطب العمل من قطعة زجاجية مسطحة مغطاة من جانب واحد

بأكسيد الانديوم المطعم بالقصدير (ITO) حيث يترسب عليه الجيلاتين. [10]



الشكل (II-05): قطب العمل (ITO).

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

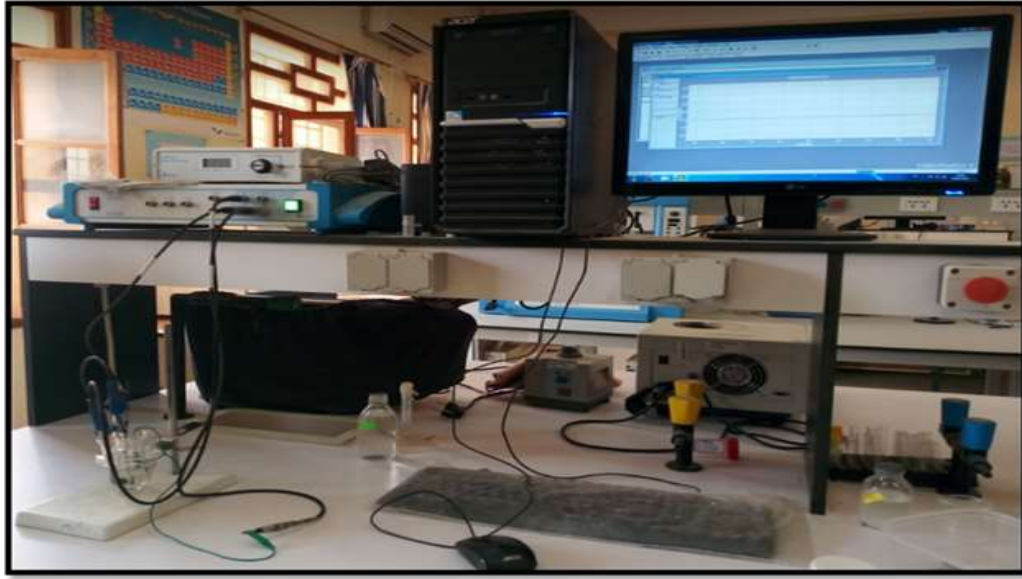
- الأستون
- الماء المقطر

### II-2-3- التركيب التجريبي المستعمل :

تم إنجاز التجربة الكهروكيميائية باستعمال Voltapal PGG301 (galvanost potentiostat) موصول بجهاز كومبيوتر لتسجيل البيانات وذلك بإستعمال برنامج voltmaster4 والذي يسمح بحساب خصائص الكهروكيميائية ورسم المنحنيات والطباعة. هذه المعدات توصل بالخلية الكهروكيميائية المكونة من ثلاث أقطاب. [10]



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



الشكل (II-07): صورة ل جهاز Voltabal PGG301 والخلية الكهروكيميائية وجهاز الكمبيوتر.

### II-3-3- 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

#### II-3-3-1- مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV -visible) :

مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية وهي نوع من أنواع المطيافات والتي تصنف تحت مطيافية الامتصاص، والذي يحدث في مجال الأشعة فوق البنفسجية المرئية، هذا يعني أن هذه المطيافية تستخدم الضوء في المجالين المرئي وفوق البنفسجية، حيث يتم امتصاص بواسطة جزيئات المادة في المحلول، يتناسب هذا الامتصاص طردا مع التركيز حسب قانون بير لامبرت:

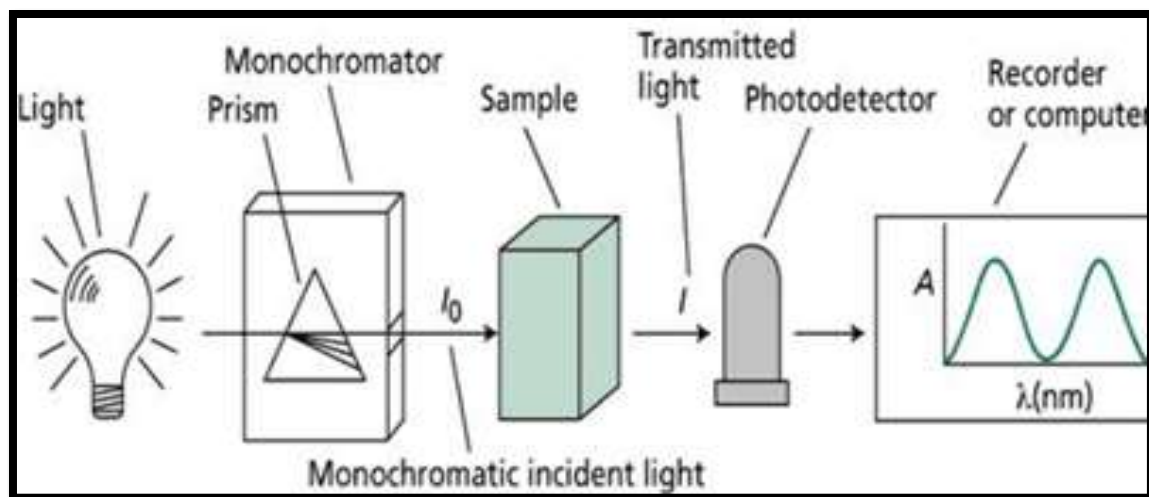
$$A = \epsilon \cdot L \cdot C$$

لكل مادة كيميائية طول موجي تمتص عنده الأشعة في المجال المرئي، حيث تحدث انتقالات إلكترونية من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة نتيجة تأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي. [11]

#### II-3-3-2- الوحدات الأساسية للمطيافات :

يتكون مطياف من وحدات أساسية تختلف باختلاف نوع المطياف، وهذه الوحدات هي: -

- مصدر الأشعة
- موحد الموجات
- خلايا وضع العينات
- وحدة قياس طاقة الأشعة
- مسجل البيانات



الشكل ٨. رسم تخطيطي يوضح مبدأ عمل جهاز المطيافية الأشعة (UV visible) [12]

## مراجع الفصل الثاني

## مراجع:

[1] ر. بوصبيح إبراهيم، دراسة فعالية التآزر لمتعدد الفيولات المرجعية لتنشيط الخاصية المضادة للأكسدة بالطرق الكهروكيميائية. الوادي. جامعة حمة لخضر. كلية العلوم والتكنولوجيا (43، 44)، (2013)

2-R. A. Meyre، Encyclopedia of Analytical chemistry، Vol. 2، John Wiley، Sons ،LTD، New York ، 2000.

[3] -J P.Pulicani، étude du comportement électrochimique de composés polyfonctionnels et de dérivés comportant un groupement xanthate، Thèse de doctorat. Ecole Polytechnique. (2013)

[4] -س. لقميري . تحضير ودراسة الكهروكيميائية وبنوية للأمينات فيروسينيلميثيل أمين-2-(4،3) - نثروبينزين. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح (2008).

[5] -ح. بن ساسي. تصنيع ودراسة كهروكيميائية لبعض المشتقات الفينيلهدرازيدالفير وسينية. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح (2013).

[6]-N.Mouats. Etude électrochimique des dérivés de 1 acide 2-Nitrophenyl sulfonyl Acétique. Mémoire de Magister. Skikda : Université De 20 Aout 1955.

[7] -J. Wang. Analytical electrochemistry. John Wilay& sons Hoboken. New Jersey. United State. (2006).

[8] -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).

[9]-A. J. Bard. L. R. Faulkner. Electrochemical methods Fundamentals and Applications. John Wiley& sons, (2001).

[10]-A.Khalifa. H.Guitoubi. Préparation d'électrodes modifiant par voie électrochimique. , Mémoire de Mastère. Universitaire d-eloued, (2018) .

[11] V.Bondet, W.Brand-Williams, C. Berset, Technol, 30(1997)609-61

[12] -ر. جعفر عزي. التحليل الكيميائي الآلي للمرحلة الرابعة – قسم العلوم – كيمياء الجامعة المستنصرية كلية التربية الساسية قسم العلوم / فرع الكيمياء كيمياء الآلي العملي للمرحلة الرابعة قسم العلوم – فرع الكيمياء للسنة الدراسية (2016\_2017)

## الفصل الثالث

دراسة كهروكيميائية جيلتين  
تجاري وغير تجاري

**تمهيد:**

سيتم في هذا الفصل دراسة كهروكيميائية لمحاليل مختلفة تحتوي على نوعين من مادة الجيلاتين Gélatine (التجاري وغير تجاري) على شريحة الزجاج الناقل ITO، واعتمادا على دراسة سابقة قد تم فيها مقارنة بين مدى استجابة كهروكيميائية مادة الجيلاتين Gélatine في اوساط مختلفة بواسطة طرق نذكر منها الكرونوامبيرومترى والفولتامترى الحلقي فكانت نتيجتها الحصول على قطب معدل ITO/Gélatine والتعرف على خصائصه بواسطة تقنيات استعملت لهذا الغرض منها على سبيل المثال الاشعة السينية (DRX) والماسح المجهرى والاكتروني [1] ، كتكملة للدراسة السابقة نتطرق في هذه العمل لإنجاز أقطاب معدلة ITO جيلاتين وتطبيقها في إسترجاع المعادن الثقيلة .

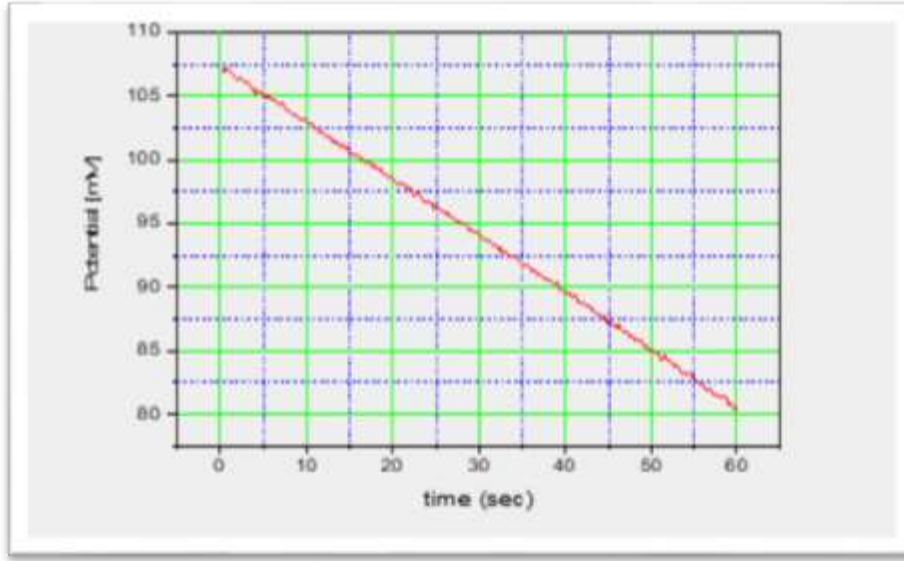
### III.1 الدراسة الكهرو كيميائية لمادة الجيلاتين التجاري Gélatine على قطب محضر ITO:

#### III.1.1 تحضير المحاليل:

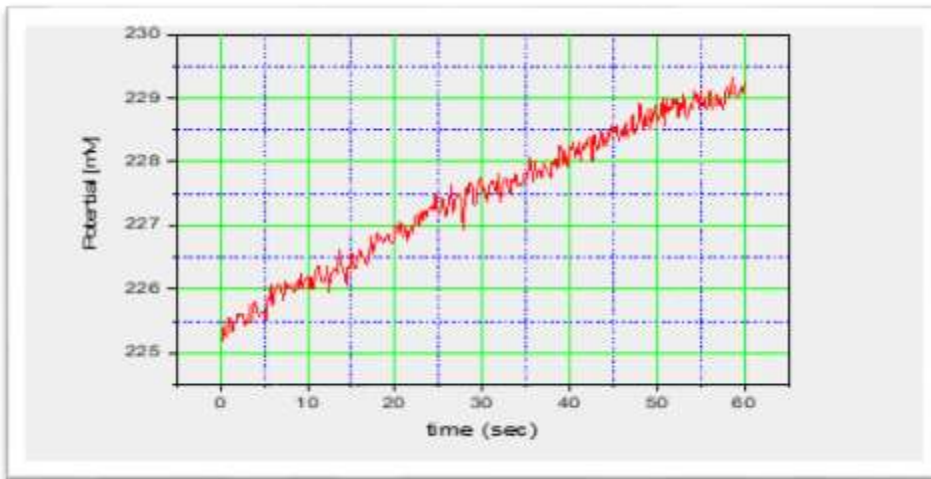
يحتوي المحلول الالكتروليتي على المذيب الماء المقطر والإكتروليت المساعد HCl تركيزه

$$C=1 \text{ M} \text{ وكتلة من الجيلاتين التجاري قدرها } m= 0.02 \text{ g.}$$

باستعمال التركيبة التي تحتوي على الخلية الكهروكيميائية وجهاز الفولطالاب والاقطاب الثلاثة، قطب العمل (ITO) والقطب الثانوي (Pt) والقطب المرجعي (ECS) نقوم بدراسة اولية بقياس جهد التوازن لمحلول يحتوي على المذيب والإكتروليت المساعد ومحلول يحتوي على المذيب والإكتروليت المساعد والجلاتين على قطب العمل ITO بأخذ عينة حجمها (V=15 ml) وذلك للحصول على منحنى الجهد بدلالة الزمن  $t_{opc}$  لمدة دقيقة في درجة حرارة الغرفة كما هو موضح في الشكل (1-1)



الشكل (III-1): جهد التوازن في حالة مفتوحة دارة لمدة  $t=60s$ .



الشكل (III-2): جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة  $t=60s$  في وجود الجيلاتين

بعد ايجاد قيمة جهد التوازن ننتقل للمرحلة الموالية حيث يتم اغلاق الدارة الكهربائية ومتابعة الدراسة

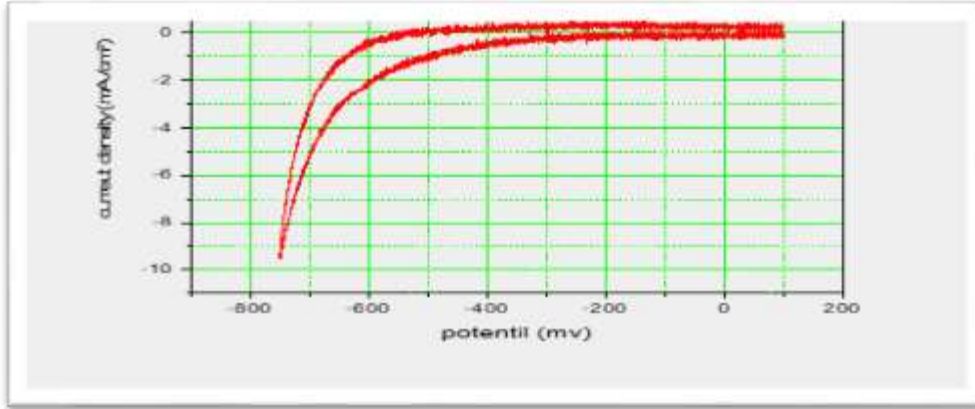
بتقنية الفولط امثري الحلقي للحصول على قطب معدل ITO جيلاتين

### III. 1. 2 تحضير قطب معدل (ITO/جلياتين)

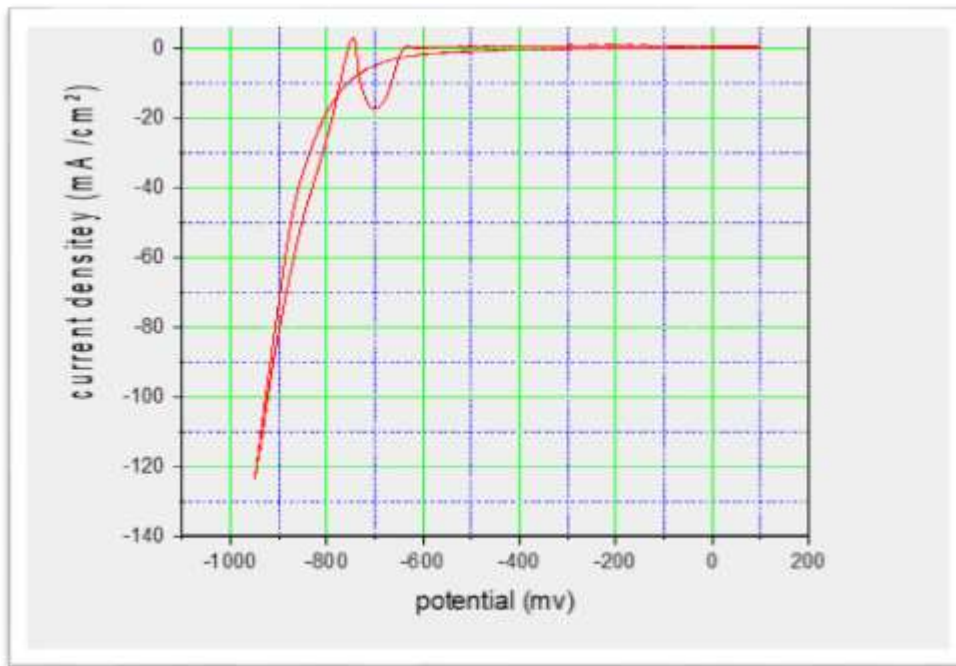
باستعمال الفولطامثري الحلقي نبحث عن جهد ارجاع للجيلاتين وذلك

بتغيير مجالات المسح من  $100\text{ mv}$  الى  $750\text{ mv}$  -  $100\text{ mv}$  الى  $950\text{ mv}$  -  $300\text{ mv}$  الى  $1000$  كما موضح في الاشكال

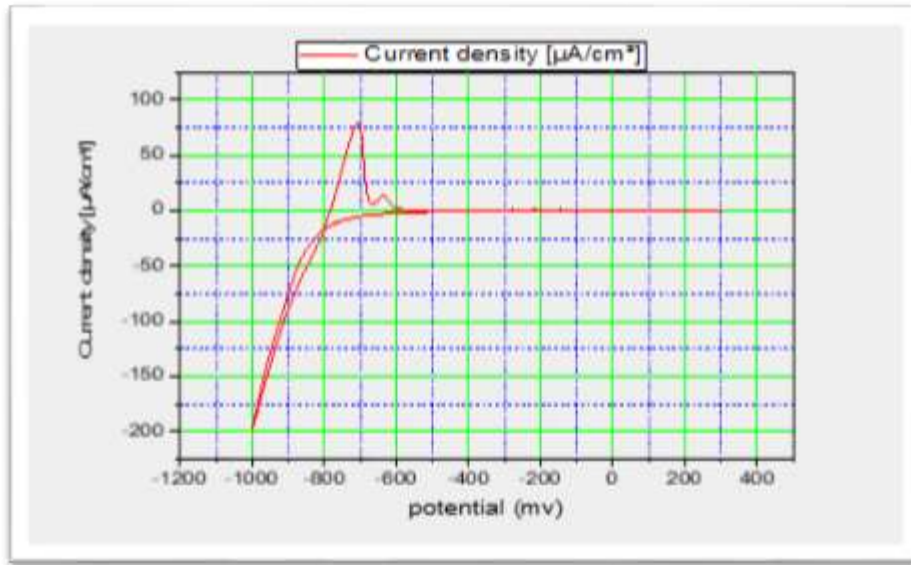
(III-3) و (III-4) و (III-5)



الشكل (3-III) منحى الفولطامتري الحلقي على القطب ITO عند المجال  $-100\text{mv}$  الى  $750\text{mv}$  - بسرعة مسح  $v= 30 \text{ mv/s}$

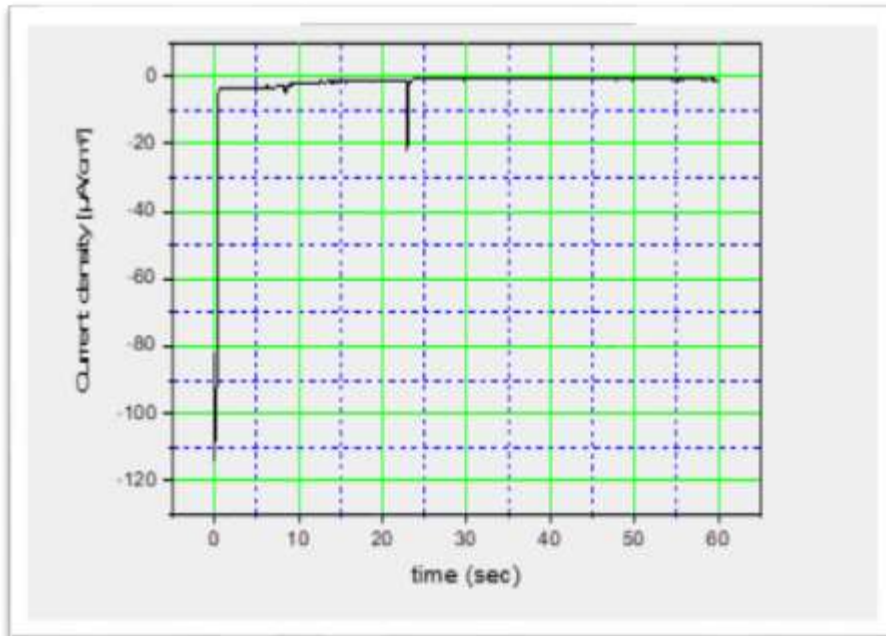


الشكل (4-III) :منحى الفولطامتري الحلقي على قطب ITO عند المجال  $100 \text{ mv}$  إلى  $-850\text{mv}$



شكل(III-5): منحني الفولتامترية الحلقي على القطب ITO عند المجال من 300mv إلى -1000mv-

من خلال منحني الشكل (III-5) يتم اخيار أصغر قيمة جهد  $E = -1000 \text{ mV}$  وباستعمال تقنية الكرونوامبيرومترية نلاحظ تغير التيار الكهربائي بدلالة الزمن على قطب العمل ITO كما هو موضح في الشكل (III-6) وذلك ترسب كمية الجيلاتين الموجودة في المحلول خلال ساعة من الزمن.

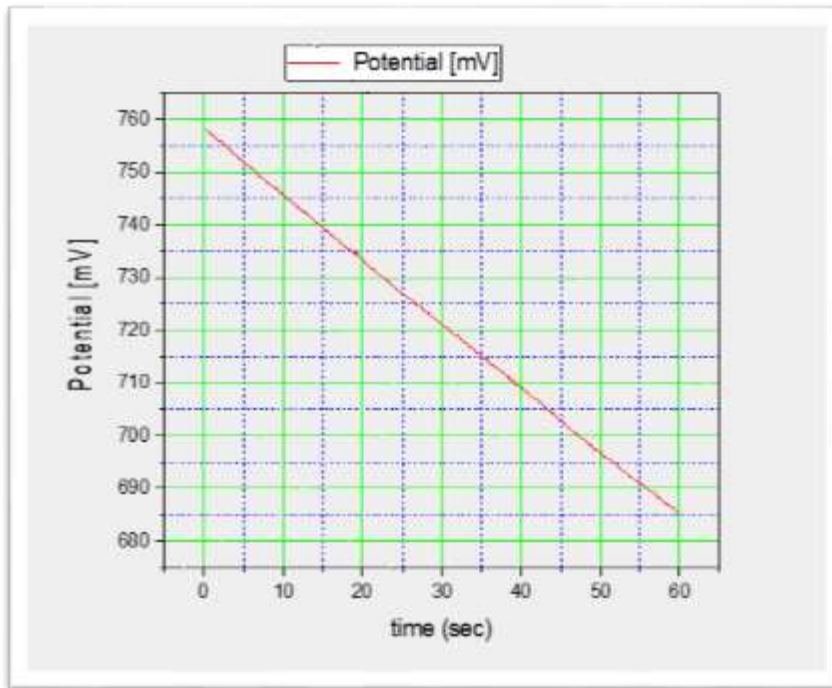


الشكل (III-6) منحني الكرونومتري يمثل تغير التيار بدلالة الزمن من  $t = 60 \text{ mi}$  عند  $E = -1000 \text{ mV}$

بعد دراسة وتتبع السلوك الكهروكيميائي لمادة Gélatine في الوسط الحامضي والحصول على قطب معدل في الشروط السابقة نأخذ 50 ml من 1M HCl اضفنا مع 0.08g من  $\text{CuSO}_4$  (شوارد النحاس)

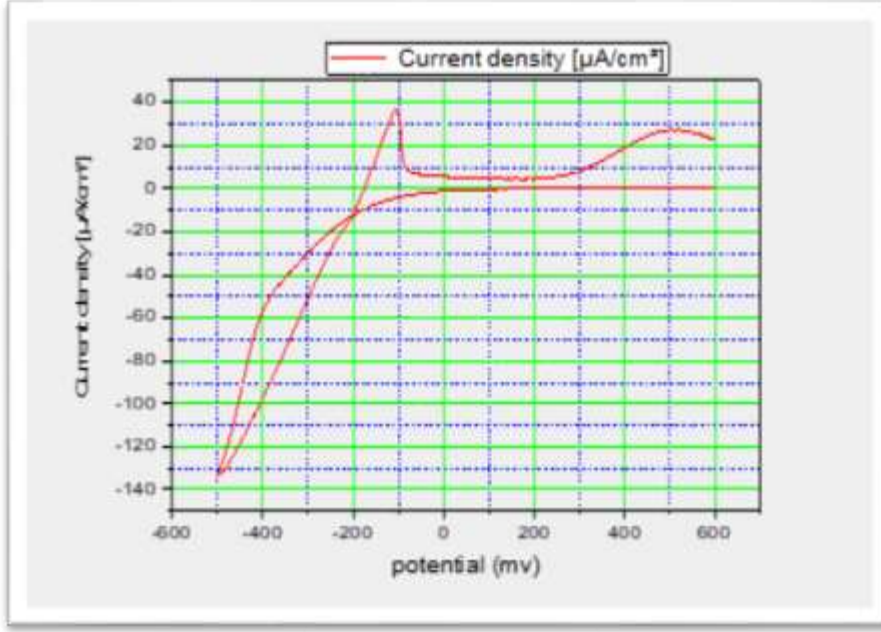
### III. 1. 1.2 ارجاع النحاس على القطب ITO / جيلاتين

لنتحصل على محلول شوارد النحاس بتركيز  $0.16\text{mol/l}$ ، وغمسنا فيه الصفيحة المترسب عليها الجيلاتين التجاري ثم تم قياس جهد التوازن له كما موضح في الشكل (III-7)



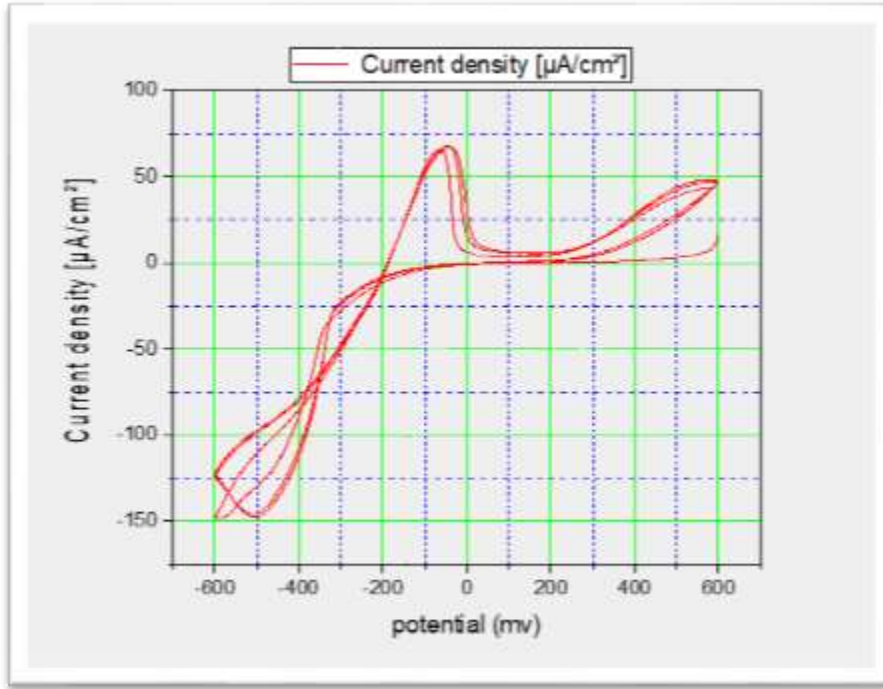
الشكل (III-7): منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة بدلالة الزمن.  $t=60\text{s}$  للمحلول شوارد النحاس

بعد ايجاد قيمة جهد التوازن شوارد النحاس تم تحديد مجال الفعالية للكهروكيميائية عند سرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$  في درجة الحرارة للغرفة، ولمعرفة سلوكه تم دراسته على المجال من 600mv الى 500 mv - لوحظ ظهور في القمم المهبطي والمصعدية كما موضح في الشكل (III-8) توسيع المجال من 600 mv الى 600 mv - وتسجيل ثلاث حلقات لوحظ زيادة في القمة المهبطي يرافقه زيادة في القمة المصعدية والموضحة في الشكل (III-9) وعليه تم تسجيل عشرة حلقات في نفس المجال لوحظ زيادة في القمة المهبطية كنتيجة لارجاع شوارد النحاس ثم تناقصت تدريجيا كما موضحة في الشكل (III-10)



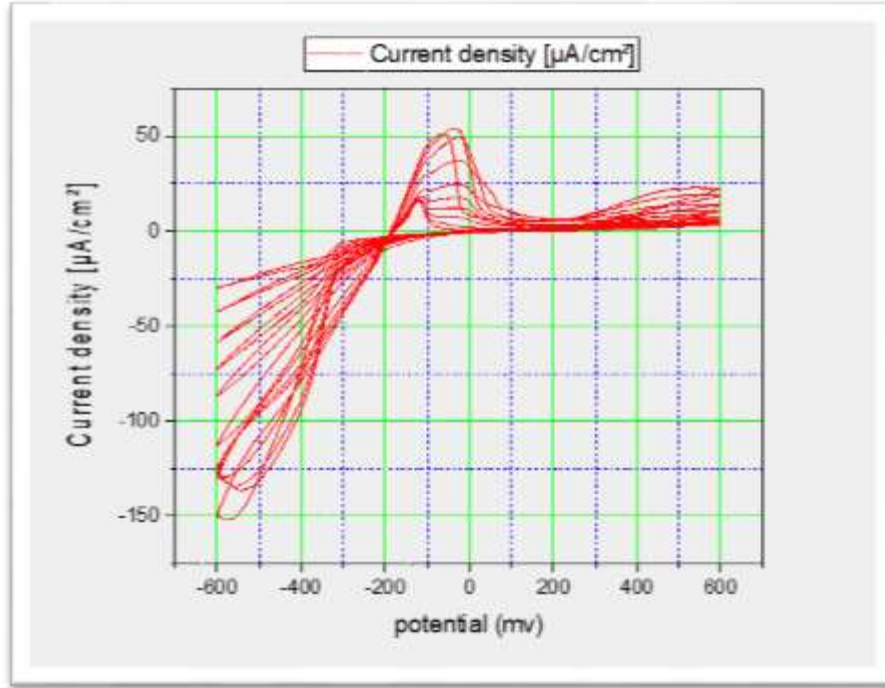
الشكل (III-8): منحني الفولطامتري الحلقي شوارد النحاس عند المجال من 600mv إلى -500mv عند سرعة مسح [30]mv/s

E=



الشكل (III-9): منحني الفولطامتري الحلقي شوارد النحاس عند المجال من 600mv إلى -600mv عند سرعة مسح

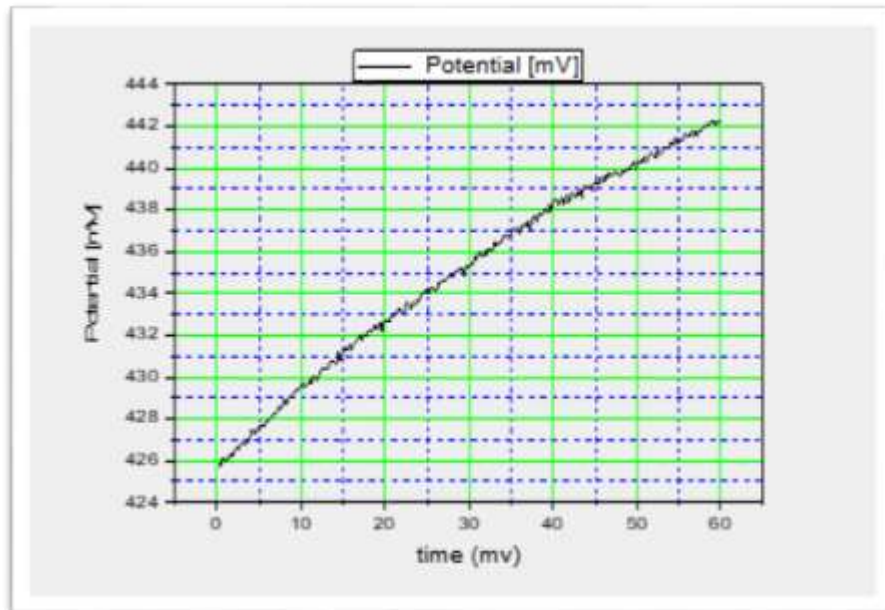
V=[30]mv/s



الشكل (III-10): منحني 10 حلقات لمحلول شوارد النحاس عند المجال من 600mv إلى -600mv عند سرعة مسح  $V=[30]mv/s$

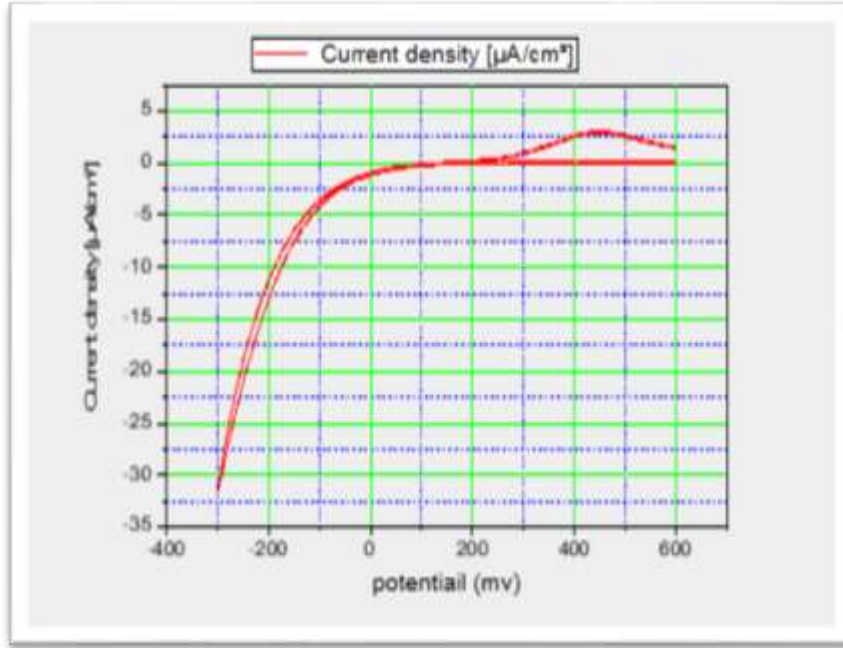
### III .1. 2.2 ارجاع النحاس على ITO

بعد الدراسة على الصفيحة المترسب عليها الجيلاتين التجاري تطرقنا الى الدراسة على صفيحة ITO ووضعناها في نفس الكمية من محلول شوارد النحاس وفي نفس الشروط السابقة، ثم تم قياس جهد التوازن له والموضح في الشكل (III-11):

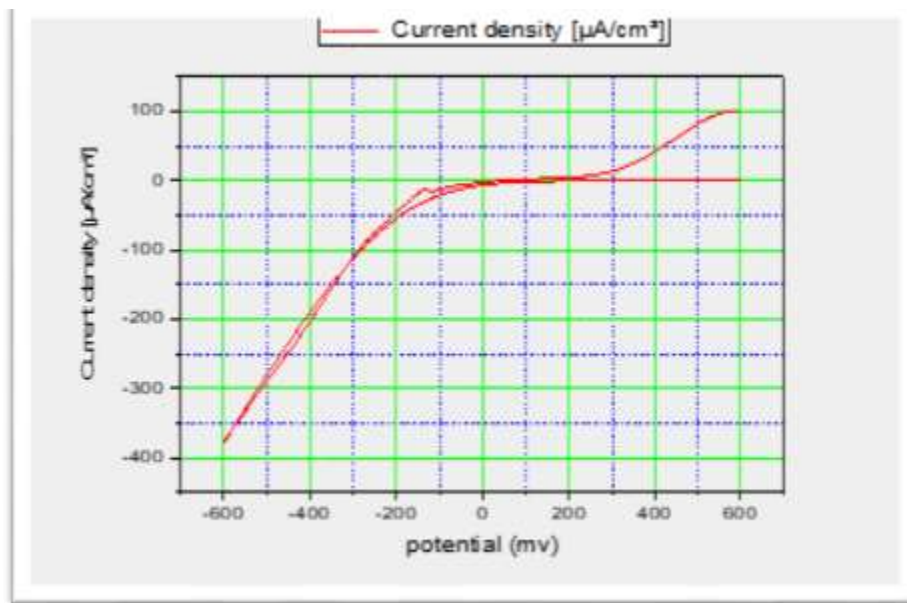


الشكل (III-11): منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دائرة مفتوحة لمدة  $t=60s$  للمحلول شوارد النحاس

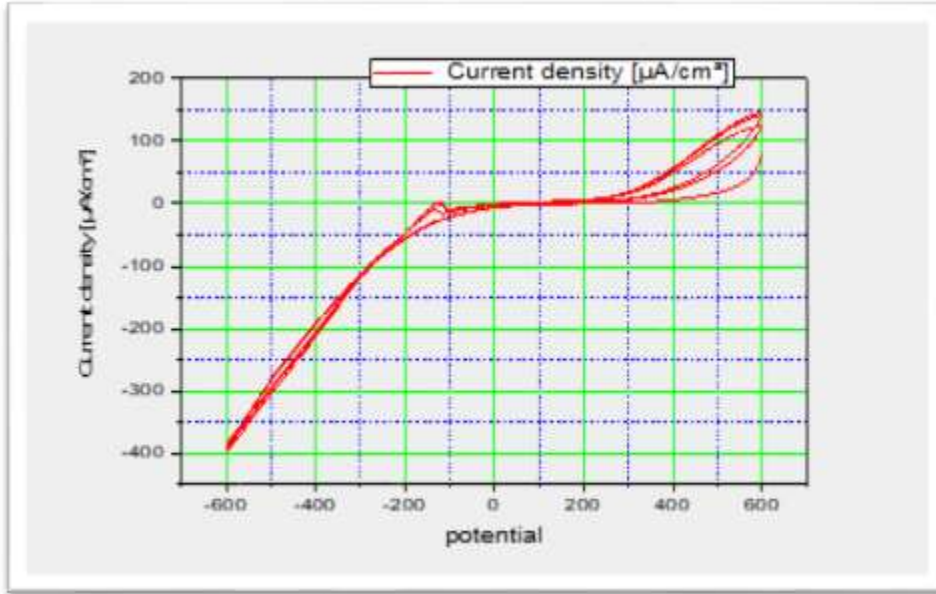
بعد قياس جهد التوازن تم اختيار مجال الفاعلية لدراسة الكهروكيميائية للمحلول ، وباستعمال الفولتامetri الحلقي نبحث عن جهد الارجاع شوارد النحاس بتغيير مجالات المسح حيث عند المجال من 600 mv الى 300 mv- لم نلاحظ اي ظهور في قمم الاكسدة والارجاع كما موضح في الشكل (III-12) ، وعليه قمنا بتوسيع المجال من 600 mv الى 600 mv- حيث لا حظنا نتوء صغير عند الاكسدة  $E = -150\text{ mv}$  والموضح عند الشكل (III-13) وعند تسجيل ثلاث حلقات في نفس المجال لم نلاحظ اي تغيير في المنحنى السابق والموضح في الشكل (III-14)



الشكل (III-12): منحنى الفولتامetri الحلقي لدراسة شوارد النحاس على القطب ITO عند المجال من 600mv إلى 300mv- عند سرعة مسح  $V=[30]\text{mv/s}$



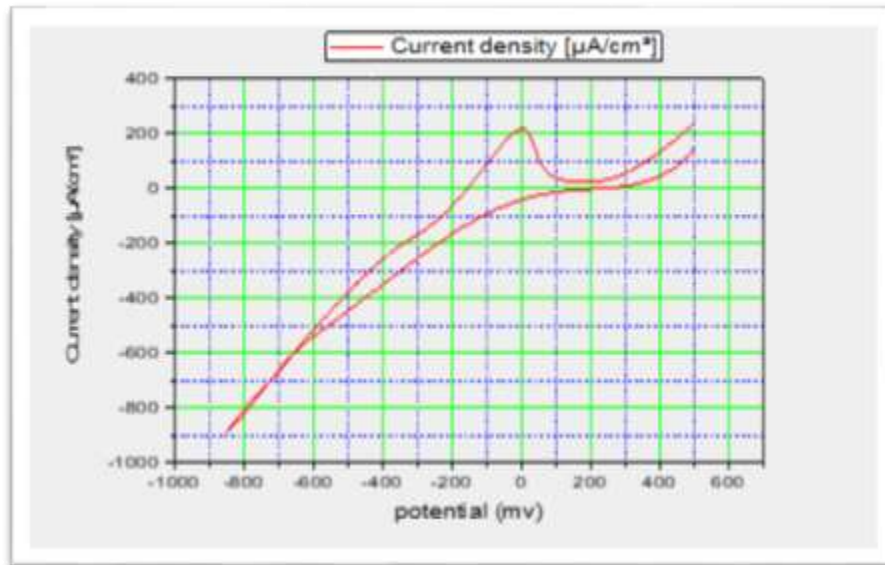
الشكل (III-13): منحنى الفولتامetri الحلقي شوارد النحاس عند المجال من 600mv إلى 600mv-



الشكل(III-14): منحني الفولطامتري الحلقي لتوضع شوارد النحاس عند المجال من 600mv إلى -600mv –

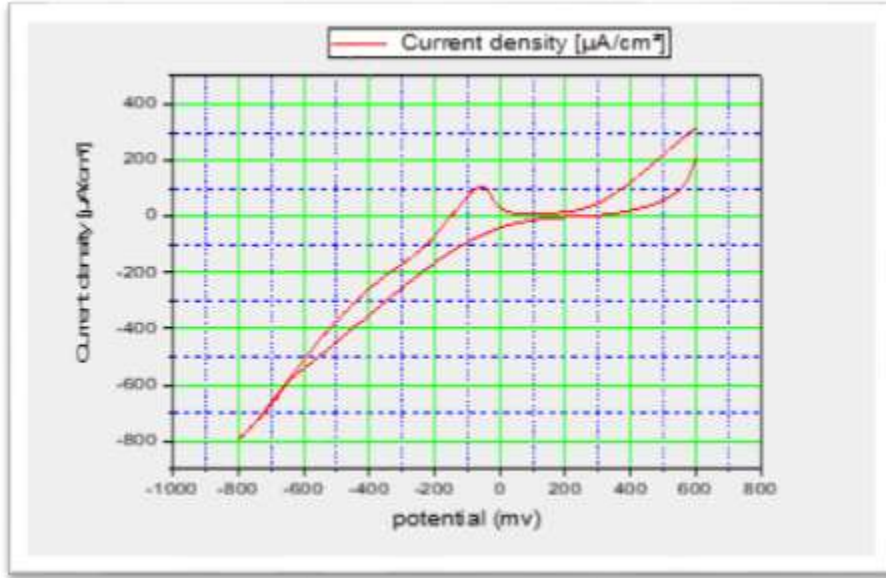
### III .1. 3.2 القطب المعدل ITO/Gel/Cu

اما بعد مرور ثلاثة ايام وضعنا الصفيحة المترسب عليها النحاس في المحلول NaOH تركيزه 1M وباستعمال تقنية الفولطامتري بتغير مجال المسح كما هو موضح في الاشكل (III-15) و (III-16) و (III-17) اي عند 600mv الى -850mv- نلاحظ ظهور نتوء في القمة المصعدية التي تمثل اكسدة النحاس ثم تتناقص تدريجيا من 600mv الى -800mv- بينما يختفي عند المجال من 600mv الى -600mv

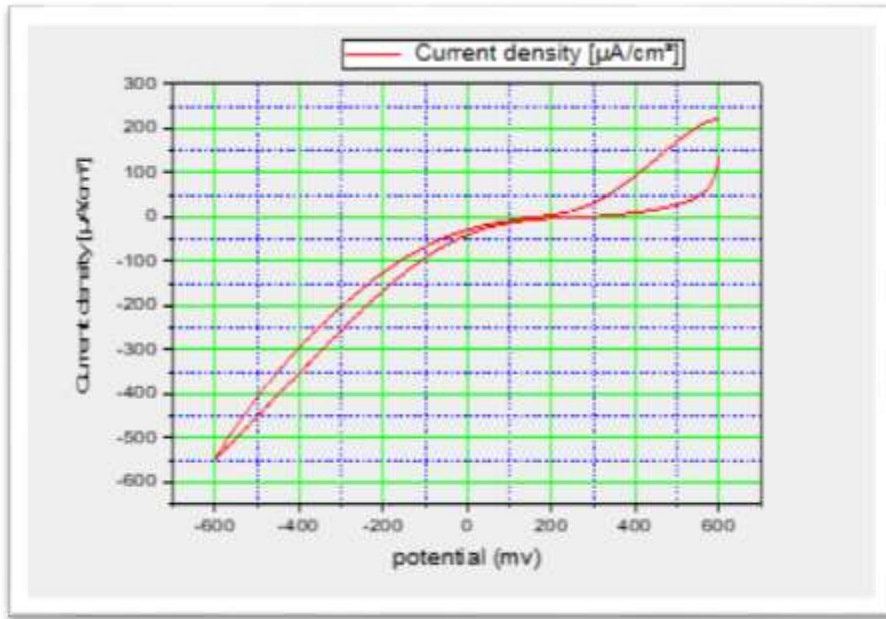


الشكل(III-15): الفولطامتري الحلقي ITO/GEL/Cu عند المجال من 600mv إلى -850mv -عند

سرعة مسح V=[30] mv/s



الشكل (III-16): الفولطامتري الحلقي ITO/Gel/Cu عند المجال من 600mv إلى 800mv



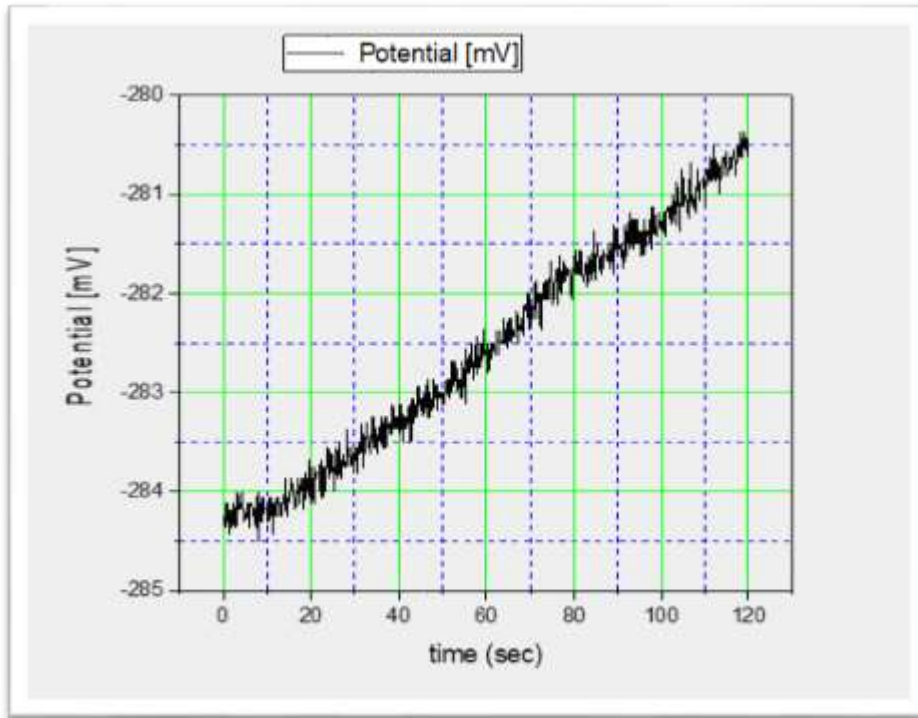
الشكل (III-17): الفولطامتري الحلقي ITO/Gel/Cu عند المجال من 600mv إلى 600mv -

يظهر نتوء أكسدة النحاس (III-15) و اختفائه في الشكل (III-17) دلالة على اكسدة النحاس

**III 1.3.1. الدراسة الكهروكيميائية للجيلاتين التجاري في الوسط القاعدي:**

باستعمال 50 ml من الماء المقطر ونضع فيه 100 mg من هيدروكسيد الصوديوم NaOH ونتركه

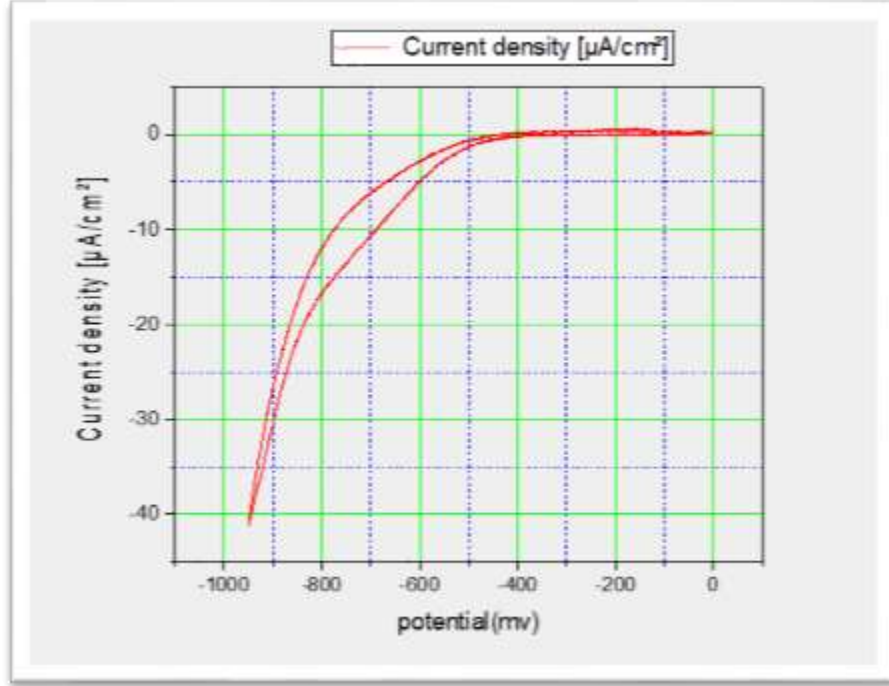
يذوب في الماء المقطر لمدة 5 دقائق لتتحصل على محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز  $C = 1M$  ثم نضع في هذا المحلول 10 mg من الجيلاتين التجاري تركيزه 100g ونتركه يذوب كاملاً في المحلول لتتحصل على محلول Gèlatine/ NaOH, ثم اخذ عينة حجمها  $V = 15ml$  المراد دراستها في الخلية من اجل رسم منحنى جهد التوازن مع قطب العمل بدلالة الزمن  $opc$  لمدة دقيقتين في درجة حرارة الغرفة كما هو موضح في الشكل (III-18)



الشكل (III-18): منحنى يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة لمدة  $t = 120$  s لمحلول Gèlatine/NaOH

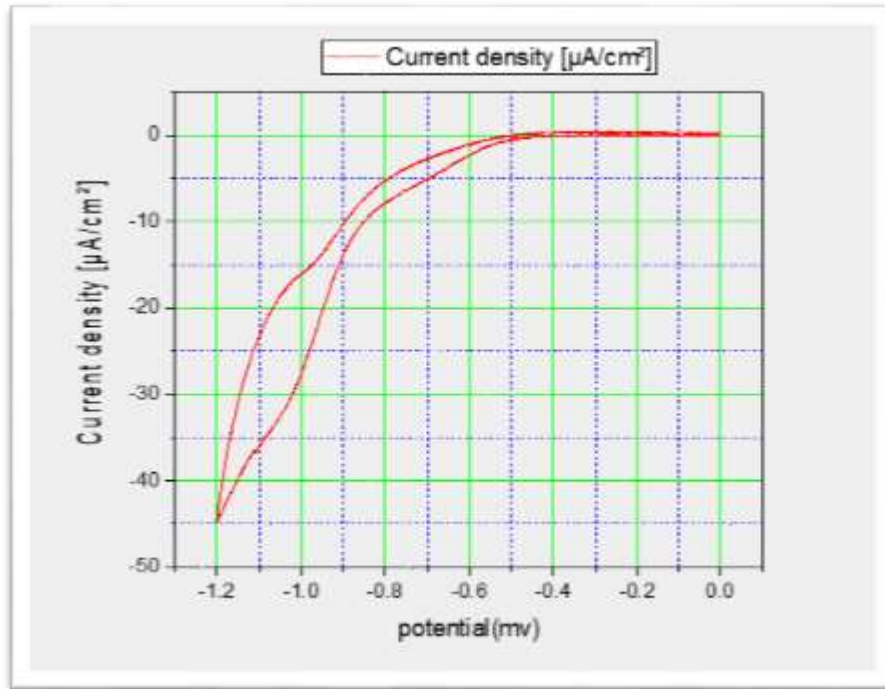
**III 1.3.1. الفولط متر الحلقي :**

بعد إيجاد قيمة جهد التوازن  $-285mv - 280mv$  نبحث مجال الفعالية الكهروكيميائية وذلك لارجاع مادة الجيلاتين تحدد سرعة مسح  $v = 30mv/s$  في نفس درجة حرارة الغرفة، وباستعمال الفولطامتري الحلقي نبحث عن جهد الارجاع للجيلاتين وذلك بتغيير مجالات المسح عند المجال من  $0$  الى  $950$  mv - لم نلاحظ ظهور في القمة المهبطية و المصعدية كما موضح في الشكل (III-19)، وبعد التوسيع في المجال من  $0$  الى  $1200$  mv - نلاحظ نتوء ارجاع عند الجهد  $1000$  mv - كما موضحة في الشكل (III-20)، وعليه تم تسجيل 10 حلقات في نفس المجال للمحلول السابق لوحظ زيادة في القمة المهبطية ثم تناقصت تدريجياً كما هو موضح في الشكل (III-21)



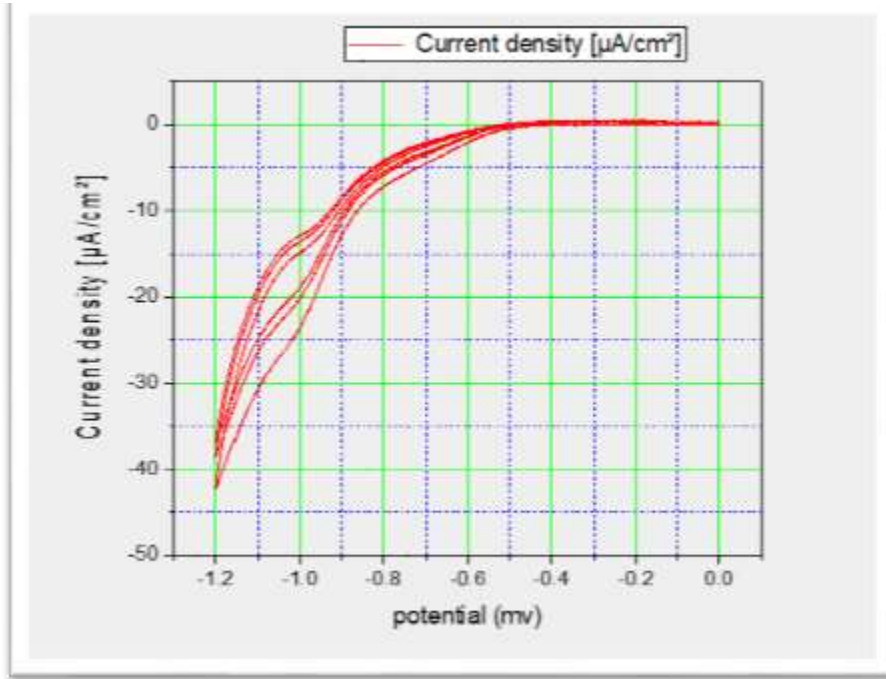
الشكل (III-19): منحنى الفولتامترى حلقي لقطب ITO في Gélatine / NaOH [ -950 mv\_ 0 mv ]

بسرعة مسح  $V = 30 \text{ m/s}$ .



الشكل (III-20): منحنى الفولتامترى الحلقي على قطب ITO في Gélatine / NaOH [ -1200mv \_ 0 mv ] وسرعة مسح

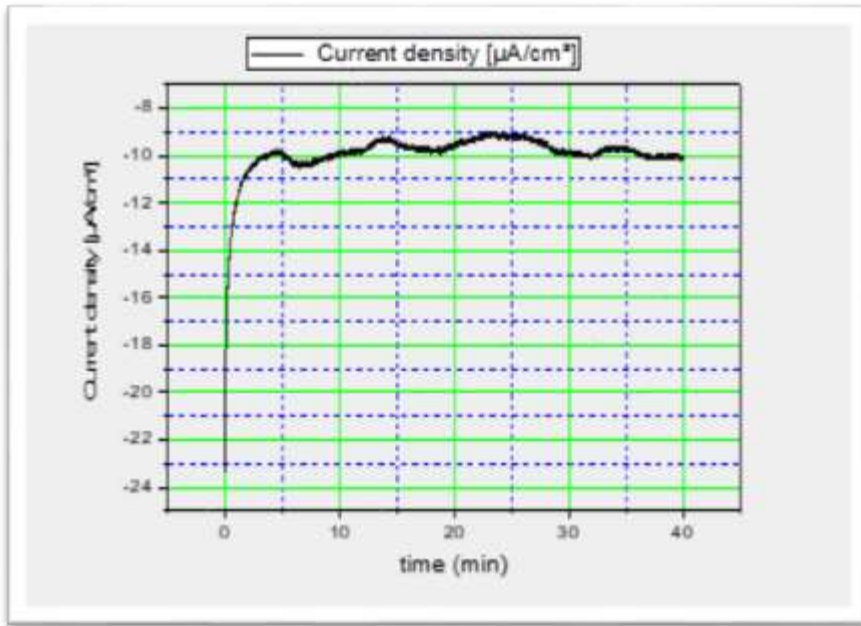
$V = 30 \text{ mV/s}$ .



الشكل (III-21): منحى الفولتامتري حلقي 10 حلقات لقطب ITO في  $\text{Gelatine / NaOH}$  مجال من 0mv إلى 1200mv في سرعة مسح  $V=30\text{mv/s}$ .

### III 1.3.2 الكرونوامبير متر:

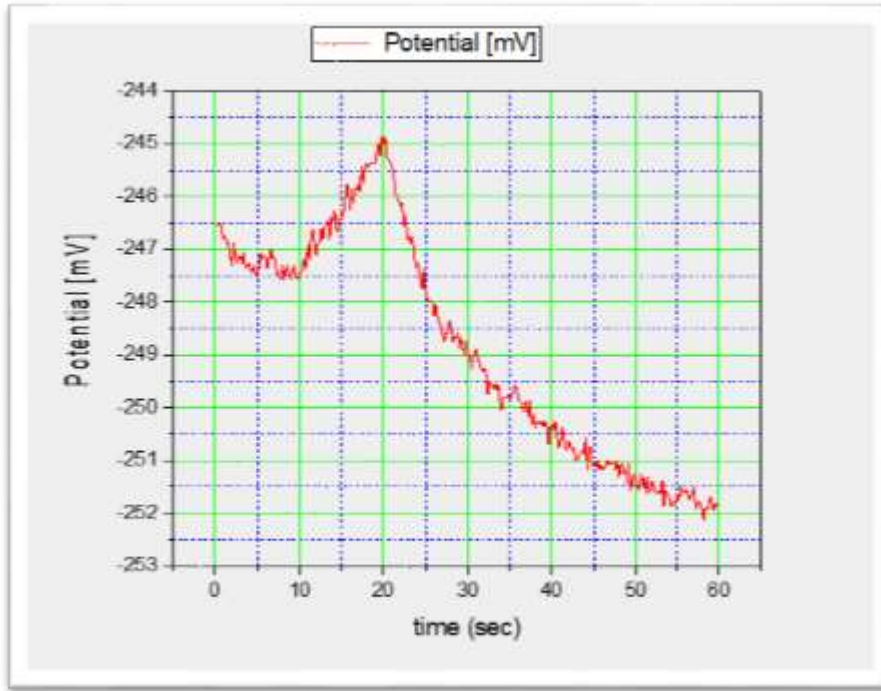
باستعمال تقنية الكرونوامبيرومتري عند جهد -1000mv نضع قطب ITO في خلية التي تحتوي على محلول NaOH بتركيز 1 مول /ل ثم نقوم بغلق الدارة و تثبيت الجهد -1000mv المناسب لارجاع مادة الجيلاتين ومتابعة تغير التيار بدلالة الزمن والشكل (III-22) يوضح ذلك



الشكل (III-22) منحى الكرونوامبيرومتري -1000mv تغير التيار بدلالة الزمن  $t=40\text{ min}$

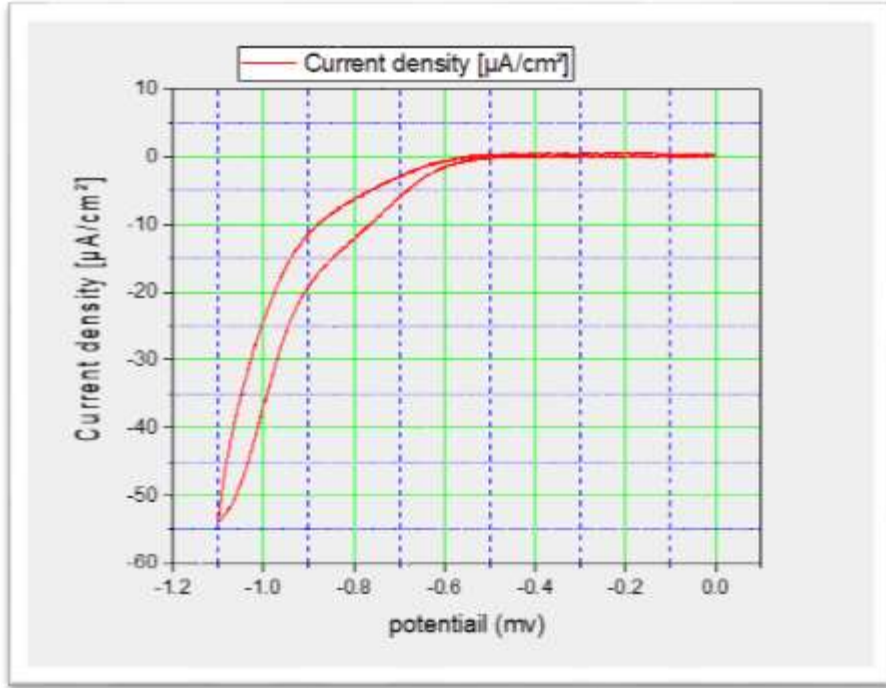
## III 2. 1 3 الدراسة الكهروكيميائية للجيلاتين غير التجاري:

تطرقنا الى الدراسة على الجيلاتين الغير تجاري في نفس الوسط وعليه تم تحضير  $V=50$  ml من الماء المقطر ووضعنا فيه 1000 mg من هيدروكسيد الصوديوم NaOH بعد مدة 5 دقائق تحصلنا على محلول هيدروكسيد الصوديوم ووضعنا في هذا المحلول 50 mg من الجيلاتين الغير تجاري واخذنا عينة  $V=15$  ml من المحلول المراد دراسته ووضعناها في الخلية ثم تم قياس جهد التوازن مع قطب العمل كما موضح في الشكل (III-23)

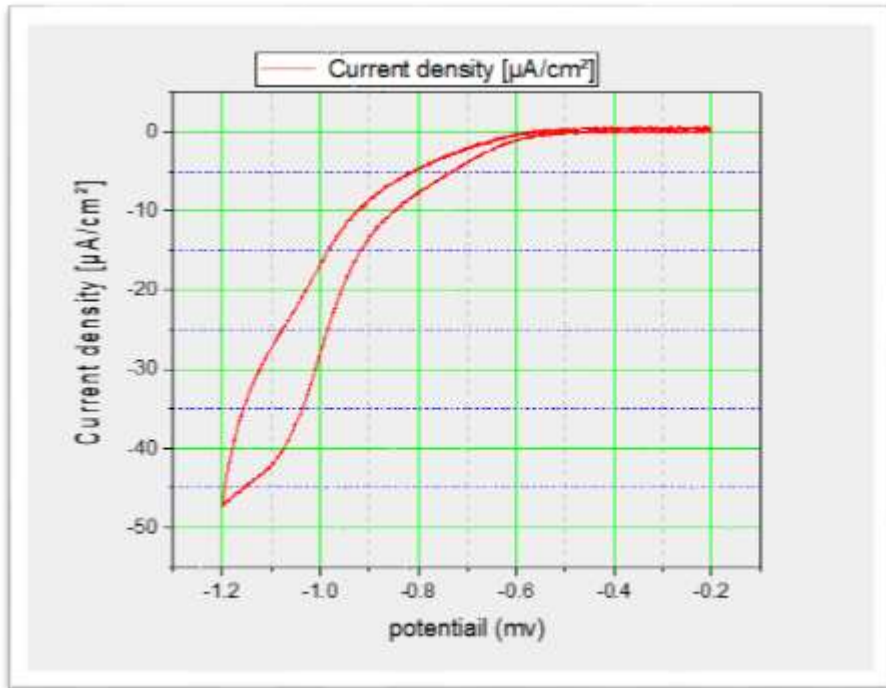


الشكل (III-23): منحني لمدة  $t=180s$  تظهر قيمة جهد التوازن في حالة دارة مفتوحة

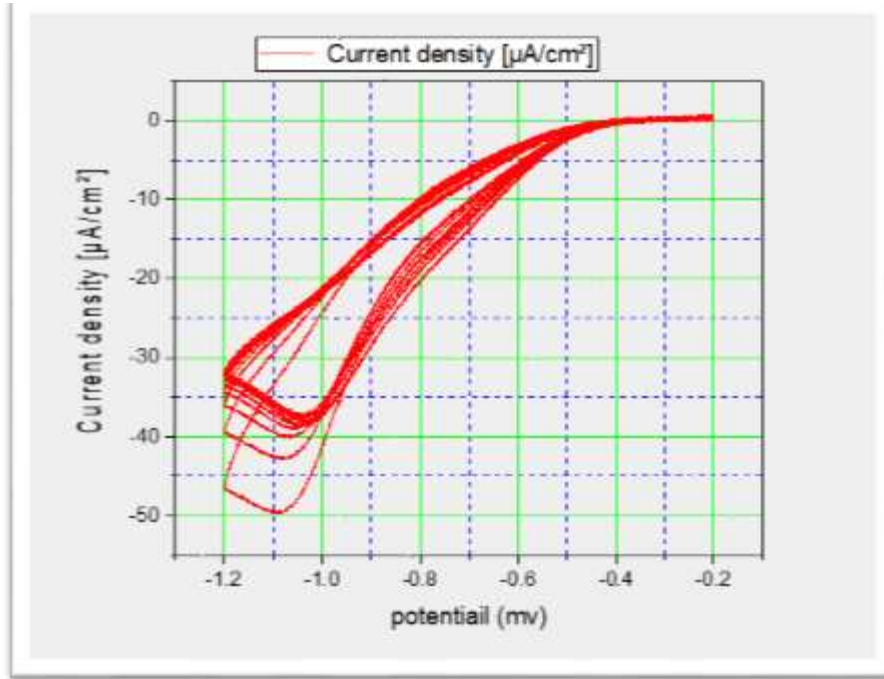
عند إيجاد قيمة جهد التوازن لمحلول الجيلاتين الغير تجاري Gélatine /NaOH تم اختيار مجال الفعالية الكهروكيميائية بسرعة مسح  $v=30mv/s$  في نفس درجة حرارة الغرفة، حيث قمنا بدراسته على المجال من 0 mv الى 110 mv- لم نلاحظ ظهور في القمة المهبطية والمصعدية كما موضح في الشكل (III-24)، لذلك تم توسيع المجال من 0mv إلى 1200 mv- لاحظنا استجابة كهروكيميائية كما في الشكل (III-25) ثم تم تسجيل 50 حلقة للمحلول السابق في نفس المجال من 0mv إلى 1200mv- كما موضحة في الشكل (III-26)



الشكل (III-24): منحى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gèlatine/NaOH عند المجال من 0 mV الى -59mV وسرعة مسح  $V=30\text{mV/s}$ .



الشكل (III-25): منحى الفولطامتري الحلقي لمحلول Gèlatine / NaOH الجيلاتين الغير تجاري عند مجال من 0mV الى -1200mV

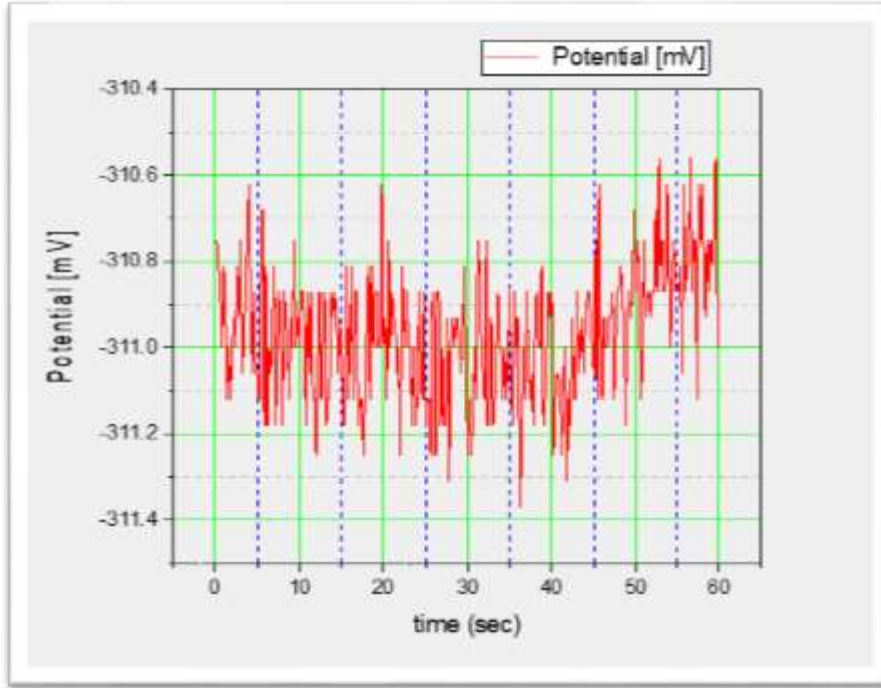


الشكل (III-26): منحنى الفولتاممري 50 حلقة لمحلول Gelatine الجيلاتين الغير تجاري على قطب ITO عند مجال من 0mv الى -1200mv.

من خلال الشكل (III-26) لوحظ زيادة في القمة المهبطية ثم تناقصت تدريجيا وهذا ما يفسر بالترسب لمادة Gelatine الغير تجاري حتى تغطيت كامل سطح القطب مما يقلل استجابة القطب المعدل.

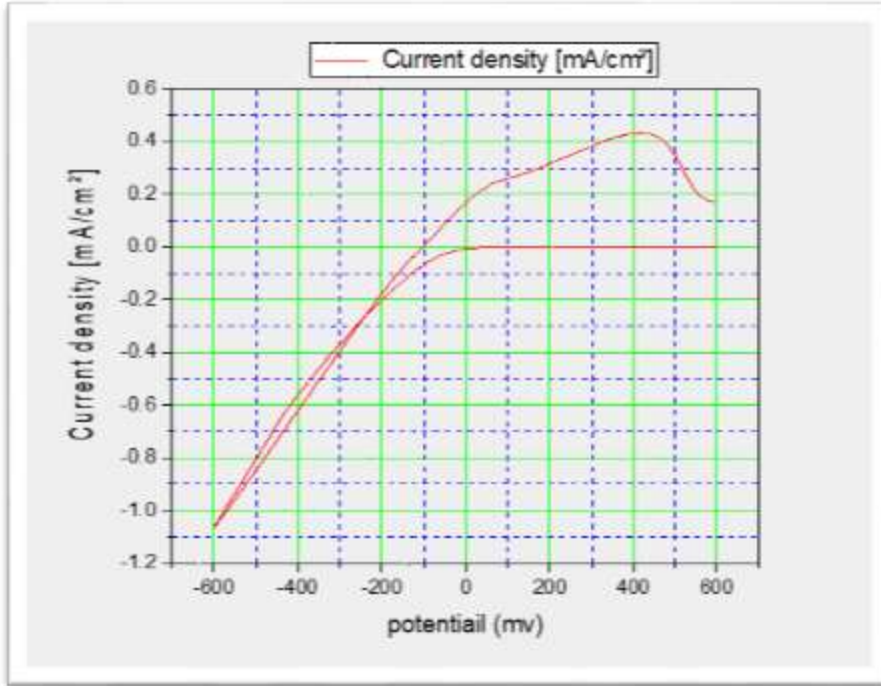
### III 2.1 3.1 ارجاع النحاس ITO / جيلاتين

بعد الانتهاء من الدراسة الكهروكيميائية للجيلاتين الغير تجاري في الوسط القاعدي اخذنا الصفيحة المترسب عليها الجيلاتين ووضعناها في محلول شوارد النحاس  $\text{CuSO}_4(\text{H}_2\text{O})$  بتركيز 1/ mol الذي تم تحضيره من مذيب حجمه  $V=50 \text{ ml}$  من الماء المقطر و 0.08 g من شوارد النحاس  $\text{CuSO}_4$  ثم تم قياس جهد التوازن مع قطب العمل والنتيجة موضحة في المنحنى الشكل (III-27)

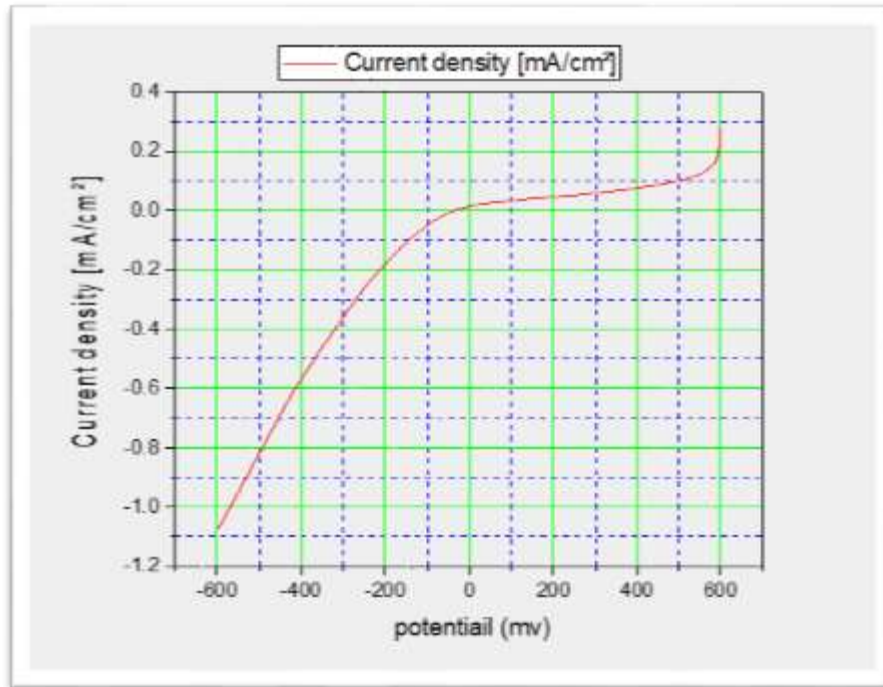


الشكل (III-27): منحني لمحلول يظهر قيمة جهد التوازن في حالة دائرة مفتوحة لمدة  $t=60s$  لمحلول شوارد النحاس

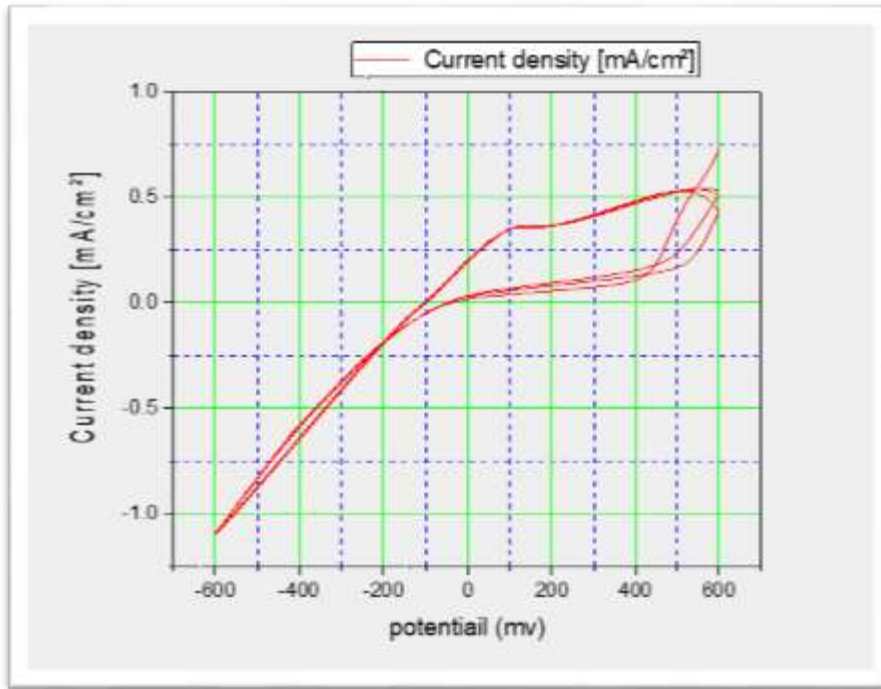
بعد قياس الجهد التوازن للمحلول شوارد النحاس حددنا مجال الفعالية الكهروكيميائية في نفس سرعة المسح  $V=30mv$  ودرجة الحرارة للغرفة ليتم دراستها عبر المجال المحدد  $600 mv$  الى  $600 mv$  - حيث نلاحظ زيادة في الارجاع وظهور نتوء في منحني الاكسدة كما موضح في الشكل (III-28) وعليه تم تسجيل منحني خطي للإرجاع في نفس المجال لوحظ زيادة في قمة الارجاع كما موضح في الشكل (III-29) ثم تم تسجيل 3 حلقات في نفس المجال لاحظنا تناقصا تدريجيا في القمة المهبطية والمصعدية والموضحة في الشكل (III-30) ومن خلال الشكل (III-30) نستنتج ان كمية شوارد النحاس قد ترسبت على الصفيحة.



الشكل (III-28) منحى الفولطامتري حلقي على قطب ITO عند مجال من 600mv إلى -600mv في سرعة مسح V=30mv

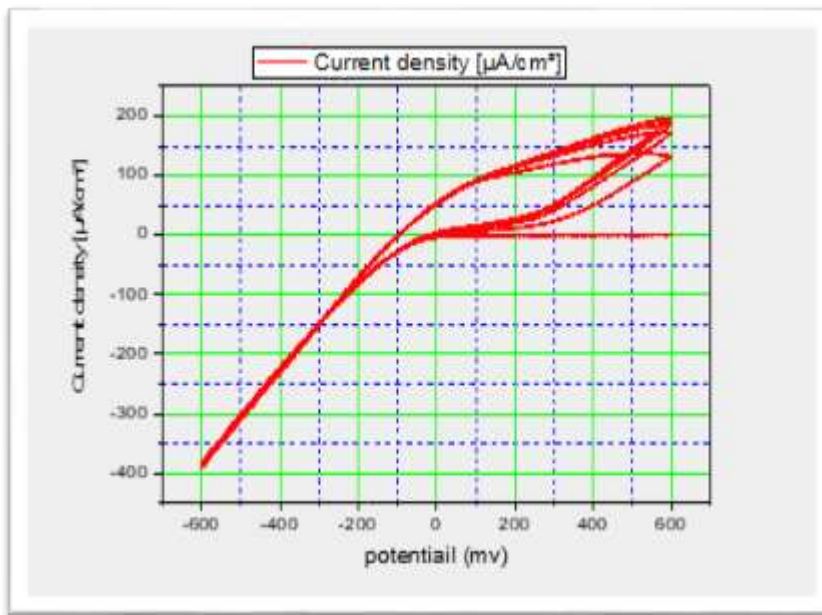


الشكل (III-29) منحى الارجاع الفولطامتري خطي على قطب ITO عند مجال من 600mv إلى -600mv في سرعة مسح V=30mv



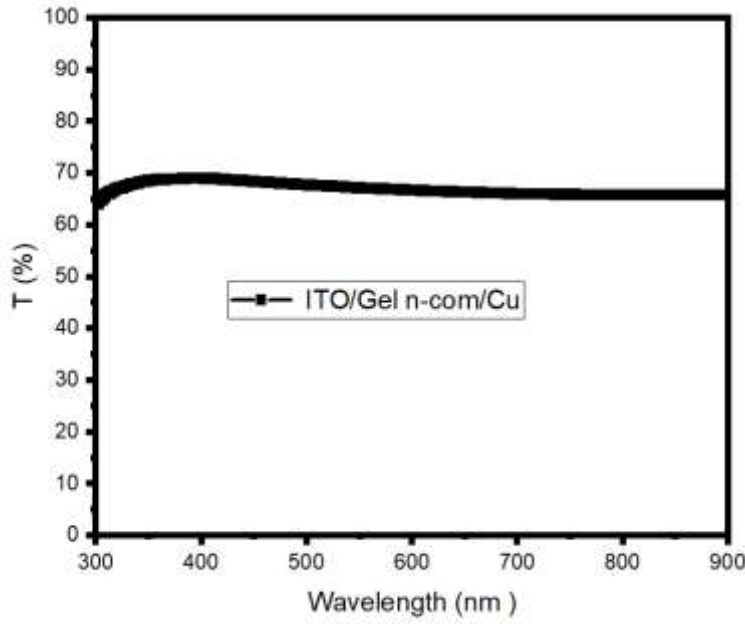
الشكل (III-30) منحى الفولتامترى حلقى لدراسة محلول شوارد النحاس على قطب ITO عند مجال من 600mv إلى -600mv-

اما بعد الانتهاء من الدراسة الكهروكيميائية لصفحة مترسب عليها الجلاتين الغير تجاري في محلول شوارد النحاس اخذنا صفيحة خالية من الجلاتين وضعناها في نفس الكمية المحلول ثم تم الدراسة الكهروكيميائية في نفس الشروط ونفس المجال من 600mv الى -600mv- وعليه تم تسجيل 10 حلقات من خلالها نلاحظ تناقص تدريجيا في قمة الاكسدة حتى الاختفاء وهذا ما يفسر تأكسد كمية صغيرة من شوارد النحاس بسبب غياب الجلاتين والنتيجة موضحة في المنحنى الشكل (III-31)

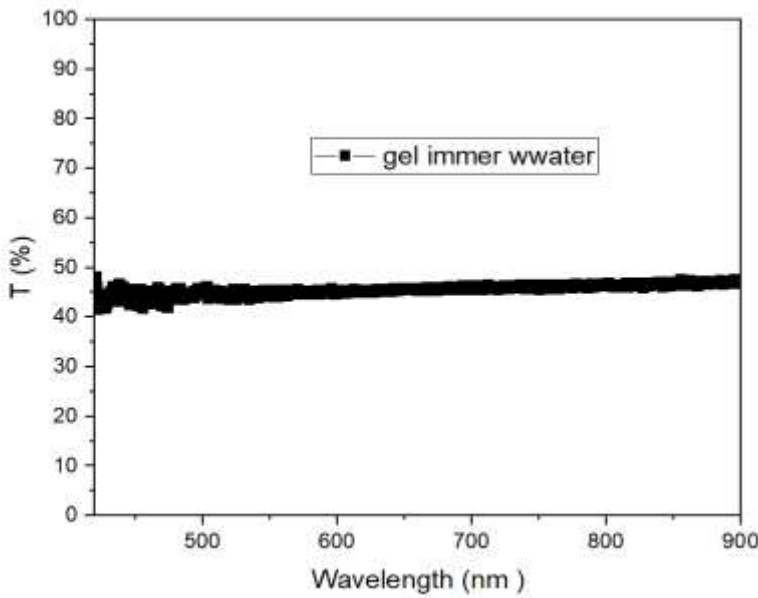


الشكل (III-31) منحى الفولتامترى حلقى ل 10 حلقات في مجال من 600mv إلى -600mv في سرعة مسح V=30mv





الشكل (III-34) طيف النفاذية لطبقة (ITO/Gélatine no Com/Cu)



الشكل (III-35): طيف النفاذية لطبقة (Gélatine wise water)

تمثل الاشكال (35.34.33.32) طيف النفاذية للطبقات الرقيقة من الجلاتين المحضر بطريقة مختلفة (a) قطب Gélatine com-sol و (b) قطب Gélatine no com و (c) قطب ITO/Gélatine no com و (d) قطب Gélatine water هذه الاقطاب محضرة بطريقة الفولطامتري الحلقي والكرنومبيرو متري

الجدول (III-1): متوسط قيم النفاذية لطبقات الرقيقة (الجلاتين التجاري /الجلاتين الغير التجاري) المحضر بالكتروليات وطرق مختلفة في المجال المرئي

القطب	A	B	C	D
T % moy	75%	85%	70%	50%

أظهرت النتائج من خلال الجدول (III-35) ان هذه الأطياف الرقيقة تميزت في مجال (900-400) بنفاذية تجاوزت 50%.

\_ في المجال من (600-800)nm تميزت الطبقات الرقيقة في هذا المجال بشفافية عالية تجاوزت 60% باستثناء الطيف (d) الذي كان عند 45% ومن المرجح ان يكون السبب نوع الإلكتروليت والطريقة المستخدمة في تحضير القطب، اما باقي الاقطاب التي تملك شفافية عالية.

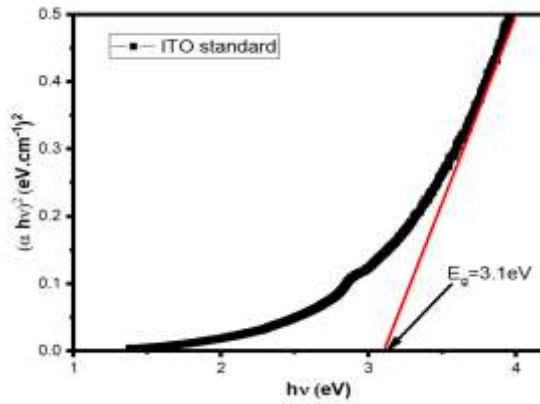
\_ في حين اظهر القطب (b) أفضل نفاذية في المجال (600-900)nm بلغت 95%.

- اظهر القطب (c) في المجال المرئي نفاذية 65-69% والذي يمثل طبقة رقيقة

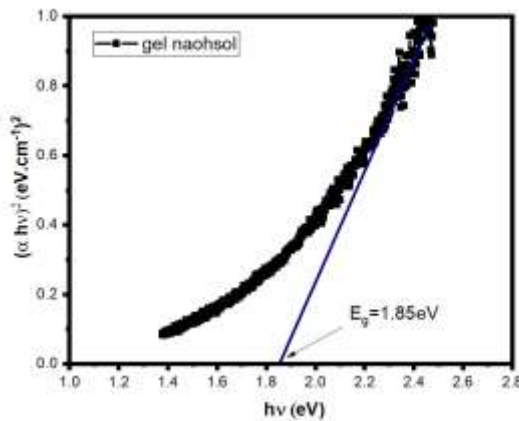
(ITO/Gélatine no Com/Cu) الاختلاف في النفاذية يمكن ان يكون بسبب مدة الترسيب الإلكتروليتي المستخدم.

من أهم نتائج الأشعة فوق البنفسجية هي حساب طاقة الفجوة، تمكن اهمية حساب طاقة الفجوة في تحديد الطاقة اللازمة للإلكترون لينتقل من نطاق التكافؤ (BV) الى نطاق التوصيل (BC) وبنقله تصبح المادة ناقلة للتيار الكهربائي.

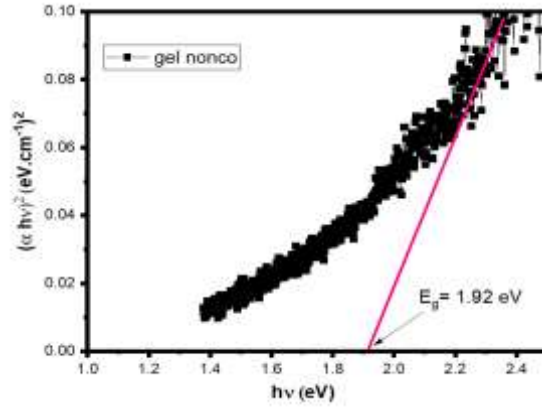
تمثل الأشكال التالية تغيرات  $(\alpha h\nu)^2$  بدلالة  $(h\nu)$  حيث يتم رسم المماس على المنحنى وإسقاطه على المحور x وتحدد طاقة الفجوة  $E_g$  من الإسقاط.



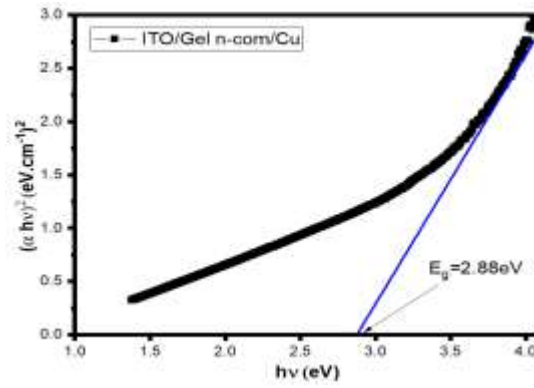
شكل (III-36) منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية ITO standard



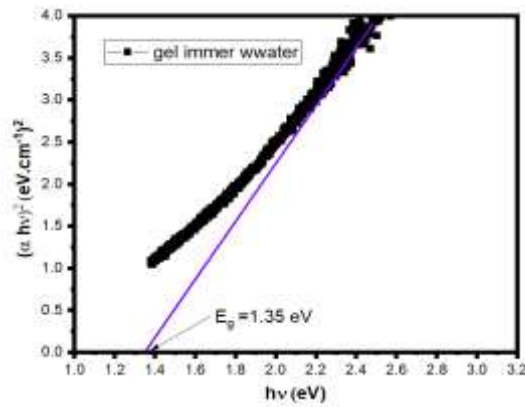
الشكل (III-37) منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية (ITO/Gélatine/Com -sol)



الشكل (III- 38) منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى النفاذية (ITO/Gélatine/no Com)



الشكل (III- 39) منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى (ITO/Gélatine no Com/Cu)



الشكل (III- 40) منحنى فجوة الطاقة انطلاقا من منحنى (ITO/ Gélatine wise water)

الجدول (III-2) منحني فجوة الطاقة Eg من خلال المنحنى

القطب	طاقة الفجوة Eg (eV)
a (ITO/Gélatine/Com -sol)	1.85
b (ITO/Gélatine/no Com-sol)	1.92
c (ITO/Gélatine no Com/Cu)	2.88
d (ITO/Gélatine wise water)	1.35
ITO standard	3.1

من خلال الجدول (III-2) نلاحظ اختلاف في طاقة الفجوة من (a) و (b), (c) و (d) ذلك بسبب الترسيب مقارنة بالنسبة للقطب ITO standard بلغت طاقة 3.1 eV مما يدل على ان مادة الجيلاتين الموضوعة على القطب لها اثر على الخصائص الضوئية والبنوية.

مراجع

## مراجع

- 1- س. بحة، ي. زيغود، ش. خزاني. الدراسة الكهروكيميائية لمادة الجيلاتين. مذكرة ماستر. جامعة الشهيد حمه لخضر. الوادي. كلية العلوم والتكنولوجيا. (55). (2022/2021)

خاتمة عامة

## خاتمة عامة

تم من خلال هذه الدراسة الاهتمام بتحضير طبقة رقيقة من الجيلتين على الزجاج الناقل Ito بطريقة الترسيب الكهروكيميائية وذلك باستعمال طريقة الفولتامetri الحلقي والكرونوامبيرومتری مع تغيير شروط التجربة

- بينت النتائج المتحصل عليها اختلافا في طبيعة القطب المعدل وذلك حسب الطريقة الكهروكيميائية وطبيعة المحلول المحضر
- اظهرت النتائج التحليل الدراسة الضوئية زيادة في النفاذية بالنسبة للقطب المعدل لكن عند الترسيب اظهرت تراجع على المجال المرئي

بعد تحديد الخصائص التجريبية المثلى في المجال الدراسة والطريقة الكهروكيميائية لتحضير المحاليل نأمل في المستقبل ان يتم العمل على توسيع الابحاث على هذا النوع من الاقطاب ودراسة تطبيقاتها الحيوية والتكنولوجية لتكوين فكرة أكثر دقة حول تطوير استخداماتها، اما الاعمال البحثية التي يقوم بها العلماء مجرد افتراضات ونماذج يضعونها للمساعدة في تفسير وتبسيط الدراسة ولكن تبقى التجربة خير برهان

## المخلص

تم في هذا البحث إجراء دراسة كهروكيميائية لمادة الجيلاتين التجاري وغير التجاري على قطب ناقل ITO في أوساط مختلفة. باستخدام طريقة الكرونوأمبيرومترية والفولتامترية الحلقية ومتابعة الاستجابة الكهروكيميائية لإنجاز أقطاب معدلة ITO/ جيلاتين. وذلك بإنجاز أقطاب معدلة و استعمال هذه الأخيرة في استرجاع المعادن الثقيلة.

لمعرفة الخصائص الضوئية للعينات المنجزة استخدمنا طريقة التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية.

## الكلمات المفتاحية:

مادة الجيلاتين، فولتامتر الحلقي، ITO، UV

## Abstract

In this research work, the electrochemical study of Commercial and Non-commercial gelatin substance on conductor electrode ITO in different mediums: acidic medium, by using chronoamperometric and cyclic voltammetry methods and following up the electrochemical response to obtain the electrodes modified ITO/gelatin. This is done by making modified electrodes and using them to recover heavy metals.

In order to know the optical properties of samples, we used the ultraviolet spectroscopy method.

## Key words

Gelatin substance. Cyclic voltammetry. UV. ITO.