



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 الطالبان:

عزوز هدى

دحمري ساره

الموضوع

الدراسة الكهروكيميائية للملونات العضوية

تمت مناقشة المذكرة في: 2024/06/23

أمام اللجنة المكونة من الأستاذة:

الصفة	الجامعة	الرتبة العلمية	الإسم واللقب
مؤطر	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ محاضر ""... ""	د. شعبية ناصر
رئيسا	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ محاضر ""... ""	د. رغبوة عبد الله
مناقشا	جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي	أستاذ محاضر ""... ""	د. بن عمارة حسن

السنة الجامعية: 2023 - 2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم: (قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم)
سورة البقرة 32 (صدق الله العظيم)

نحمد الله ونشكره أن هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله ونسأله أن يثبت قلوبنا وأقدامنا ويقوي همتنا ويعيننا على طاعته، وأشكر الله عز وجل الذي أنار طريقنا بمصباح العلم تتقدم بتشكراتنا إلى والدينا الأعزاء. نتقدم بالشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا، إلى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا إلى أساتذتنا الكرام الذين ساهموا في تعليمنا طيلة سنوات الدراسة بجامعة الوادي كما نتقدم بالشكر والتقدير إلى الأستاذ المشرف شعبية ناصر وطليبة علي و طالبة دكتوراه جار الله مروة وبن عيسى عبير على تقديم يد المساعدة والتسهيل والى كل من وقف وساهم في مساعدتنا على إتمام هذه المذكرة شكرا جزيلا والحمد لله رب العالمين.



إهداء

من قال أنا لها.. نالها وأنا لها وإن أبت رغماً عنها أتيت بها

الحمد لله حباً وشكراً وامتنان على البدء والختام (وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)
إلى من كلل العرق جبينه وعلمني أن النجاح لا يأتي إلا بالصبر والإصرار، إلى النور الذي أنار
دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي أبداً، من بذل الغالي والنفيس واستمدت منه قوتي
واعترازي بذاتي (أبي العزيز)

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها، إلى الإنسانية العظيمة التي
طلما تمت أن تفر عينها برؤيتي في يوم كهذا (أبي الحبيبة)

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي، إلى من شددت عضدي بهم فكأنو لي ينابيع ارتوي منها، إلى
خيرة أيامي وصفوتها إلى قرّة عيني، أخواني وأخواتي الغاليين

لكل من كان عوناً وسنداً في هذا الطريق ... للأصدقاء الأوفياء ورفقاء السنين وأصحاب
الشدائد والأزمات، إلى من أفاضني بمشاعره ونصائحه المخلصة إليكم عائلتي

أهديكم هذا الإنجاز وثمره نجاحي الذي لطلما تمنيت، ها أنا اليوم أتممت أول ثمراته بفضل من الله
عز وجل، فالحمد لله على ما وهبني، وأعانتني وجعلني مباركة أينما كنت.

هدى عزوز



إهداء

من قال أنا لها.. نالها، وأنا لها وإن أبت رغماً عنها أتيت بها، الحمد لله حباً وشكراً وامتنان على البدء
والختام (وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

إلى من كلل العرق جبينه وعلمني أن النجاح لا يأتي إلا بالصبر والإصرار، إلى النور الذي أنار دري
والسراج الذي لا ينطفئ نوره بقلبي أبداً، من بذل الغالي والنفيس واستمدت منه قوتي واعتزازي بذاتي
(أبي العزيز محمد دمحمري)

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها، إلى الإنسنة العظيمة التي طالما تمت
أن تفر عينها برؤيتي في يوم كهذا (أبي الحبيبة نورة غريسي علوي)

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي، إلى من شددت عضدي بهم فكأنو لي ينابيع أرتوي منها، إلى خيرة أيامي
وصفوتها إلى قرّة عيني، أخواتي وأخواني الغاليين (سمسومة، حنان، لمياء، محمد، يوسف)

إلى جدتي خديجة رحمها الله وجدتي فاطمة حفظها الله ورعاها وأدامها لكل من كان عوناً وسنداً في هذا
الطريق ... للأصدقاء الأوفياء ورفقاء السنين وأصحاب الشدائد والأزمات (إيناس، حوى، مارياء، مروة،
زهرة)، إلى من أفاضني بمشاعره ونصائحه المخلصة إليكم أهديكم هذا الإنجاز وثمره نجاحي الذي لطالما
تمنيته، ها أنا اليوم أتممت أول ثمراته بفضل من الله عز وجل، فالحمد لله على ما وهبني، وأعانتني وجعلني
مباركة أينما كنت.

ساره دمحمري





فهرس المحتويات

الصفحة	المحتويات
-	الشكر والعرهان.....
-	إهداء.....
I	فهرس المحتويات.....
IV	قائمة الأشكال.....
VI	قائمة الجداول.....
VII	قائمة الاختصارات والرموز.....
VIII	قائمة الصور.....
2-1	مقدمة عامة.....
الفصل الأول: الملونات العضوية	
04	1.I- عموميات حول الملونات العضوية.....
04	1.1.I- تاريخ الملونات العضوية.....
04	2.1.I- تعريف الملونات العضوية.....
05	3.1. I- أنواع الملونات العضوية.....
06	4.1. I- إستخدامات الملونات العضوية.....
06	5.1.I- التركيب الكيمائي والهيكلي للملونات العضوية.....
07	1.5.1.I- التركيب الهيكلي.....
07	2.5.1.I- التركيب الكيمائي.....
08	2. I- تعريف أسود الإيروكرومT.....
09	1.2.I- مراحل استخلاص الإيروكروم.....
09	2.2.I- إستخدامات الإيروكروم.....
10	3. I- مفهوم الشمندر.....
10	1.3.I- أنواع الشمندر.....
12	2.3.I- مراحل استخلاص الشمندر.....

13	3.3.I- خصائص الشمندر
الفصل الثاني: التقنيات والأجهزة الكهروكيميائية المستخدمة	
15	تمهيد
15	نبذة تاريخية
16	1.II- طرق تحليل الكهروكيميائية
16	1.1.II- طريقة التحليل الفولط أمبير ومترى الحلقي
17	2.II- الخلية الكهروكيميائية
17	1.2.II- قطب الكالوميل المشبع
19	2.2.II- قطب الفضة/كلوريد الفضة
19	3.2.II- قطب العمل
20	3.II- تعريف جهاز ph
21	4.II- مطيافية فوق البنفسجية والمرئية
21	1.4.II- أقسام الأشعة فوق البنفسجية
22	2.4.II- مصدر الأشعة فوق البنفسجية
23	3.4.II- خلية العينة
24	5.II- التركيب التجريبي المستعمل
25	6.II- خطة العمل
25	1.6.II- محلول الإيروكروم
25	1.1.6.II- المواد والأدوات المستعملة
26	2.6.II- محلول الشمندر
26	1.2.6.II- المواد والأدوات المستعملة
الفصل الثالث: دراسة النتائج ومناقشات	
28	تمهيد
28	1.III- الفولطامترى الخطي

28	1.1.III - أكسدة الإيروكروم.....
28	1.1.1.III - تغيير المجالات والسرعات الفولطامترية الخطية.....
30	2.1.1.III - مقارنة سرعات المسح.....
32	1.2.1.1.III - تأثير الأكسدة على خصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T.....
33	3.1.1.III - الأكسدة عند سرعات مختلفة.....
34	1.3.1.1.III - الامتصاصية لسرعات مختلفة.....
35	4.1.1.III - تأثير pH.....
35	2.1.III - الإرجاع.....
35	1.2.1.III - تغيير مجالات المسح.....
36	2.2.1.III - الإرجاع عند سرعات مختلفة.....
37	3.2.1.III - الامتصاصية لسرعات المختلفة.....
38	4.2.1.III - تأثير pH على السرعة.....
38	2.III - الفولطامتري الحلقي.....
39	1.2.III - الامتصاصية.....
41	2.2.III - تأثير pH.....
43	3.2.III - تأثير pH.....
44	3.III - الشمندر.....
44	1.3.III - الأكسدة لسرعات المسح والمجالات المختلفة.....
46	1.1.3.III - الامتصاصية قبل وبعد الأكسدة.....
46	2.3.III - الإرجاع.....
48	1.2.3.III - الامتصاصية الإرجاع.....
49	3.3.III - تأثير pH.....
51	الخاتمة.....
53	قائمة المراجع والمصادر.....

-	.....مخلص الدراسة
-	.....قائمة الملاحق



قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
30	أكسدة الإيروكروم عند المجال $E=[0\text{mv}_300\text{mv}]\dots[0\text{mv}_900\text{mv}]\dots[0\text{mv}_1700\text{mv}]$ وسرعة المسح $V=10\text{mv/s}$	(1.III)
30	أكسدة الإيروكروم عند المجال $E=[0\text{mv}_300\text{mv}]\dots[0\text{mv}_900\text{mv}]\dots[0\text{mv}_1700\text{mv}]$ وسرعة المسح $V=100\text{mv/s}$	(2.III)
31	أكسدة الإيروكروم عند المجال $E=[0\text{mv}_300\text{mv}]\dots[0\text{mv}_900\text{mv}]\dots[0\text{mv}_1700\text{mv}]$ وسرعة المسح $V=200\text{mv/s}$	(3.III)
31	يوضح مقارنة لسرعات المسح المختلفة $V=10.100.200\text{mv/s}$	(4.III)
32	يوضح شدة التيار بدلالة سرعات مسح مختلفة $V=10.100.200\text{mv/s}$	(5.III)
33	امتصاصية محلول الإيروكروم قبل وبعد الأكسدة.	(6.III)
34	نتوء الأكسدة $E=[0\text{mv}.600\text{mv}]$ والسرعات المسح $V=5,10,30,50,100\text{mv/s}$	(7.III)
35	امتصاصية لسرعات المسح المختلفة بدلالة الطول الموجي.	(8.III)
37	إرجاع الإيروكروم $V=100\text{mv/s}$	(9.III)
38	إرجاع الإيروكروم بتغير السرعات $V=5.10.30.50.100\text{mv/s}$ على مجال ثابت $E=[0\text{mv}.-900\text{mv}]$	(10.III)
38	يوضح امتصاصية لمادة الإيروكروم بدلالة الطول الموجي.	(11.III)
40	تسجيل 300 حلقة للأكسدة عند المجال $E=[-700\text{mv}_700\text{mv}]$ والسرعة $V=100\text{mv/s}$	(12.III)
40	امتصاصية الإيروكروم قبل وبعد الأكسدة بدلالة الطول الموجي.	(13.III)
41	الفولتامترية الحلقية للأكسدة عند المجال $E=[-700\text{mv}.700\text{mv}]$ والسرعة $V=300\text{mv/s}$	(14.III)
42	يوضح امتصاصية الأكسدة لمادة الإيروكروم بدلالة الطول الموجي.	(15.III)
43	منحنى المحلول عند عملية الإرجاع في حالة تثبيت المجال $E=[700\text{mv}.-700\text{mv}]$ وتثبيت السرعة $V=300\text{mv/s}$	(16.III)
43	الامتصاصية إرجاع الإيروكروم عند 300 حلقة بدلالة الطول الموجي.	(17.III)

44	منحنى المحلول عند عملية الإرجاع في حالة تثبيت المجال $E = [700\text{mv.} - 700 \text{ mv}]$ وتثبيت السرعة $V=100\text{mv/s}$	(18.III)
44	امتصاصية إرجاع الإيروكروم عند السرعة 100 لـ 300 حلقة بدلالة الطول الموجي	(19.III)
46	منحنى الفولطامتري الخطي لأكسدة الشمندر عند السرعة $V=10\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(20.III)
46	منحنى الفولطامتري الخطي لأكسدة الشمندر عند السرعة $V=100\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(21.III)
47	منحنى الفولطامتري الخطي لأكسدة الشمندر عند السرعة $V=200\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(22.III)
48	امتصاصية الشمندر قبل وبعد الأكسدة بدلالة الطول الموجي	(23.III)
49	منحنى الفولطامتري الخطي لإرجاع الشمندر عند السرعة $V=10\text{mv/s}$ والمجالات $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(24.III)
49	منحنى الفولطامتري الخطي لإرجاع الشمندر عند السرعة $V=100\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(25.III)
50	إرجاع الشمندر عند السرعة $V=200\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$	(26.III)
50	امتصاصية الشمندر قبل وبعد الإرجاع بدلالة الطول الموجي	(27.III)



قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
29	يوضح قيم سرعة المسح والمدة المستغرقة لمحلول أسود الإيروكروم T.....	(1.III)
32	شدة التيار بدلالة سرعات مسح مختلفة.....	(2.III)
33	قيم امتصاصية الإيروكروم قبل وبعد الأكسدة بدلالة الطول الموجة.....	(3.III)
34	الوقت لكل تجربة عند سرعات مختلفة.....	(4.III)
35	يمثل قيم الامتصاصية الأكسدة ما بين 2.36 و 2.851%	(5.III)
36	يمثل قيم ال pH والسرعة.....	(6.III)
37	يوضح المدة المستغرقة لتجربة عند سرعات مختلفة.....	(7.III)
39	يمثل قيم الامتصاصية الإرجاع عند سرعات المسح المختلفة بنسبة لمدة التجربة..	(8.III)
39	يمثل قيم ال pH والسرعة.....	(9.III)
42	يوضح قيم ال pH عند سرعة مختلفة.....	(10.III)
45	يوضح قيم ال pH للأكسدة عند السرعات المختلفة.....	(11.III)
51	يوضح تغير في قيم pH قبل وبعد الأكسدة وإرجاع.....	(12.III)



قائمة الاختصارات والرموز

UV-visible: المطيافية الأشعة فوق البنفسجية

ITO: قطب العمل (أكسيد الانديوم المطعم بالقصدير)

CVA: الفولط أمبير متر الحلقي

ECS: قطب الكالوميل المشبع

SCE : قطب الفضة/كلوريد الفضة

SC: خلية العينة

T: الزمن

v: سرعة المسح

m: الكتلة

C: التركيز

V_{volum} : الحجم

E: الجهد

pH: الرقم الهيدروجيني


h: ساعة



قائمة الصور

قائمة الصور

الصفحة	عنوان الصور	رقم الصور
08	.....T اسود الإيروكروم	(1.I)
10	.....توضح الشمندر	(2.I)
11	.....توضح أنواع الشمندر وألوانها	(3.I)
16	.....منحنى الفولطامتري الحلقي	(1.II)
17	.....الخلية الكهروكيميائية	(2.II)
18	.....رسم يوضح تركيب قطب الكالوميل المشبع	(3.II)
18	.....قطب الكالوميل المشبع	(4.II)
19	.....رسم يوضح تركيب قطب الفضة/كلوريد الفضة المرجعي	(5.II)
20	.....قطب العمل ITO	(6.II)
20	.....جهاز pH meter	(7.II)
21	.....الطيف الكهرومغناطيسي	(8.II)
22	.....مكونات مطياف UV_Vis منفرد الحزمة أو الشعاع	(9.II)
23	.....خلية العينة Sample cell	(10.II)
23	.....جهاز مطيافية فوق البنفسجي المرئية ولواحقه	(11.II)
24	.....جهاز Voltabal PGG301	(12.II)
24	.....جهاز Voltabal PGG301 ولواحقه	(13.II)
25	.....اسود الإيروكروم T	(14.II)
26	.....الشمندر المخفف	(15.II)



مقدمة عامة

مقدمة عامة:

تعتبر الملونات العضوية مجموعة مهمة من المركبات الكيميائية التي تلعب دورًا حيويًا في العديد من التطبيقات الصناعية والعلمية، تتميز هذه المركبات بقدرتها على امتصاص وانبعاث الضوء عند أطوال موجية محددة، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في مجالات مثل صناعة الأصبغة والدهانات، والتصوير الفوتوغرافي، والتطبيقات الطبية، والبحث العلمي.

تركز دراسة الكهروكيميائية للملونات العضوية على فهم الخصائص الكهربائية والكيميائية لهذه المركبات، بما في ذلك عمليات النقل الإلكتروني والتفاعلات الأكسدة والاختزال. يتم استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات الكهروكيميائية، مثل الفولتامترية والكرونوأمبيرومترية والتحليل الكهروكيميائي، لدراسة هذه الخصائص.

من خلال دراسة الكهروكيميائية، يمكن الحصول على معلومات قيمة حول آليات التفاعل والديناميكيات الإلكترونية للملونات العضوية. هذه المعلومات مهمة لتطوير تطبيقات جديدة وتحسين الاستخدامات الحالية لهذه المركبات في مجالات مختلفة.

إحدى المجالات الرئيسية التي تستفيد من دراسة الكهروكيميائية للملونات العضوية هي صناعة الأصبغة والدهانات. حيث يمكن استخدام هذه المعلومات لتحسين ثبات الألوان وكفاءة عمليات الصباغة، فضلاً عن تطوير ملونات جديدة ذات خصائص متميزة.

كما تساهم دراسة الكهروكيميائية للملونات العضوية في تطوير تطبيقات جديدة في مجالات أخرى مثل الخلايا الشمسية الحيوية والأجهزة الإلكترونية العضوية والتطبيقات الطبية مثل العلاج الضوئي والتصوير الطبي.

تعد دراسة الكهروكيميائية للملونات العضوية مجالاً حيويًا في علم الكيمياء التحليلية والتطبيقية، حيث توفر فهماً عميقاً للخصائص الكهربائية والكيميائية لهذه المركبات المهمة، مما يفتح آفاقاً جديدة للابتكار والتطوير في مجالات متعددة.

مقدمة عامة

وتتضمن المذكرة ثلاث فصول:

- الفصل الأول: الملونات العضوية
- الفصل الثاني: التقنيات والأجهزة الكهروكيميائية المستخدمة
- الفصل الثالث: دراسة النتائج ومناقشات



الفصل الأول: الملونات العضوية

العضوية

1.I - عموميات حول الملونات العضوية:

الملونات العضوية هي مركبات كيميائية تحتوي على هيكل عضوي وتتميز بقدرتها على امتصاص وانعكاس الضوء لتظهر بألوان مختلفة. تستخدم الملونات العضوية في العديد من الصناعات مثل صناعة الأغذية، والأدوية، وصناعة الألوان والطلاءات.

تتميز الملونات العضوية بكونها آمنة للاستخدام في المنتجات التي تتلامس مع الجلد أو تتناول عن طريق الفم. كما أنها تقدم مجموعة واسعة من الألوان التي يمكن تحقيقها بتغيير هيكلها الجزيئي.

يجب استخدام الملونات العضوية بحذر وفقاً للتعليمات المحددة لكل نوع منها، حيث قد تكون بعض الملونات العضوية سامة إذا استخدمت بشكل غير صحيح. [1]

1.1.I - تاريخ الملونات العضوية:

يعود إلى العديد من القرون، حيث كانت تستخدم المواد العضوية لصبغ المواد والأقمشة منذ العصور القديمة. ومع تطور الكيمياء العضوية في القرن التاسع عشر، بدأت دراسة الملونات العضوية في التقدم بشكل كبير.

في عام 1856م، اكتشف الكيميائي الإنجليزي وليام بيرقن المركب الملون المعروف باسم ما وفن (Mauveine)، وهو أول صبغة صناعية تم تحضيرها بشكل ناجح. ومن ثم، بدأت صناعة الملونات العضوية في الازدهار، مما أدى إلى تطوير مجموعة واسعة من الملونات المختلفة للاستخدام في مجالات مثل الصناعة النسيجية والطباعة والدهانات.

خلال القرن العشرين، شهدت تقنيات تصنيع الملونات العضوية تطوراً هائلاً، مما أدى إلى ابتكار ملونات جديدة ذات خصائص متنوعة وتطبيقات متعددة. وتستمر الأبحاث في مجال الملونات العضوية حتى يومنا هذا، بهدف تطوير ملونات آمنة وفعالة للاستخدام في مختلف الصناعات والتطبيقات. [2]

2.1.I - تعريف الملونات العضوية:

العضوية

هي مركبات عضوية تتميز بقدرتها على امتصاص وإعادة إشعاع الضوء بشكل ملون، تتكون هذه الملونات من جزيئات عضوية تحتوي على أنظمة مترابطة من الروابط المزدوجة والحلقات المتعددة، مما يسبب امتصاص الضوء في نطاق معين من الطيف وإعادة إشعاعه بألوان مختلفة.

وهي أيضا مركبات عضوية تحتوي على هيكل مولدات ملونة، وتتميز بامتصاصها وانبعائها للضوء في الطول الموجي المرئي. تتكون هذه المركبات من سلاسل كربونية طويلة وتحتوي على العديد من الروابط المزدوجة والحلقات المتعددة. يستخدم العديد من الملونات العضوية في الصناعة وفي الأصباغ والأحبار والدهانات والأصباغ الغذائية. [3]

3.1. I - أنواع الملونات العضوية:

- 1- ملونات الأزو (Azo Dyes): هي واحدة من أكثر أنواع الملونات العضوية شيوعًا وانتشارًا. تحتوي على جزيء أزو (-N=N-) يربط بين حلقتين أروماتيتين أو أكثر. مثل ملون أصفر النتريك والأزو الأحمر.
- 2- ملونات الأنثراكينون (Anthraquinone Dyes): تتكون من هيكل أنثراكينون أساسي مع مجموعات مختلفة مرتبطة به. تستخدم على نطاق واسع في صباغة الألياف الطبيعية مثل الصوف والحرير. مثل ملون الأندانترون والأليزارين.
- 3- ملونات الفثالوسيانين (Phthalocyanine Dyes): تحتوي على هيكل فثالوسيانين المتجانس للإلكترونات. تتميز بثباتها العالي وقوة لونها، وتستخدم في صباغة البلاستيك والطباعة والدهانات.
- 4- ملونات الأكسازين (Oxazine Dyes): تحتوي على حلقات أكسازين المتجانسة للإلكترونات. تستخدم في صباغة الألياف وفي الطباعة وصناعة الأحبار.
- 5- ملونات الأزين (Azine Dyes): تحتوي على جزيئات أزين (-N=N-) تربط بين حلقات أروماتية مختلفة. تستخدم في صباغة الألياف والبلاستيك.
- 6- ملونات الإندامين (Indamine Dyes): تحتوي على هيكل إندامين أساسية. تستخدم في صباغة الألياف والبلاستيك وفي التطبيقات الطبية والبيولوجية.

العضوية

7- ملونات الإنديجو (Indigo Dyes): تحتوي على هيكل الإنديجو المتجانس للإلكترونات. تستخدم في صباغة الألياف النسيجية، خاصة القطن.

8- ملونات الكركمين (Curcuminoid Dyes): مشتقة من مركب الكركمين الموجود في نبات الكركم. تستخدم في تلوين الأغذية والتطبيقات البيولوجية. [4]

I. 4.1 - إستخدامات الملونات العضوية :

الملونات العضوية لها استخدامات متعددة في مختلف المجالات:

- في صناعة الأغذية: تستخدم الملونات العضوية كمواد تلوين طبيعية في الأغذية والمشروبات لإضفاء اللون المرغوب على المنتجات.

- في صناعة الأدوية: تستخدم الملونات العضوية كعوامل تلوين في صناعة الأدوية لتحديد الشكل والحجم والجرعة المناسبة للدواء.

- في التحليل الكيميائي: تستخدم الملونات العضوية كمؤشرات لتحديد وتحليل التفاعلات الكيميائية في المختبر.

- في صناعة الأصباغ: تستخدم الملونات العضوية في صناعة الأصباغ لتلوين المواد الخام مثل الأقمشة والورق والبلاستيك.

- في صناعة الطلاء: تستخدم الملونات العضوية في صناعة الطلاء لإضفاء اللون والجودة المطلوبة على الأسطح. [5]

I. 5.1 - التركيب الكيميائي والهيكل للملونات العضوية:

تميز الملونات العضوية بوجود أنظمة متجانسة للإلكترونات المترابطة، والتي تمنحها خصائص امتصاص الضوء وإعطاء الألوان. هذه الأنظمة المتجانسة للإلكترونات تتكون من هياكل حلقة أروماتية مرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط مزدوجة أو جزيئات أزو (-N=N-) أو مجموعات كيميائية أخرى.

العضوية

1.5.1.I - التركيب الهيكلي:

يمكن تقسيمه إلى عدة فئات رئيسية:

1- ملونات الأزو (Azo Dyes): تحتوي هذه الملونات على جزيء أزو (-N=N-) يربط بين حلقتين أروماتيتين أو أكثر. مثل ملون الأزو الأحمر والأصفر الخردل.

2- ملونات الأنثراكينون (Anthraquinone Dyes): تتكون من هيكل أنثراكينون أساسي مع مجموعات مختلفة مرتبطة به. مثل ملون الأندانترون والأليزارين.

3- ملونات الفثالوسيانين (Phthalocyanine Dyes): تحتوي على هيكل فثالوسيانين المتجانس للإلكترونات والذي يتكون من أربع وحدات إيزواندول مرتبطة ببعضها البعض.

4- ملونات الأكسازين (Oxazine Dyes): تحتوي على حلقات أكسازين المتجانسة للإلكترونات، والتي تتكون من حلقتين بنزينيتين مرتبطتين بجزيء أزوت وجسر إيثيليني.

5- ملونات الأزين (Azine Dyes): تحتوي على جزيئات أزين (-N=N-) تربط بين حلقات أروماتية مختلفة.

إضافة إلى هذه الهياكل الأساسية، قد تحتوي الملونات العضوية أيضًا على مجموعات كيميائية أخرى مثل المجموعات الهيدروكسيل (-OH) والكربوكسيل (-COOH) والأمين (-NH₂) والسلفونيك (-SO₃H)، والتي تؤثر على خصائص الملون مثل الذوبان واللون والثبات الكيميائي. [6]

2.5.1.I - التركيب الكيميائي:

تتكون الملونات العضوية من مجموعة متنوعة من المركبات العضوية، بما في ذلك الهيدروكربونات العطرية والحلقية غير المتجانسة والمركبات غير المتجانسة. تتكون الهياكل الجزيئية للصبغات العضوية من حلقات بنزين متعددة متصلة ببعضها البعض بواسطة روابط أحادية أو مزدوجة أو ثلاثية. قد تحتوي هذه الحلقات أيضًا على ذرات أخرى، مثل النيتروجين والأكسجين والكبريت.

العضوية

تتحدد خصائص الملونات العضوية من خلال بنيتها الجزيئية. على سبيل المثال، تؤثر أنواع وعدد مجموعات الكروموفور والأوكسوكروم على لون وشدة الصبغة. تؤثر بنية الهيكل الحلقي أيضًا على خصائص الملونات، مثل الاستقرار الضوئي والحرارية. [7]

I. 2- تعريف أسود الإيروكروم T:

مادة صلبة بلورية وهي تعتبر صبغ أزو وتوجد على شكل مسحوق أسود (الإيروكروم الأسود تي) Eriochrome Black T اللون، صيغتها الكيميائية $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$ ووزنها الجزيئي 461.38 جرام/مول، وقابلة للذوبان في الماء وغير قابلة للذوبان في الإيثانول والأسيتون والبيوتانول تستعمل كدليل في معايرات المعقدات. [8]



صورة (I.1): أسود الإيروكروم T [20]

يتكون الإيروكروم من حلقين بنزينيين متصلتين بجسر نفتالين وجزء أزو (-N=N-) ومجموعتين سلفونيتين (SO_3Na^-) تعطيان شحنة سالبة. يظهر لونًا أزرق داكنًا في المحاليل القلوية وأحمر في المحاليل الحمضية. [9]

العضوية

يصنف الإيروكروم كمؤشر حمضي-قاعدي حيث يتحول لونه بشكل حاد عند نقطة التكافؤ في عمليات المعايرة مع الأحماض والقواعد. كما يستخدم أيضًا كمؤشر معقد لتحديد تراكيز أيونات المعادن مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والزنك وغيرها، حيث يكون معقدات ملونة معها. [10]

1.2.I - مراحل استخلاص الإيروكروم:

تتضمن عدة خطوات رئيسية تهدف إلى استخلاص المادة الصبغية النباتية القيمة. هذه المراحل يمكن أن تتضمن:

- 1- جمع النباتات: يتم جمع النباتات التي تحتوي على الإيروكروم من المناطق التي تنمو فيها هذه النباتات.
- 2- تجفيف النباتات: يتم تجفيف النباتات المجمعة بشكل صحيح لإزالة الرطوبة والحفاظ على جودة الإيروكروم.
- 3- استخلاص الإيروكروم: يتم استخلاص الإيروكروم من النباتات المجففة باستخدام المذيبات المناسبة مثل الماء أو المذيبات العضوية.
- 4- ترشيح وتنقية: يتم ترشيح المحلول الناتج من عملية الاستخلاص لإزالة الشوائب والجسيمات الغير مرغوب فيها.
- 5- تركيز الإيروكروم: يتم تركيز المحلول المستخلص لزيادة تركيز الإيروكروم وتقليل حجم المحلول.
- 6- تجفيف وتبلور: قد يتطلب تجفيف الإيروكروم وتبلوره للحصول على شكل نهائي مستقر وقابل للتخزين. [11]

2.2.1. استخدامات الإيروكروم:

العضوية

الإيروكروم له العديد من الاستخدامات في التحاليل الكيميائية الحجمية والتقنيات الأخرى، ومن أهم استخداماته:

1- **معايرة الأحماض والقواعد:** يستخدم الإيروكروم كمؤشر في عمليات المعايرة الحجمية للأحماض والقواعد القوية والضعيفة، حيث يتغير لونه عند نقطة التكافؤ مما يسهل تحديدها بدقة. [12]

2- **تحديد تركيز أيونات المعادن:** يمكن استخدام الإيروكروم لتحديد تراكيز أيونات المعادن مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والزنك والرصاص والنحاس وغيرها، حيث يكون معقدات ملونة مستقرة معها. [13]

3- **تحليل الماء:** يستخدم في تحليل عينات المياه لتحديد العسر الكلي (الكالسيوم والمغنيسيوم) وكذلك لقياس درجة الحموضة (pH). [14]

4- **تحليل الأسمدة والتربة:** يساعد في تحديد تركيز العناصر المعدنية في الأسمدة والتربة، مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والزنك والنحاس وغيرها. [15]

5- **التحليل الطبي:** يستخدم في بعض التحاليل الطبية لتحديد تركيز أيونات معينة في السوائل الحيوية مثل البلازما والبول. [16]

3. I - مفهوم الشمندر:

الشمندر الأحمر، المعروف أيضًا باسم الشمندر الجذري أو البنجر، هو النوع الأكثر شيوعًا وانتشارًا من نبات الشمندر (*Beta vulgaris*). يتميز بجذوره اللحمية الكبيرة ذات اللون الأحمر الداكن والمصدر الرئيسي للملونات الطبيعية المسماة البيتاينيات. [17] الشكل (1.I).



الصورة (2.I): توضح الشمندر [21]

1.3.I - أنواع الشمندر:

يعتبر الشمندر نوع من أنواع النباتات الجذرية، التي تُستخدَم في كثير من المأكولات في مختلف البلدان، والشمندر مصدر غني بالفيتامينات، والمعادن، والألياف، ويحتوي على نسبة عالية من الماء، ويتميز كذلك باحتوائه على مادة النترات وصبغة البيتاين المعروفة بفوائدها المضادة للالتهابات.

هناك أنواع كثيرة للشمندر، ويتم تصنيف بعضها بناء على اللون، ومن هذه الأنواع: اللون الشكل (2.I).

- الشمندر الأبيض.

- الشمندر الأصفر.

- الشمندر الوردي.

- الشمندر الأرجواني القاتم.



العضوية

الصورة (3.I): توضح أنواع الشمندر وألوانها [22]

والجدير بالذكر أنّ الشمندر يحتوي على الكثير من العناصر الغذائية، التي تُكسبه فوائد عظيمة، ومن هذه الفوائد ما يأتي:

- يحافظ على إبقاء ضغط الدم بمعدّله الطبيعي ويحسن الأداء الرياضي للرياضيين.
- يحافظ على صحّة الجهاز الهضمي وسلامته ويساهم في تحسين صحّة الدماغ.
- ويقلّل خطر الإصابة بالسرطانات ويقلل الالتهابات المُزمنة ويساعد على تخفيف الوزن ويعدّ الشمندر غنيّاً بحمض الفوليك ويحتوي الشمندر على فيتامين "أ". [18]

2.3.I - مراحل استخلاص الشمندر:

تتم عملية استخلاص ملونات الشمندر، المعروفة بإسم البيتاينات، من جذور نبات الشمندر الأحمر عبر عدة مراحل رئيسية، وهي:

1- التحضير المبدئي:

- غسل وتقشير جذور الشمندر لإزالة الأتربة والشوائب.
- تقطيع الجذور إلى قطع صغيرة لزيادة مساحة السطح وتسهيل عملية الاستخلاص.

2- الاستخلاص بالمذيب:

- نقع قطع الشمندر المقطعة في مذيب مناسب، مثل الماء أو محلول حمضي ضعيف أو محلول قلوي ضعيف.
- تسخين المزيج لفترة معينة لتسهيل انتقال الملونات من الجذور إلى المذيب.

3- الترشيح:

العضوية

- ترشيع المزيج لفصل الراشح (المحتوي على الملونات المستخلصة) عن الراسب (بقايا الجذور).

4- التنقية:

- قد يتم إجراء خطوات تنقية إضافية للراشح، مثل الترسيب أو الترشيح أو التبادل الأيوني، لإزالة الشوائب والحصول على ملونات أكثر نقاوة.

5- التركيز:

- تركيز الراشح المنقى باستخدام تقنيات مثل التبخير أو الفصل بالأغشية للحصول على ملونات الشمندر المركزة.

6- التجفيف (اختياري):

- قد يتم تجفيف ملونات الشمندر المركزة للحصول على مسحوق جاف يمكن تخزينه واستخدامه في التطبيقات المختلفة.

يتم اختيار المذيبات ودرجات الحرارة والظروف المناسبة لعملية الاستخلاص بناءً على الخصائص الكيميائية لملونات الشمندر المراد استخلاصها. [19]

3.3.1- خصائص الشمندر:

1- اللون الأحمر الداكن: يحتوي الشمندر الأحمر على ملونات طبيعية تسمى البيتا سيانينات، والتي تعطيه لونه الأحمر المميز وخصائصه المضادة للأكسدة.

2- القيمة الغذائية العالية: يعتبر الشمندر الأحمر مصدرًا غنيًا بالعناصر الغذائية مثل البوتاسيوم والحديد والفولات والألياف القابلة للذوبان والفيتامينات C وB6.

3- الاستخدامات الغذائية: تستخدم جذور الشمندر الأحمر في العديد من الأطباق والمأكولات مثل السلطات والشوربات والمخللات والعصائر.

العضوية

4- الاستخدامات الصناعية: يستخدم الشمندر الأحمر في صناعة الملونات الغذائية الطبيعية، حيث تستخرج منه ملونات البيتاينات.

5- الاستخدامات الطبية التقليدية: استخدم الشمندر الأحمر تقليدياً لعلاج مشاكل مثل ارتفاع ضغط الدم وأمراض الكلى والكبد بسبب خصائصه المضادة للالتهابات والمضادة للأكسدة. [17]



الفصل الثاني: التقنيات والأجهزة

الكهروكيميائية المستخدمة



تمهيد:

بعد ما تعرفنا على الملونات العضوية الكيميائية بشكل عام، سنتطرق في هذا الفصل إلى دراسة مختلف الطرق الكهروكيميائية المستعملة وتقنيات التحليل على الملونات العضوية والكيميائية، ثم الأجهزة لدراسة خصائص البنيوية للمادة.

نبذة تاريخية:

في القرن الثامن عشر الميلادي وجد العالم الإيطالي جالفاني (Galvani) (1737_1798 م)، وهو متخصص في مجال الشريح، أن انتفاضة لا إرادية تتتاب ضفدعا حينما يتماس سلكان معدنيان بفخذه.

هذه كانت واحدة من أشهر التجارب التي نمت وتطورت حتى صارت فرعا من الفروع الهامة في الكيمياء الكهربائية، وقد وجد أن حدوث بعض التفاعلات الكيميائية يصاحبه فقد الكترونات من قبل أحد المواد واكتسابها من قبل مادة أخرى.

وتسمى هذه التفاعلات بتفاعلات الأكسدة والاختزال باعتبار الأكسدة هي عملية فقد الكترونات والاختزال عملية اكتساب الكترونات.

ومجالات الاستفادة من الكيمياء الكهربائية لا حصر لها ابتداء من ألعاب الأطفال وحتى المركبات الفضائية، هناك نوعان من الخلايا يستفيد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية في إنتاج الطاقة. وشكل الطاقة الناتجة هذا هو ذلك الشكل الذي يحرص عليه الإنسان ويرغب من خلاله التعامل مع الطاقة، لأسباب عديدة أهمها انه شكل نظيف بالنسبة للإنسان والبيئة إضافة إلى انه قليل التكلفة وهذا هو شكل الطاقة الكهربائية.

وفي هذا النوع من الخلايا يحدث تحويل للطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

وكانت هذه الخلايا تسمى خلايا فولتا أو الخلايا الفولتية (Volta) الذي كان له قصب السبق في معرفة إمكانية الحصول على طاقة كهربائية من التفاعلات الكيميائية، والنوع الآخر بكل بساطة الخلية الكهروكيميائية وهي عبارة عن قطبين موصلين ببعض ومكونين لدائرة كهربائية.

1.II- طرق تحليل الكهروكيميائية:

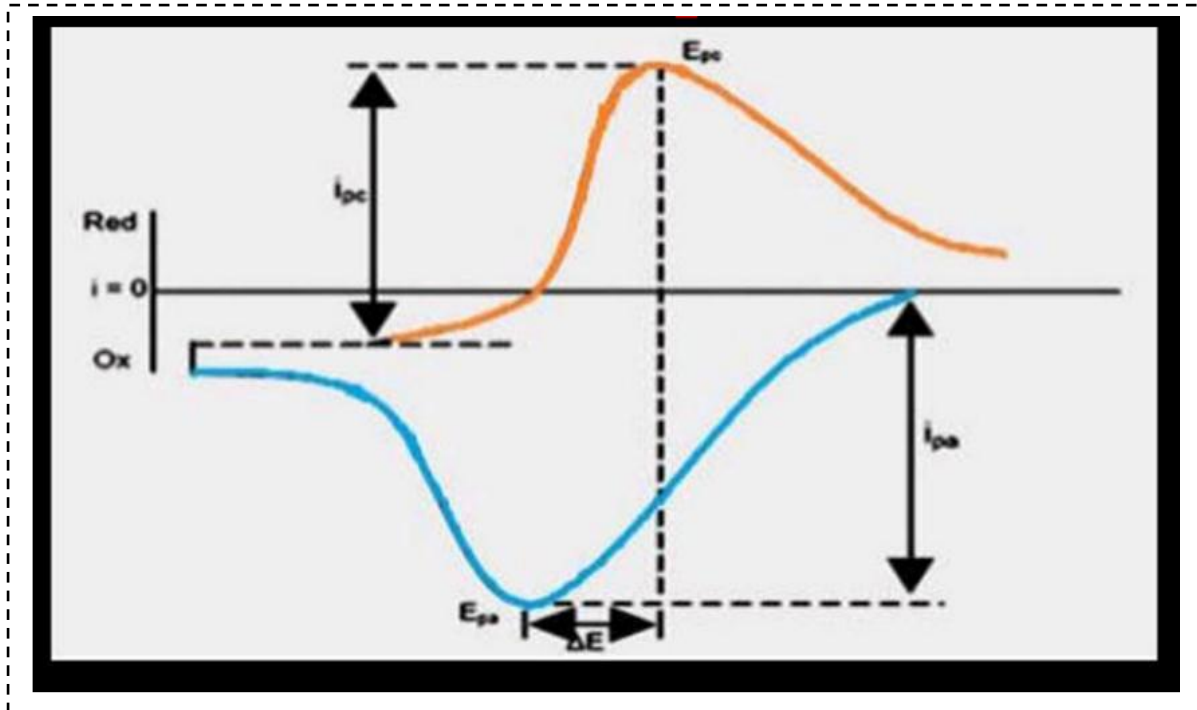
تعتمد هذه الطرق على القياسات الكهربائية التي تشمل التيار والمقاومة والجهد في الخلايا الكهروكيميائية، لذا يمكن استخدام هذه الخواص (تيار، مقاومة، جهد) والتي تعتمد بدورها على المحاليل المكونة للخلايا الكهروكيميائية، في التحليل الكمي والنوعي. [1]

1.1.II - طريقة التحليل الفولط أمبير ومترى الحلقي

:(CVA)Cyclic Voltametric Analysis

يعتبر التحليل الفولط أمبير ومترى الحلقي من أكثر التقنيات المستخدمة في التحليل النوعي والتي تعطي معلومات عن التفاعلات الكهروكيميائية الحاصلة في الخلية. [2] فهي تسمح بتحديد وقياس كميا لعدد كبير من المركبات وأيضا دراسة التفاعل الكيميائي. ولقد اختيرت هذه الطريقة لدراسة انعكاسية الانتقال الإلكتروني لرسم منحنى (Voltamogramme). [3]

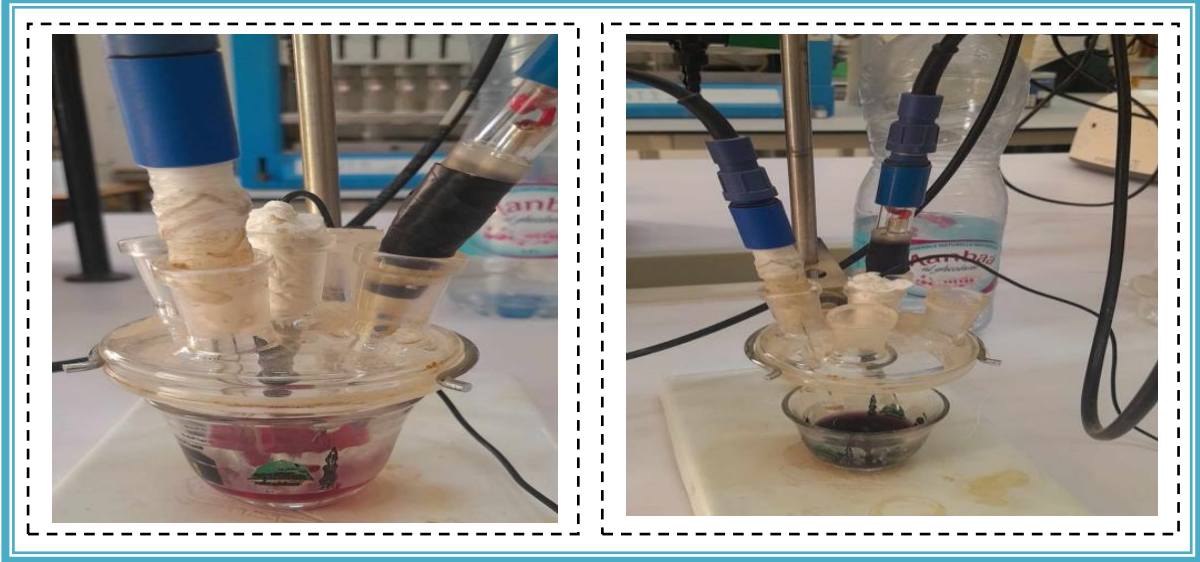
حيث يتم مسح الجهد بصورة حلقة فتشكل قمة مصعديه ومع تفاعل الأكسدة يرجع لتشكّل قمة مهبطيه وينتهي بتشكّل المنحنى التالي:



الصورة (1.II): منحنى الفولطامترى الحلقي [4].

2.II - الخلية الكهروكيميائية:

هي عبارة عن نظام يستخدم لتوليد التيار الكهربائي عن طريق التفاعلات الكيميائية والتي يحدث من خلالها انتقال للإلكترونات بين قطبي هذه الخلية ويتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أو العكس. [5]



الصورة (2.II): الخلية الكهروكيميائية

1.2.II - قطب الكالوميل المشبع ((SCE) Saturated Calomel Electrode):

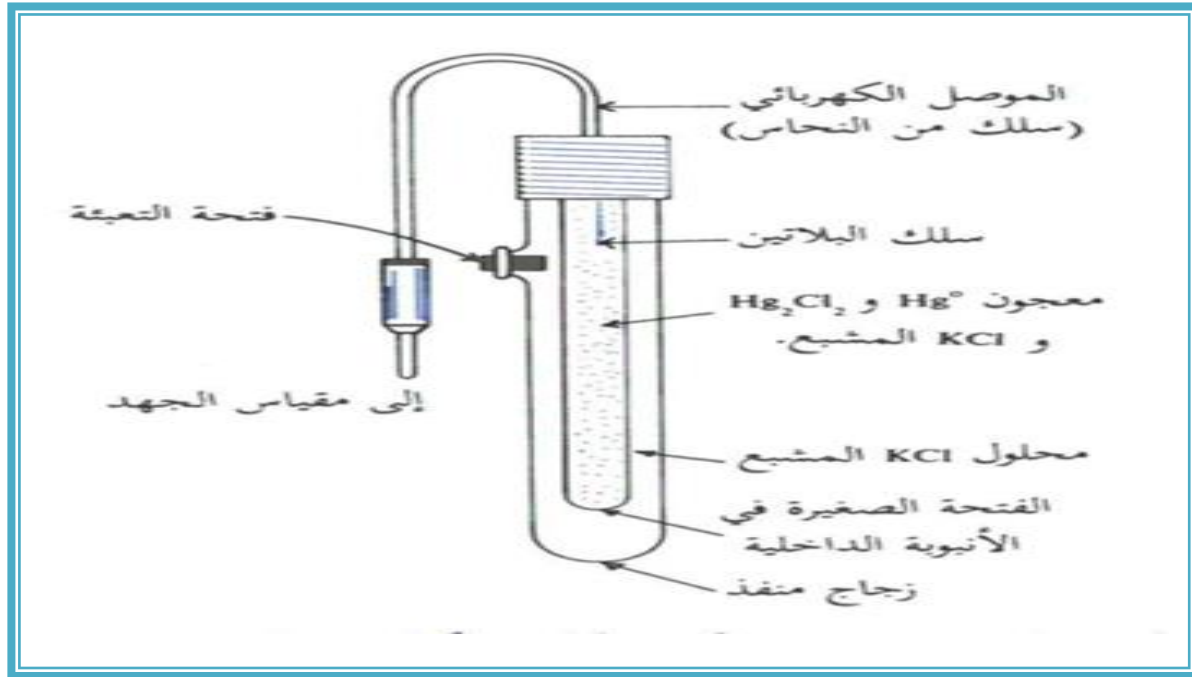
تعتبر أقطاب الكالوميل من أكثر الأقطاب المرجعية استخداما لسهولة تحضيرها وتختلف بعضها في تركيز كلوريد البوتاسيوم فقط، ومن أشهر أقطاب الكالوميل وأكثرها استخداما ما يسمى بقطب الكالوميل المشبع وسمي بهذا الاسم لاستخدام محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم ويتألف كما يتضح من الشكل.

من معجون يحضر بواسطة خلط كمية صغيرة من الزئبق الصلب Hg_2Cl_2 والذي يدعى بالكالوميل ويضاف إلى ذلك كمية من كلوريد البوتاسيوم الصلب ثم يرطب هذا المعجون بكمية صغيرة من محلول كلوريد البوتاسيوم وبعد ذلك يوضع في أنبوبة داخلية ويتم توصيله كهربائيا باستخدام سلك من البلاتين المتصل سلك من النحاس الذي يوصل بجهاز قياس الجهد، وتتصل هذه الأنبوبة الداخلية عن طريق فتحة صغيرة بالأنبوبة الخارجية التي تحتوي على محلول كلوريد البوتاسيوم المشبع.

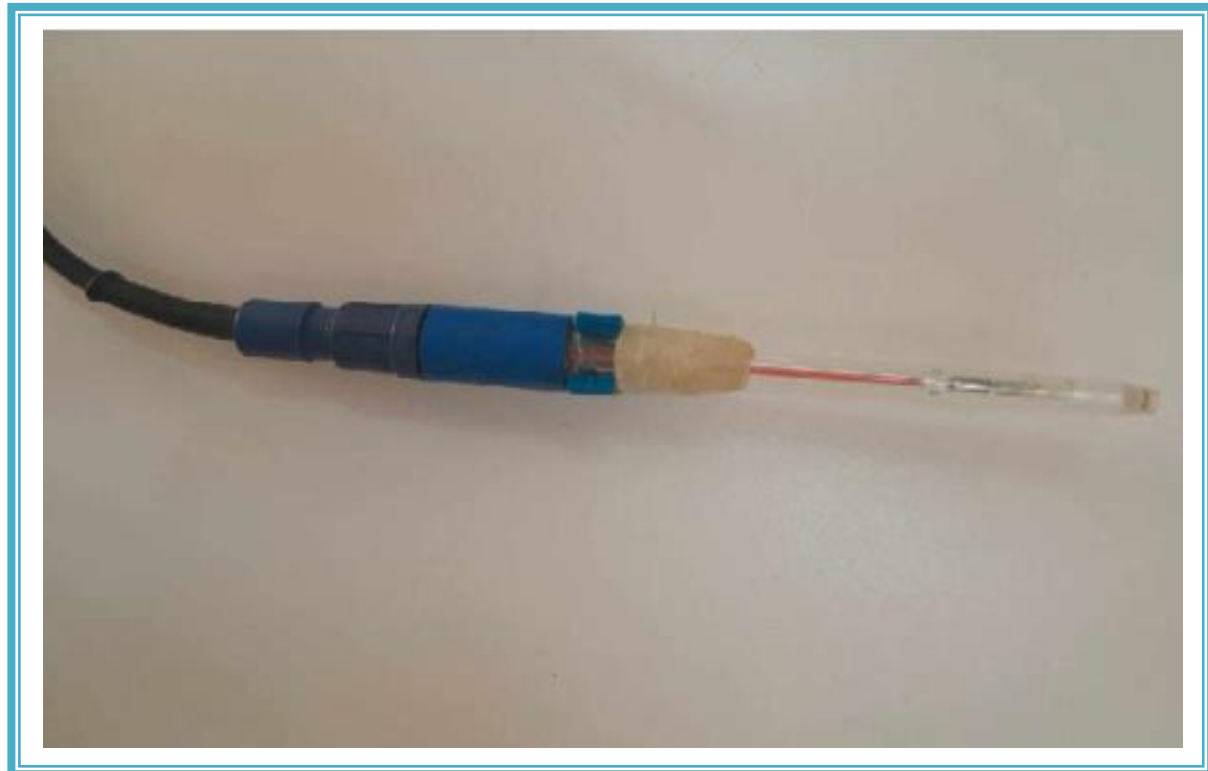
ويتصل هذا القطب بمحلول العينة عن طريق أنبوبة شعرية، مسدودة بقطعة من الاسبستوس أو السيراميك النفاذ، وفي حالة ما يكون من الضروري عدم تلوث محلول العينة بالكلوريد فإنه لابد من استخدام قنطرة

الفصل الثاني _____ التقنيات والأجهزة الكهروكيميائية المستخدمة

ملحية من نترات البوتاسيوم لنفس الغرض، وفي المعايرات اللامائية اما أن نذيب كلوريد البوتاسيوم في الميثانول أو نستعمل قنطرة ملحية. [6]



الصورة (3.II): رسم يوضح تركيب قطب الكالوميل المشبع [1]



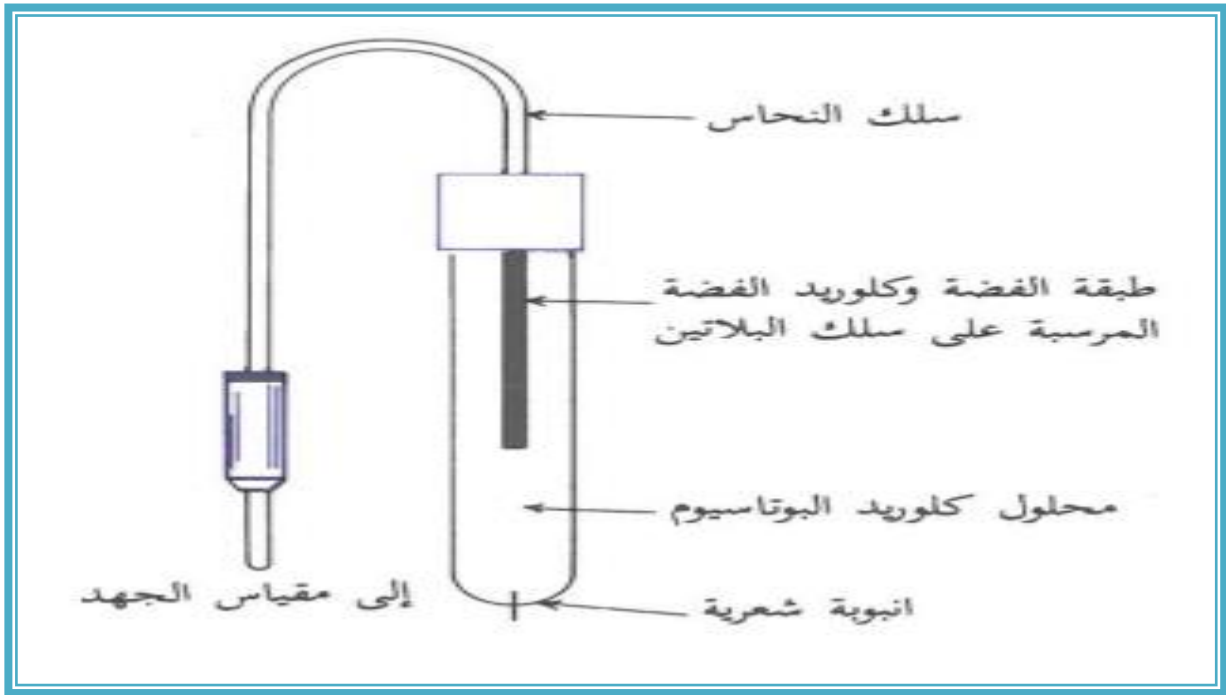
الصورة (4.II): قطب الكالوميل المشبع

2.2.II - قطب الفضة/كلوريد الفضة

:(Silver/ Silver Chloride Electrode Ag/ AgCl)

يتكون قطب الفضة/كلوريد الفضة من قضيب فضة محاط بكلوريد فضة صلب مغمور في محلول يحتوي على ايونات الكلوريد (الصور (5.II)) ويسمى هذا القطب بالقطب الزجاجي.

يمكن استخدام قطب الفضة /كلوريد الفضة كقطب قياسي مثل الكالوميل لتعيين قيمة الجهد لأي قطب بتكوين خلية منه ومن القطب المراد حساب قيمة جهده ومن ثم تعيين قيمة (e.m.f) للخلية. [7]



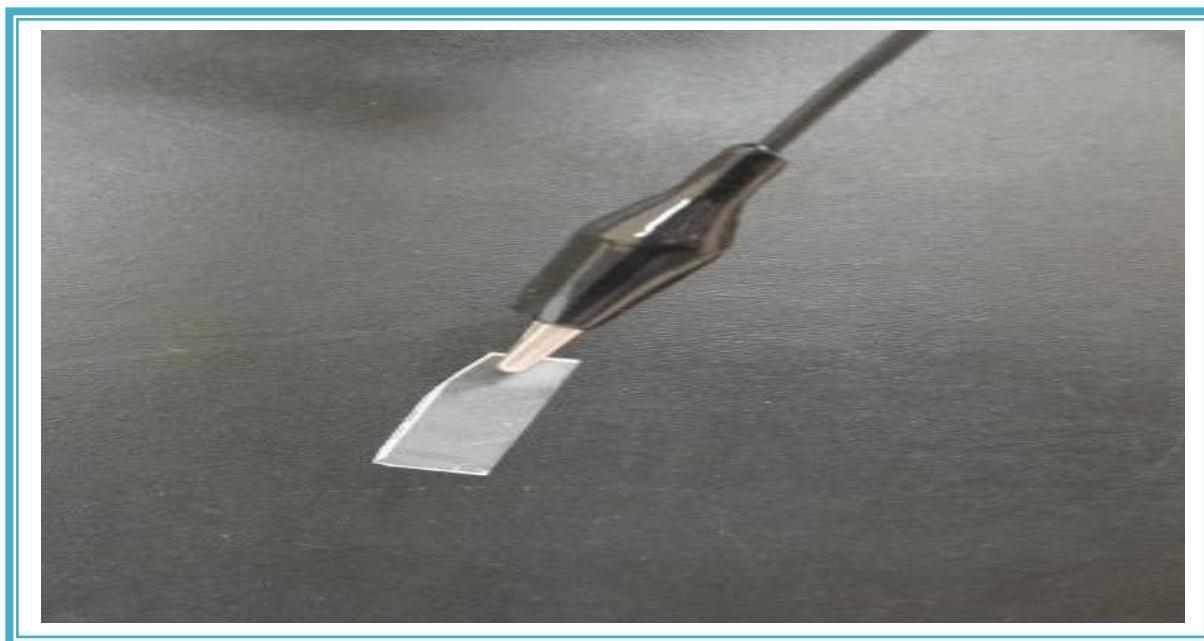
الصور (5.II): رسم يوضح تركيب قطب الفضة/كلوريد الفضة المرجعي [6]

3.2.II - قطب العمل ((Indium Tin Oxide ITO)):

وهي مفتاح الخلية في القياسات الجهدية وهي التي تستجيب لتركيز الايونات في المحلول من خلال التغير الذي يحصل في جهدها مقارنة مع قطب المرجع القياسي. [8]

قمنا باستخدام زجاج موصل ITO أو زجاج (ITO) هو نوع من الزجاج المغلف بطبقة رقيقة من أكسيد الإنديوم والقصدير (ITO Indium in Oxide). يستخدم هذا الزجاج في التطبيقات التي تتطلب توصيلية كهربائية وشفافية بصرية عالية، مثل الشاشات المسطحة، والشاشات التي تعمل باللمس، والخلايا

الشمسية، وأجهزة العرض البصري. [9]



الصورة (6.II): قطب العمل ITO

3.II- تعريف جهاز pH:

هي أقدم الطرق التحليلية الكهروكيميائية حيث أول قطب زجاجي (أحد أقطاب الأدلة) تم تصنيعه منذ عام 1906، وحيث يعتبر جهاز pH meter أحد أنواع أجهزة الطرق الجهدية. [10]

يعتبر جهاز قياس الحموضة (pH mètre) من انسب الطرق لقياس تركيز ايونات الهيدروجين $[H^+]$ في المحلول.



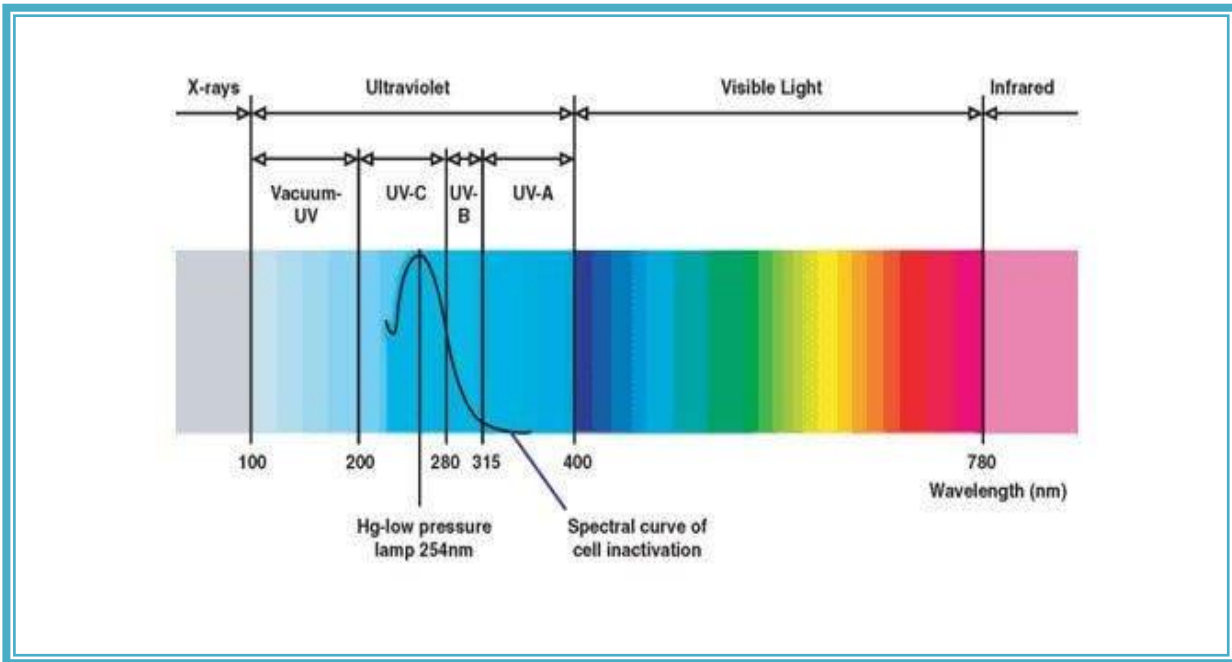
الصورة (7.II) : جهاز pH meter

4.II - مطيافية فوق البنفسجية والمرئية (UV and Visible Spectroscopy):

إن مطيافية الأشعة فوق البنفسجية مفيدة في تحديد تراكيب الجزيئات العضوية، ويمكن الحصول على أطيف الأشعة فوق البنفسجية للمركبات العضوية بواسطة إمرار ضوء ذو طول موجي معين (ضوء أحادي الطول الموجي) خلال محلول مخفف لتلك المادة المحضرة في مذيب لا يمتص الضوء في ذلك الطول الموجي مثل (الماء، الإيثانول، الهكسان).

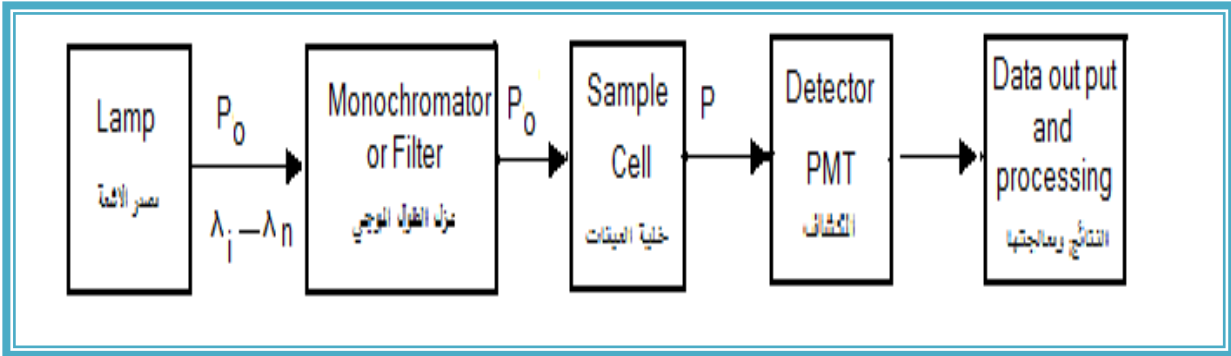
إن الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية أقصر كثيرا من الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء والوحدة المستخدمة لوصف هذه الأمواج هي النانومتر، في مطياف الضوء المرئي فوق البنفسجي تم دمج جهاز مطياف الضوء المرئي مع مطياف الأشعة فوق البنفسجية في جهاز واحد وهذا الجهاز مزود بمصدرين أحدهما مصدر للأشعة المرئية والأخر مصدر للأشعة فوق البنفسجية لمبة للضوء مع استخدام كشاف يستطيع كشف طاقة الأشعة المرئية وفوق البنفسجية، ولذلك يمكن لهذا الجهاز قياس الأشعة الممتصة في نطاق الأشعة المرئية وفوق البنفسجية، ولذلك يمكن لهذا الجهاز قياس الأشعة الممتصة في نطاق الأشعة المرئية وفوق البنفسجية، ومن ثم تقدير تركيز المواد الملونة والمواد التي تمتص في نطاق الأشعة فوق البنفسجية. [11]

1.4.II - أقسام الأشعة فوق البنفسجية:



الصورة (8.II): الطيف الكهرومغناطيسي [11]

- أجهزة قياس أطيف الأشعة فوق البنفسجية- المرئية UV-Vis



الصور (9.II): مكونات مطياف UV-Vis منفرد الحزمة أو الشعاع [8]

2.4.II - مصدر الأشعة فوق البنفسجية:

تستخدم لمبة التفريغ الكهربائي للهيدروجين أو الديوتيريوم، والتي تعمل تحت ضغط منخفض وتيار كهربائي متردد DC لإنتاج الأشعة فوق البنفسجية [10].

حيث يستخدم مصدر قوس الديوتيريوم في المنطقة اقل من 320 ليعت أو يشع طيفا مستمرا اقل من 400 وتستخدم فلترات خاصة في مسار الشعاع في حالة استخدام مصباح تتجستن هال وجين الأقل من 400 nm هذه الفترات مطلوبة لتقليل الأشعة المشتتة التي تصل إلى الكاشف والتي تسبب أخطاء في قيم الامتصاص. ينتج عن الإثارة الكهربائية للديوتيريوم أو الهيدروجين عند ضغط منخفض طيفا مستمرا للأشعة فوق البنفسجية ويتكون هذا الطيف نتيجة تكوين جزيء مثار يتحطم ليعطي صنفين من الذرات وأيضا فوتون الأشعة فوق البنفسجية، ومصابيح الديوتيريوم والهيدروجين تبعث أشعة مستمرة في المنطقة 375- 160 nm، وغلاف هذه المصابيح يكون من الكوارتز لأن الكوارتز لا يمتص الأشعة ذات الأطوال الموجية اقل من 350 nm [13].

لمبة ديتريوم (Lampe D₂) هي لمبة لا يقض مشاهدتها بالعين المجردة لأنها يمكن أن تتسبب بالعمى المؤقت نظر القوة إشعاعها. هذا بالنسبة القياس الأشعة فوق البنفسجية في المدى (200-350)nm. [14].

3.4.II - خلية العينة (Cellule d'échantillon) :

وهي إما أن تكون مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك أو تكون مصنوعة من الكوارتز والكوارتز أفضل لأن الخلية المصنوعة من الزجاج من ضمن مكونات صنعها الصوديوم الذي يمتص في مجال UV لذلك يفضل استخدام خلايا مصنوعة من الكوارتز وهذه الخلايا لا يكون من ضمن مكونات صنعها الصوديوم. [1]



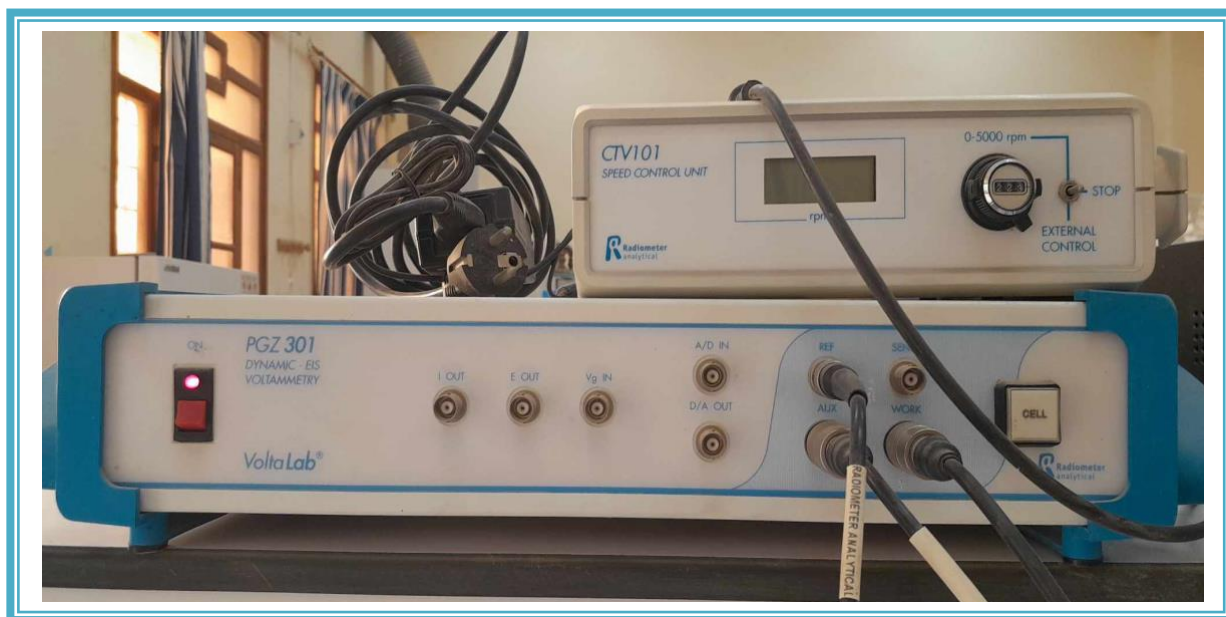
الصورة (10.II): خلية العينة Cellule d'échantillon



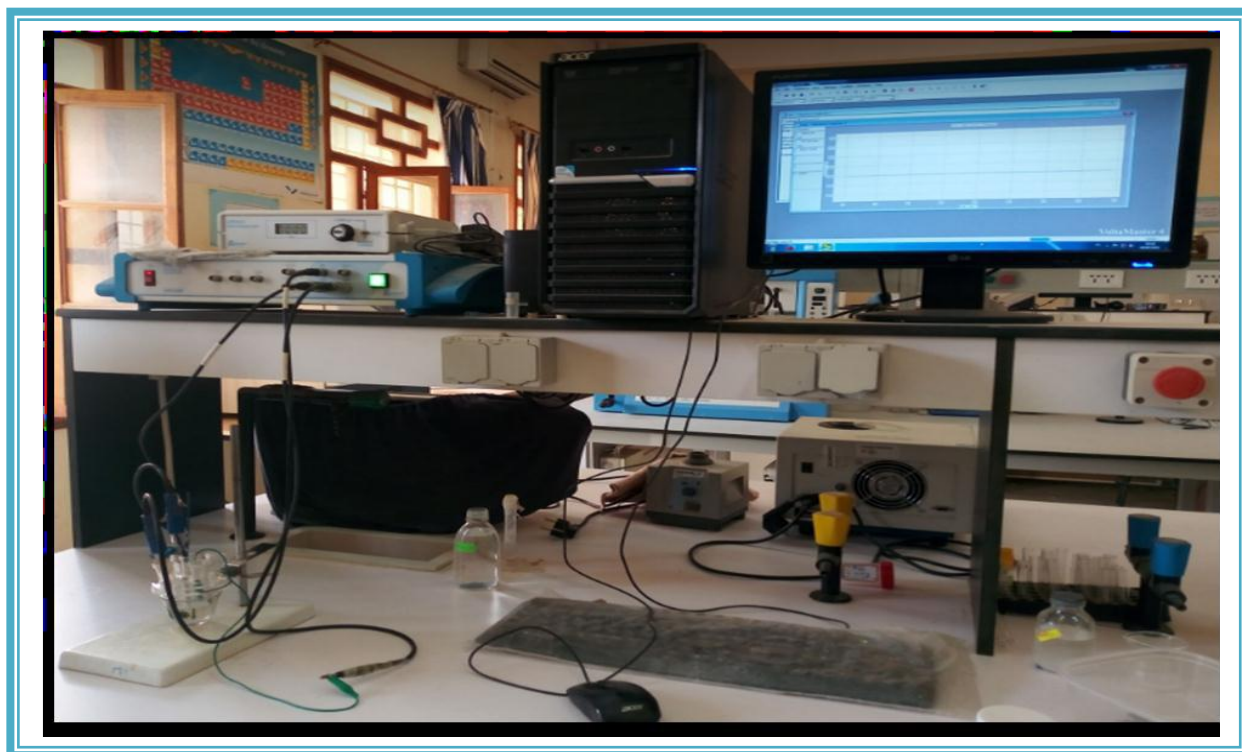
الصورة (11.II): جهاز المطيافية فوق البنفسجية والمرئية ولاحظه

5.II - التركيب التجريبي المستعمل:

تم انجاز التجربة الكهروكيميائية باستعمال Voltabal PGG301 موصول بجهاز كمبيوتر لتسجيل البيانات وذلك باستعمال برنامج voltamaster4 والذي يسمح بحساب خصائص الكهروكيميائية ورسم المنحنيات والطباعة. هذه المعدات توصل بالخلية الكهروكيميائية المكونة من ثلاثة أقطاب. [15]



الصورة (12.II): صورة لجهاز Voltabal PGG301



الصورة (13.II): صورة لجهاز Voltabal PGG301 ولواحقه

6.II - خطة العمل:

1.6.II - محلول الإيروكروم:

من اجل تحضير محلول أسود الإيروكروم تركيزه $3,619 \times 10^{-4}$ مول/لتر نتبع الخطوات التالية:

- تم وزن 0.0334 غرام من ملون اسود الإيروكروم T.

- تمت إذابته في الكمية الموزونة في 200 مل من الماء المقطر، ثم تعديله إلى خط العيار في الحوجلة، ثم نرج قليلا إلى أن يمتزج المحلول.

ثم نقوم بغلق الحوجلة بغطاء خاص بيه لتجنب حدوث تفاعلات



الصورة (14.II): اسود الإيروكروم T

1.1.6.II - المواد والأدوات المستعملة:

- اسود الإيروكروم T.

- ماء مقطر.

- بيشر + حوجلة.

- ملعقة + أنبوب مدرج.

- ميزان الكتروني.

2.6.II - محلول الشمندر:

من اجل تحضير محلول الشمندر نتبع الخطوات التالية:

- نقوم بإزالة الشوائب والأسمدة المترسبة على الشمندر بإسفنجة لعدم بقايا أي أوساخ لتجنب حدوث تفاعلات أخرى، استخدمنا سكيناً حاداً لتقشير وطحنه باستخدام المبرشة اليدوية ووضع المصفاة في طبق زجاجي والضغط على لب الشمندر بالمعلقة لنتحصل على أكبر قدر ممكن من محلول الشمندر، ثم نأخذ المحلول المتحصل عليه في قارورة زجاجية وغلقيها لعدم حدوث أي تفاعلات كيميائية.

- نقوم بقياس 1.6 مليلتر من الشمندر ونخففه بزيادة 45 مليلتر من ماء المقطر ليصبح المحلول الشمندر جاهز لتجربة.



الصورة (15.II): الشمندر المخفف

1.2.6.II - المواد والأدوات المستعملة:

- الشمندر.
- طبق زجاج.
- معلقة.
- مصفاة.
- سكين.
- مبرشة.



الفصل الثالث: دراسة النتائج

ومناقشات



تمهيد:

سيتم في هذا الفصل دراسة كهروكيميائية لملونين عضويين (أسود الإيروكروم T)، و(الشمندرالمُعد مسبقًا). وذلك باستعمال خلية التحليلات النظام ثلاثي الاقطاب (قطب العمل ITO، قطب المساعد، قطب المرجعي) وهذه الدراسة تشمل مجالات وسرعات المسح المختلفة، ثم نتطرق إلى التعرف على خصائص الملون باعتمادنا على تقنية UV-Visible وهي تقنية تحليلية، تعتمد هذه التقنية على قياس كمية الضوء المرئي وفوق البنفسجي الممتصة.

1.III - الفولطامتري الخطي (Voltamétrie linéaire):

هي تقنية كهروكيميائية تُستخدم لدراسة خصائص الأكسدة والإرجاع للمركبات الكيميائية. تعتمد هذه التقنية على مسح جهد كهربائي خطي على قطب عمل (ITO) المغموس في خلية يتضمن على المركب الإيروكروم . يتم قياس كثافة التيار الناتجة عن تفاعلات الأكسدة والإرجاع على قطب العمل مع تغير الجهد الكهربائي خطيًا.

1.1.III - أكسدة الإيروكروم:

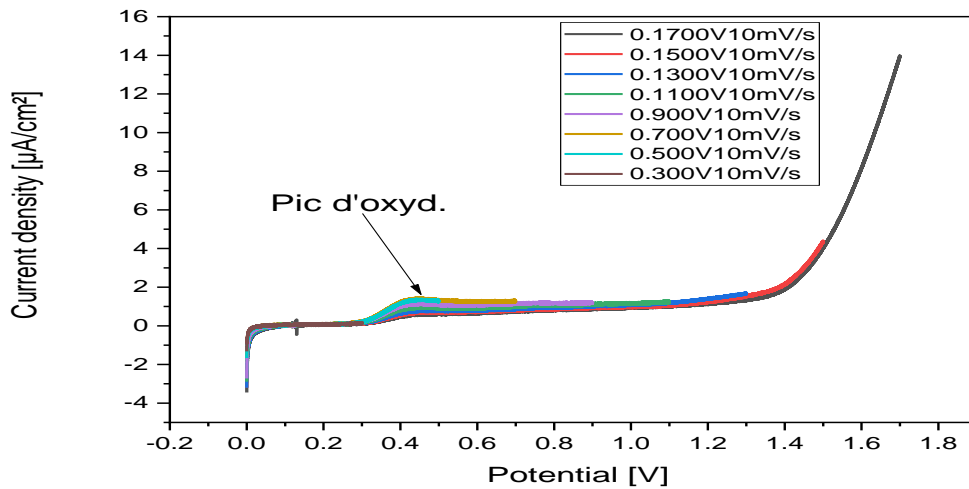
1.1.1.III - تغيير المجالات والسرعات الفولطامترية الخطية:

تم أخذ ثلاث خلايا ووضع في كل خلية حجم معين من محلول اسود الإيروكروم T (V=15mL ذات تركيز $C=3,619 \times 10^{-4} \text{mol/L}$)، ليتم رسم منحنيات الفولطامتري الخطية بواسطة جهاز Voltalab عند مجالات $E=[0\text{mv}_300\text{mv}] \dots [0\text{mv}_900\text{mv}] \dots [0\text{mv}_1700\text{mv}]$ ،

وسرعات المسح $V=200,100,10\text{mV/s}$ كما موضح في الأشكال (1.III) (2.III) (3.III) ليبين نتوء الأكسدة واستغرقت التجارب مدة زمنية كما موضح في الجدول (1.III):

الجدول (1.III): يوضح قيم سرعة المسح والمدة المستغرقة لمحلول أسود الإيروكروم T

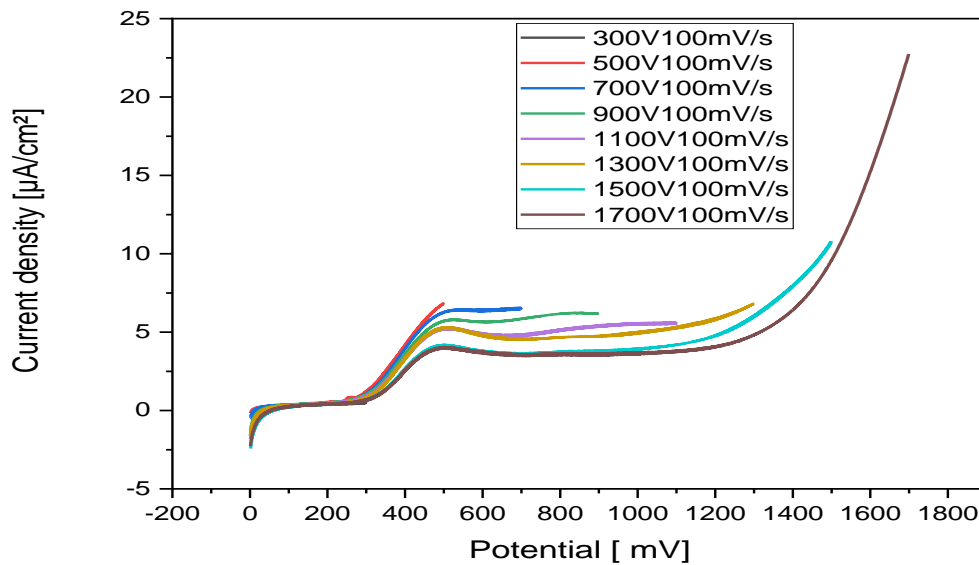
السرعة mV/S	200	100	10
المدة الزمنية (دقيقة)	3	7	15



الشكل (1.111): أكسدة الإيروكروم عند المجال

.E=[0mv_300mv]...[0mv_900mv]...[0mv_1700mv]

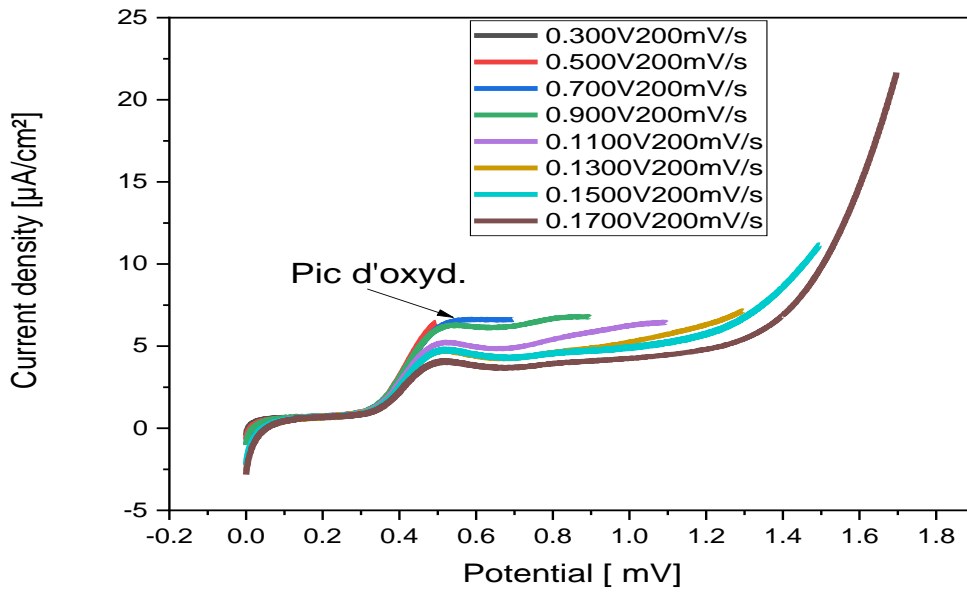
V=10mv/s وسرعة المسح



الشكل (2.111): أكسدة الإيروكروم عند المجال

.E=[0mv_300mv]...[0mv_900mv]...[0mv_1700mv]

V=100mv/s وسرعة المسح



الشكل (3.III): أكسدة الإيروكروم عند المجال

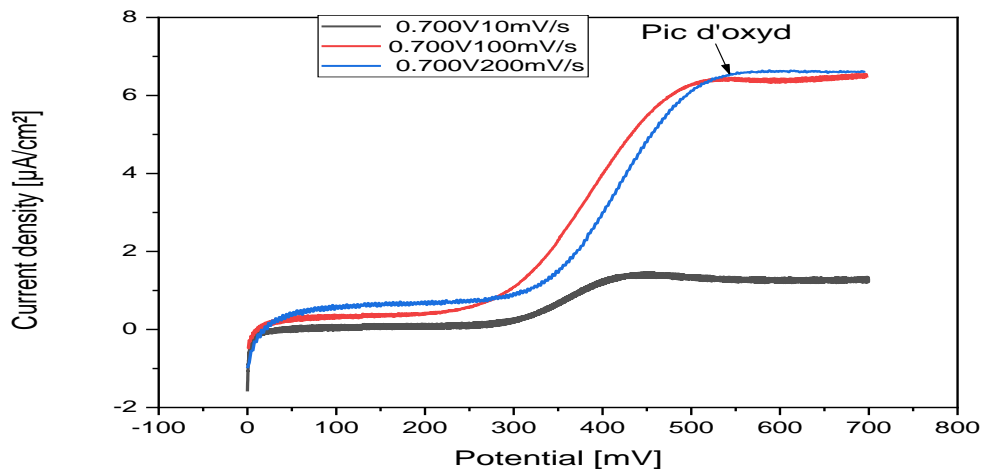
.E=[0mv_300mv]...[0mv_900mv]...[0mv_1700mv]

V=200mv/s وسرعة المسح

من خلال الشكل (3.III) نلاحظ ظهور نتوء (Pic) الأكسدة في مجالات وسرعات مسح مختلفة عند

القيمة [6.4345µA/cm²].

III.1.1.2 - مقارنة سرعات المسح:



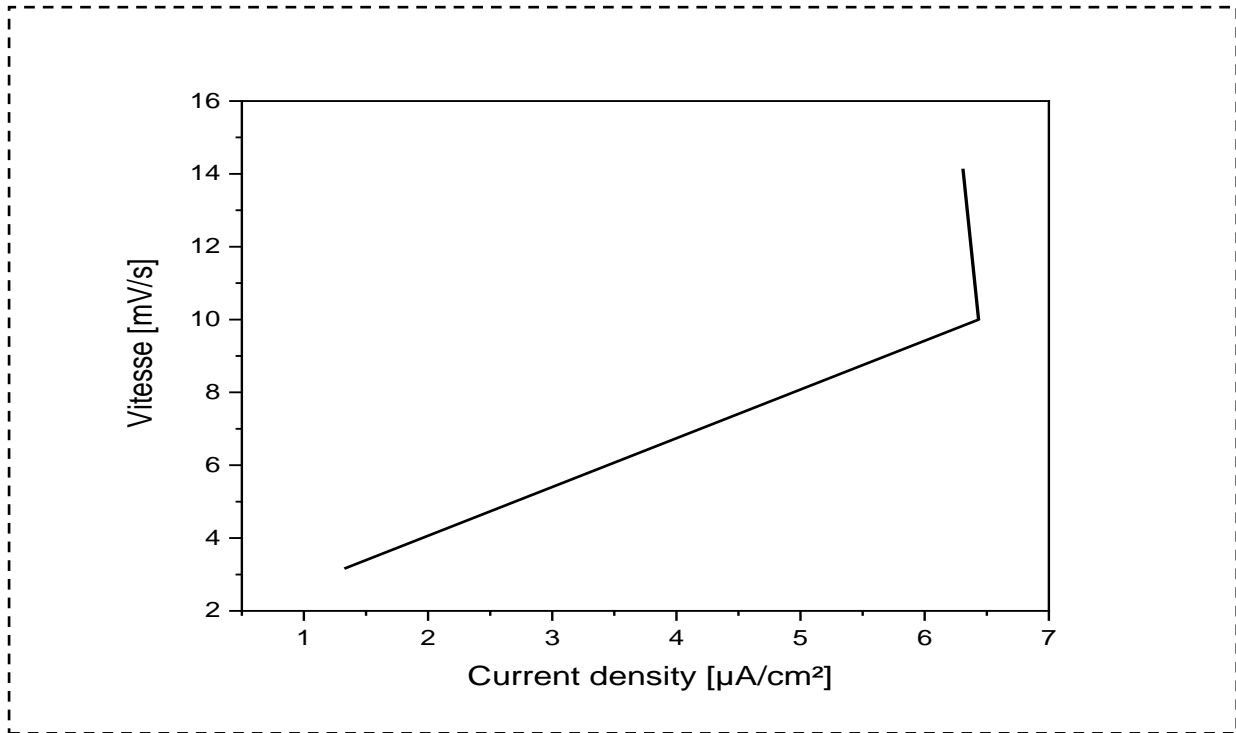
الشكل (4.III): يوضح مقارنة لسرعات المسح مختلفة V=10.100.200mV/s

يظهر الشكل (4.III) زيادة في قمم الأكسدة أي بزيادة سرعات المسح تزداد شدة التيار وظهور نتوء الأكسدة. تتوافق هذه النتائج النظرية والتي تتمثل في التوافق طرديا مع جذر سرعة المسح، كما هو موضح في الجدول (2.III).

الجدول (2.III): شدة التيار بدلالة سرعات مسح مختلفة

السرعة [mV/s]	الجهد [mV]	شدة التيار [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$]
10	0.41663	1.32611
100	.5320	6.4345
200	0.534	6.30835

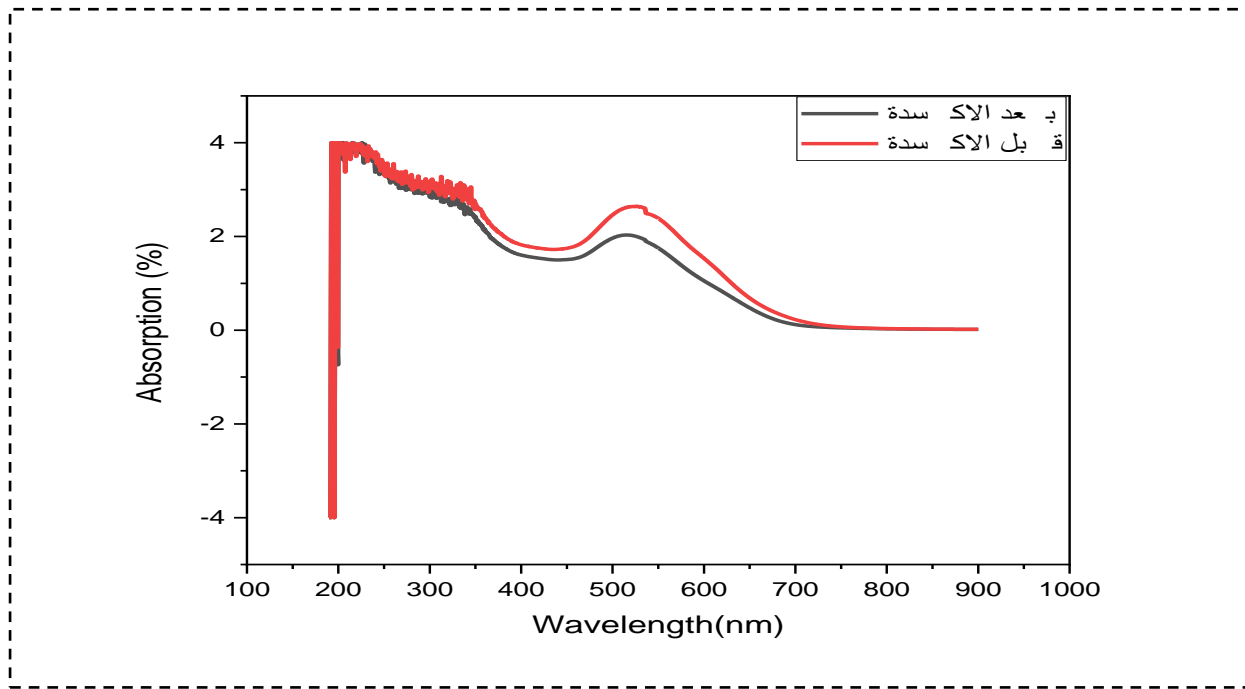
انطلاقا من الجدول (2.III) نرسم منحنى الشدة بدلالة السرعة $i = f(v^{1/2})$



الشكل (5.III): يوضح شدة التيار بدلالة سرعات مسح مختلفة $V=10.100.200\text{mV/s}$

1.2.1.1.III- تأثير الأكسدة على خصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T :

تقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T قبل وبعد عملية الأكسدة، تم استخدام تقنية UV-Visible لقياس الامتصاص الضوئي للمادة في نطاق الطول الموجي الموضح في الشكل (6.III):



الشكل (6.III): امتصاصية محلول الإيروكروم قبل وبعد الأكسدة.

الجدول (3.III): قيم امتصاصية الإيروكروم قبل وبعد الأكسدة بدلالة الطول الموجية

	قبل الأكسدة	بعد الأكسدة
الطول الموجي	525.5	514.5
الامتصاصية	2.639	2.031

من خلال الشكل (6.III) والجدول (3.III) نلاحظ انخفاض امتصاصية الإيروكروم بشكل ملحوظ بعد تعرضها للأكسدة.

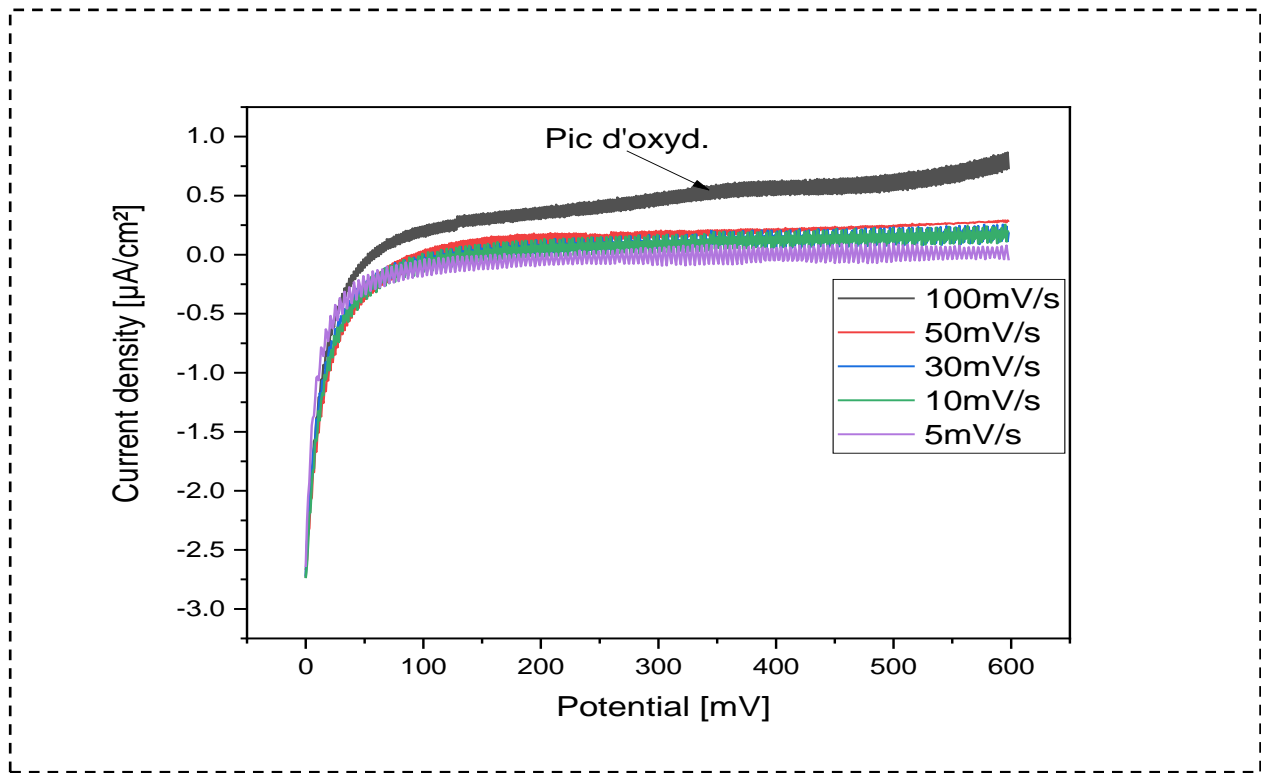
$$\text{مردود الامتصاصية هو } 23\% = \frac{2.639 - 2.031}{2.639} = 0.23\%$$

3.1.1.III – الأكسدة عند سرعات مختلفة:

نفس بروتوكول الطريقة الأول ونفس الشروط، نرسم 100 منحني بواسطة جهاز Voltalab لكل سرعة $V=5.10.30.50.100\text{mV/s}$ وتثبيت مجال المسح $E=[0\text{mv}_600\text{mv}]$ ليبين نتوء الأكسدة وقمنا باختيار منحني واحد لكل سرعة واستغرقت التجارب مدة زمنية كما موضح في الجدول (4.III) والشكل (7.III):

الجدول (4.III): الوقت لكل تجربة عند سرعات مختلفة

السرعة (mV/s)	5	10	30	50	100
الزمن (h)	6	4	3	2	1



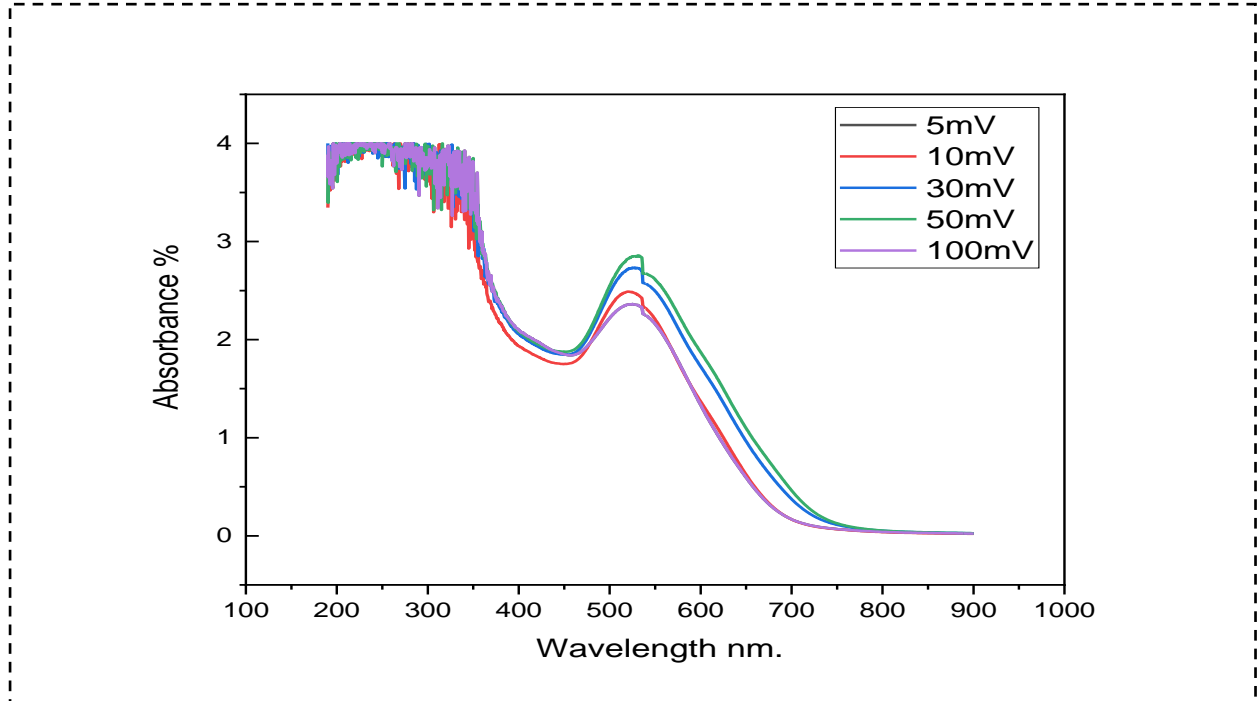
الشكل (7.III): نتوء الأكسدة $E=[0\text{mv}_600\text{mv}]$

والسرعات المسح $V=5,10,30,50,100\text{ mV/s}$

الشكل (7.III) نلاحظ بعد عملية الأكسدة واختيار منحني واحد لسرعات المسح المختلفة ظهور نتوء الأكسدة بشكل واضح، انخفاض شدة التيار كل ما زاد وقت التفاعل عند السرعات المنخفضة مما يدل على أكسدة المادة الفعالة في ملون الإيروكروم.

1.3.1.1.III- الامتصاصية لسرعات مختلفة:

تقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T الشكل (8.III):



الشكل (8.III): امتصاصية لسرعات المسح المختلفة بدلالة الطول الموجي.

انطلاقاً من النتائج المتحصل عليها من الشكل (8.III) نأخذ قيم الامتصاصية المطابقة لكل المحاليل المؤكسدة بسرعات مختلفة عند طول موجي ثابت 536 (نانومتر) كما موضح في الجدول:

الجدول (5.III): يمثل قيم الامتصاصية الأكسدة ما بين 2.36 و 2.851%

السرعات mV/s	الامتصاصية [%]	مدة التجربة (h)
100	2.851	1
50	2.673	2
30	2.765	3
10	2.482	4
5	2.36	6

■ تتناسب الامتصاصية طردياً مع السرعة المسح وعكسياً مع مدة التجربة بمعنى كلما زادت مدة التجربة انخفضت الامتصاصية.

- حساب مردود الامتصاصية كل سرعة مسح على حدى للمقارنة
- $\text{مردود الامتصاصية هو } 8\% = \frac{2.851-2.639}{2.639} = 0.08\%$
- $\text{مردود الامتصاصية هو } 1\% = \frac{2.673-2.639}{2.639} = 0.012\%$
- $\text{مردود الامتصاصية هو } 4\% = \frac{2.765-2.639}{2.639} = 0.04\%$
- $\text{مردود الامتصاصية هو } 7\% = \frac{2.639-2.482}{2.639} = 0.07\%$
- $\text{مردود الامتصاصية هو } 71\% = \frac{2.639-2.36}{2.639} = 0.71\%$

▪ نعرف كفاءة مردود الامتصاصية بما يلي: $\frac{\text{الاكسدة بعد الامتصاصية-الاكسدة الامتصاصية قبل}}{\text{الاكسدة قبل الامتصاصية}}$

حيث نلاحظ مردود الامتصاصية يكون متزايد ثم ينخفض مرة أخرى عند السرعة $V=30\text{mV/s}$.

III.4.1.1- تأثير pH :

و درسنا تأثير pH كما موضح في الجدول التالي: المحلول قبل التجربة $\text{pH} = 6.80$

الجدول (III.6): يمثل قيم ال pH والسرعة.

السرعة mV/s	100	50	30	10	5
pH	6.733	6.569	6.4	6.2	5.761

الجدول (III.6) يوضح أن سرعة المسح تؤثر على درجة الحموضة لأسود الإيروكروم T، أي كلما انخفضت سرعة المسح، زادت قيمة الحموضة.

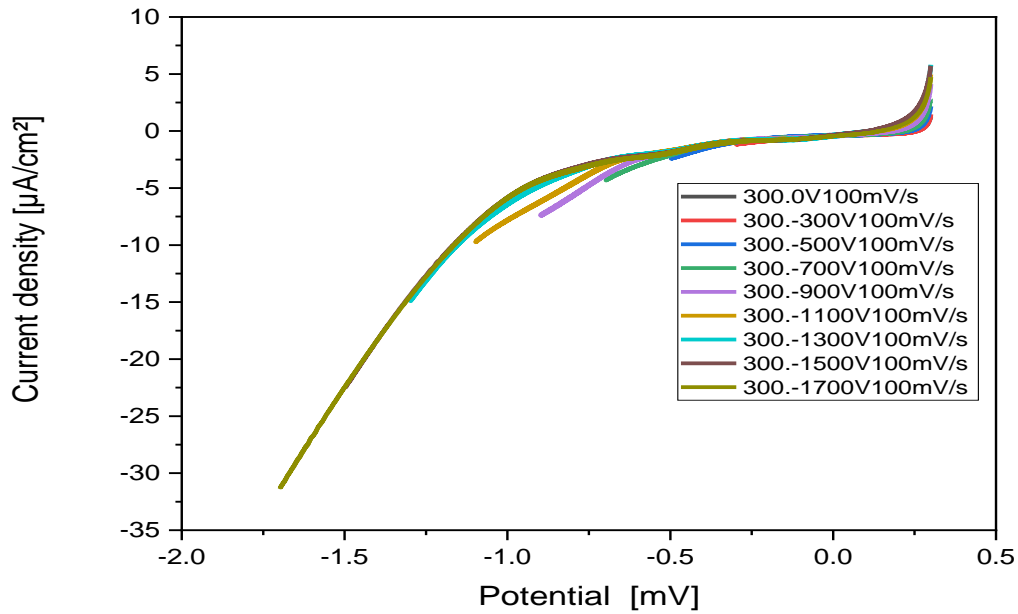
III.2.1- الإرجاع:

III.2.1.1- تغيير مجالات المسح:

نرسم منحنى واحد بواسطة جهاز Voltalab لسرعة $V=100\text{mV/s}$ ، عند مجالات مختلفة

$$E=[300\text{mv}_0\text{mv}]...[300\text{mv}_{-300\text{mv}}]...[300\text{mv}_{-700\text{mv}}]...[300\text{mv}_{-1700\text{mv}}]$$

ليبين نتوء الإرجاع كما هو موضح في الشكل (III.9) التالي:



الشكل (9.III): إرجاع الإيروكروم $V=100\text{mV/s}$

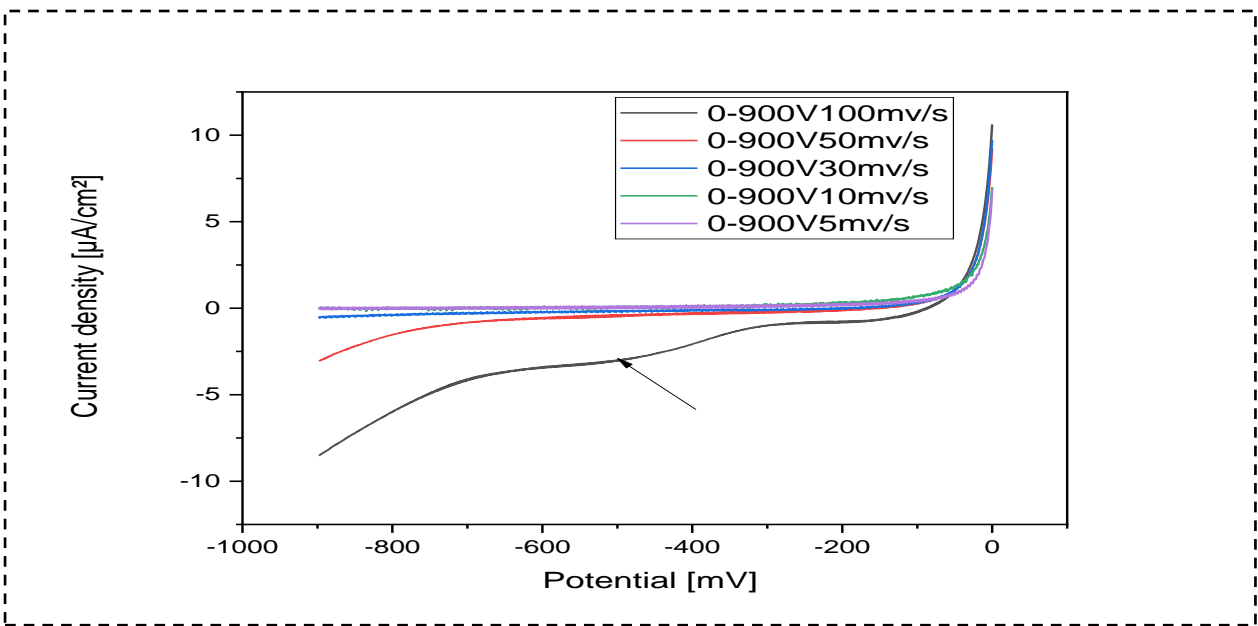
.E=[300mv_0mv]... [300mv_-900mv]... [300mv_-1700mv]

III.2.2.1- الإرجاع عند سرعات مختلفة:

نفس بروتوكول الطريقة الأول إلا انه تفاعل كيميائي معاكس للأكسدة، نرسم 100 منحنى بواسطة جهاز Voltalab لكل سرعة $V=5.10.30.50.100\text{mV/s}$ عند تثبيت المجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]$ ليبين نتوء الإرجاع وقمنا باختيار منحنى واحد لكل سرعة واستغرقت التجارب مدة زمنية كما موضح في الجدول (7.III) والشكل (10.III):

الجدول (7.III): يوضح المدة المستغرقة لتجربة عند سرعات مختلفة

السرعة (mV/s)	5	10	30	50	100
الزمن (h)	7	5	4	3	2

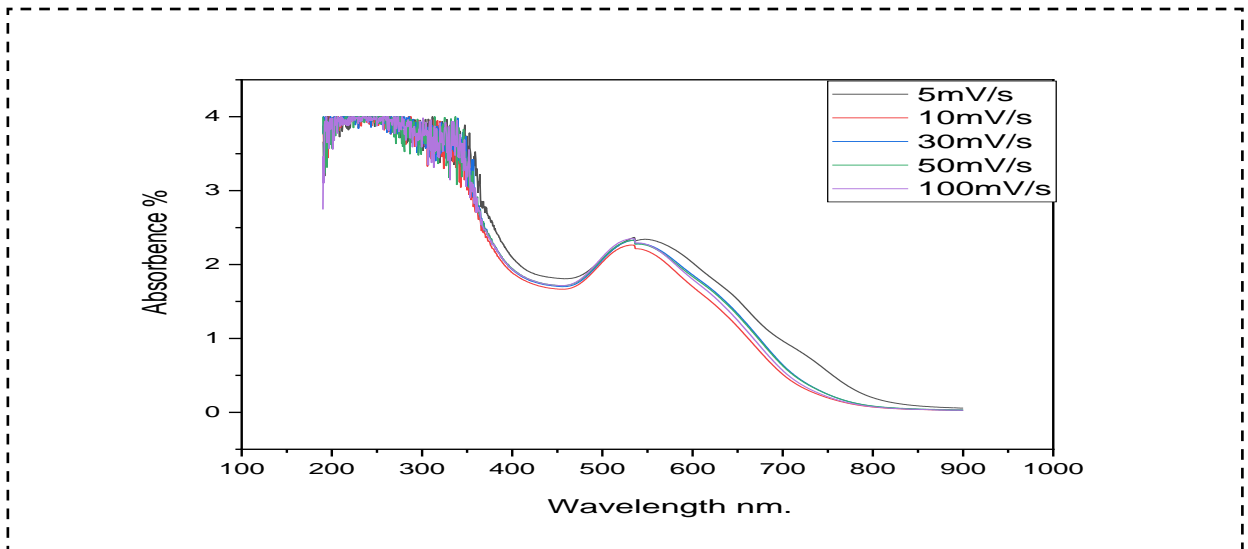


الشكل (10.III): إرجاع الإيروكروم بتغير السرعات $V=5.10.30.50.100\text{mV/s}$ على مجال ثابت $E=[0\text{mV}.-900\text{mV}]$.

كلما زادت السرعة زاد ظهور نتوء إرجاع الإيروكروم، أي أن الزيادة في السرعة له تأثير مباشر على قمم الإرجاع.

3.2.1.III - الامتصاصية لسرعات مختلفة:

تقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T لعملية الإرجاع، أي بتقنية UV-Visible لقياس الامتصاص الضوئي للمادة في نطاق الطول الموجي الموضح في شكل (11.III):



الشكل (11.III): يوضح امتصاصية لمادة الإيروكروم بدلالة الطول الموجي.

انطلاقاً من النتائج المتحصل عليها من الشكل (11.III) نأخذ قيم الامتصاصية المطابقة لكل المحاليل المرجع بسرعات مختلفة عند طول موجي ثابت 531 (نانومتر) كما موضح في الجدول:

$$\text{مردود الامتصاصية هو } 0.5\% = \frac{2.341-2.33}{2.341} = 0.005\% \quad \blacksquare$$

الجدول (8.III): يمثل قيم الامتصاصية الإرجاع عند سرعات المسح المختلفة بنسبة لمدة التجربة.

السرعات mV/s	الامتصاصية [%]	مدة التجربة (h)
100	2.33	1
50	2.338	2
30	2.344	3
10	2.319	4
5	2.341	6

يفسر نقصان في سرعة المسح أي زيادة في قيم الامتصاصية، أي أن هذا الانعكاس يعني وجود الأكسدة.

III.4.2.1- تأثير pH على السرعة:

وكما درسنا تأثير pH لكل السرعات المسح المختلفة كما موضح في الجدول التالي: المحلول قبل التجربة
pH = 5.725

الجدول (9.III): يمثل قيم ال pH والسرعة.

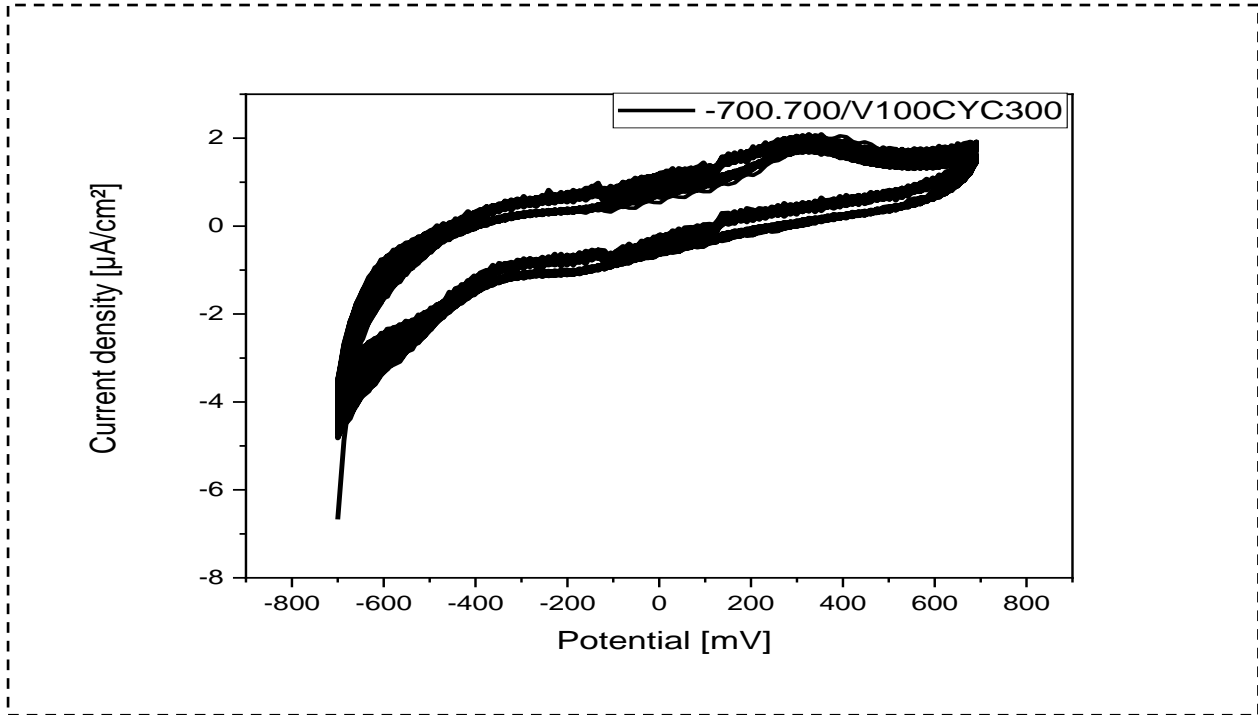
السرعة mV/s	100	50	30	10	5
pH	5.717	5.726	5.627	4.903	4.869

تأثر سرعة المسح على درجة حموضة الإيروكروم، أي أنه لا يوجد تغيير كبير مقارنة بالأكسدة.

III.2- الفولتامترية الحلقية (cyclique voltamètres):

نأخذ خليتين ونرسم 300 و 100 منحني بواسطة جهاز Voltalab عند سرعة المسح المختلفة
V=300;100mV/s، والمجال المثبت E=[-700mv_700mv] ذهاب واياب لبيين نتوء الأكسدة والإرجاع

واستغرقت التجربتين مدة زمنية معينة كما هو موضح في الجدول (7.III) والشكل (12.III) التالي:



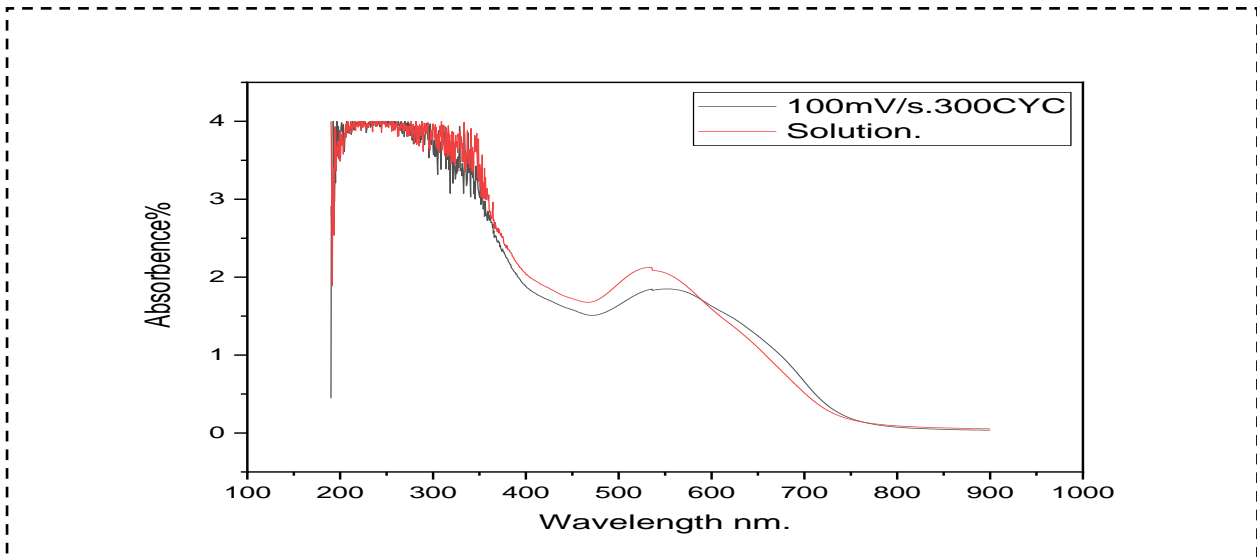
الشكل (12.III): تسجيل 300 حلقة للأوكسدة عند المجال $E = [-700\text{mv}_700\text{ mv}]$

والسرعة $V=100\text{mv/s}$

1.2.III - الامتصاصية:

تُقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T قبل وبعد عملية الأوكسدة

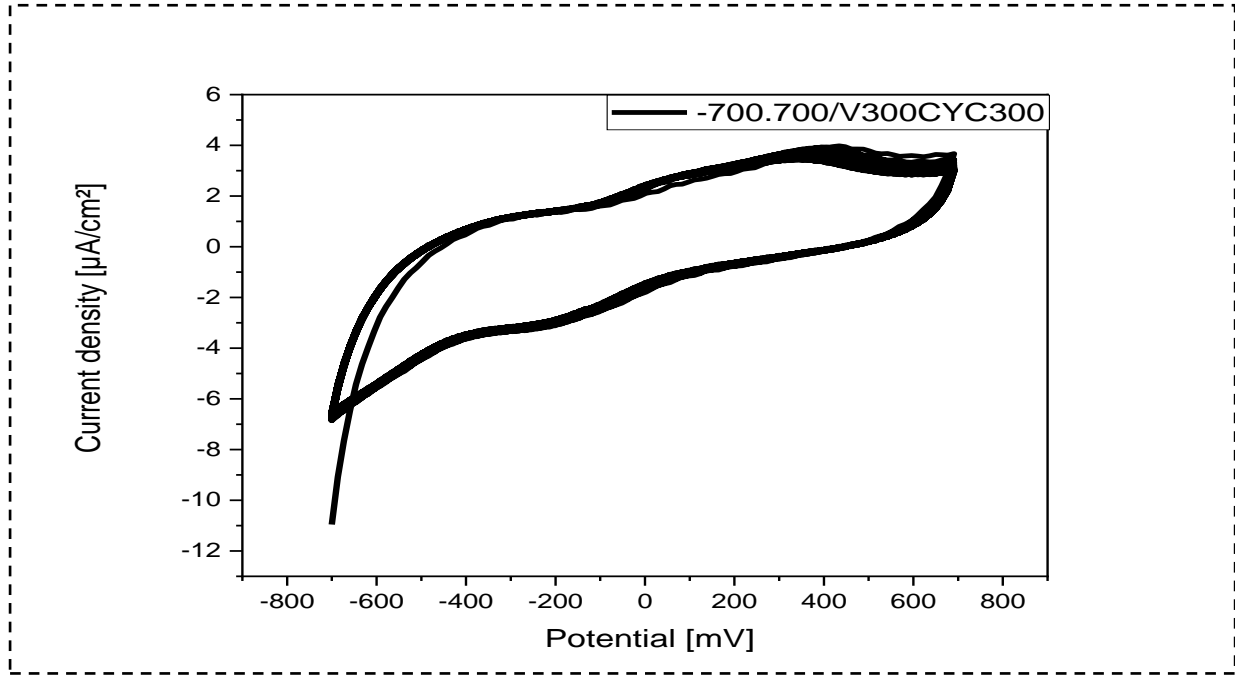
شكل (13.III):



الشكل (13.III): امتصاصية الإيروكروم قبل وبعد الأوكسدة بدلالة الطول الموجي.

▪ نلاحظ انخفاض امتصاصية المحلول بعد تعرضه للأكسدة عند السرعة $V=100\text{mv/s}$ الي 300 حلقة.

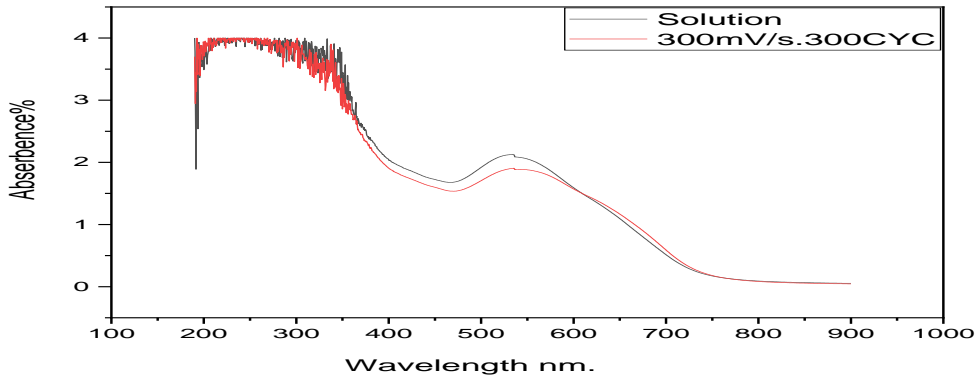
▪ $\text{مردود الامتصاصية هو } 12\% = \frac{2.11-1.84}{2.11} = 0.12\%$



الشكل (14.III): الفولتاممري الحلقي للأكسدة عند المجال $E = [-700\text{mv}_700\text{mv}]$

والسرعة $V=300\text{mv/s}$

تُقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T لعملية الأكسدة. تم استخدام تقنية UV-Visible لقياس الامتصاص الضوئي للمادة في نطاق الطول الموجي الموضح في شكل (15.III)



الشكل (15.III): يوضح امتصاصية الأكسدة لمادة الإيروكروم بدلالة الطول الموجي.

▪ نلاحظ انخفاض امتصاصية المحلول بعد تعرضه للأكسدة عند السرعة $V=300\text{mV/s}$.

▪ $\text{مردود الامتصاصية هو } 10\% = \frac{2.11-1.89}{2.11} = 0.10\%$

2.2.III - تأثير pH:

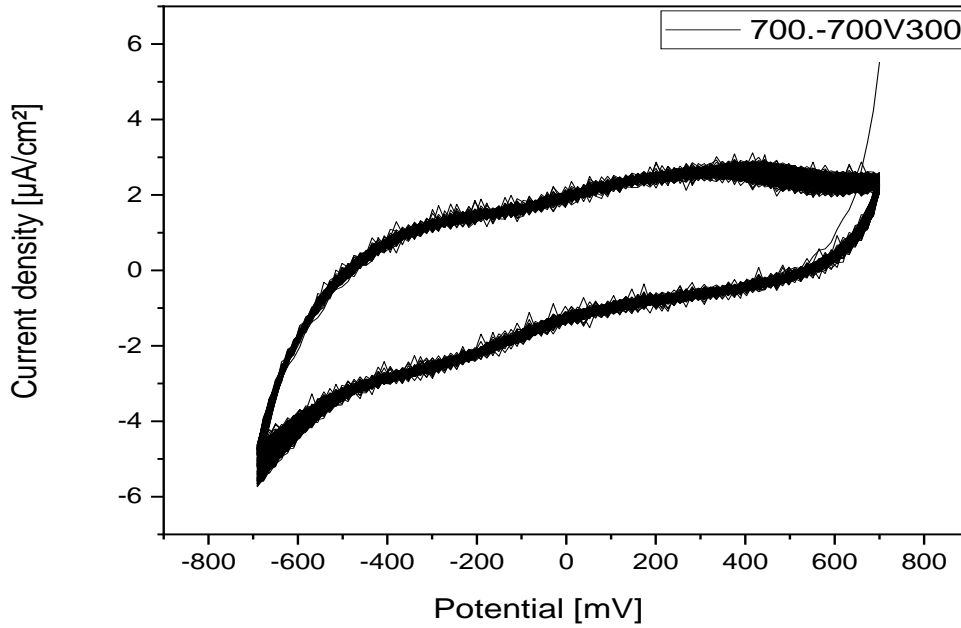
ودرسنا تأثير pH لكل السرعات المسح المختلفة كما موضح في الجدول التالي: المحلول قبل التجربة

pH = 6.90

الجدول (10.III): يوضح قيم ال pH عند سرعة مختلفة.

السرعة mV/s	100	300
pH	6.54	6.98

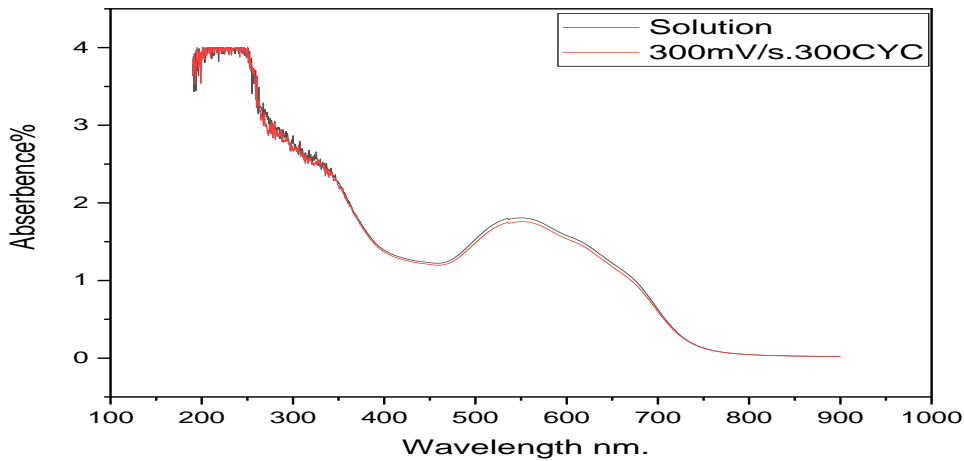
تأثير سرعة المسح على درجة حموضة الإيروكروم، كلما زادت سرعة المسح نقصت مدة أكسدة الإيروكروم وانخفضت الحموضة.



الشكل (16.III): منحنى المحلول عند عملية الإرجاع في حالة تثبيت المجال

$$V=300\text{mv/s} \text{ وتثبيت السرعة } E=[700\text{mv}.-700 \text{mv}]$$

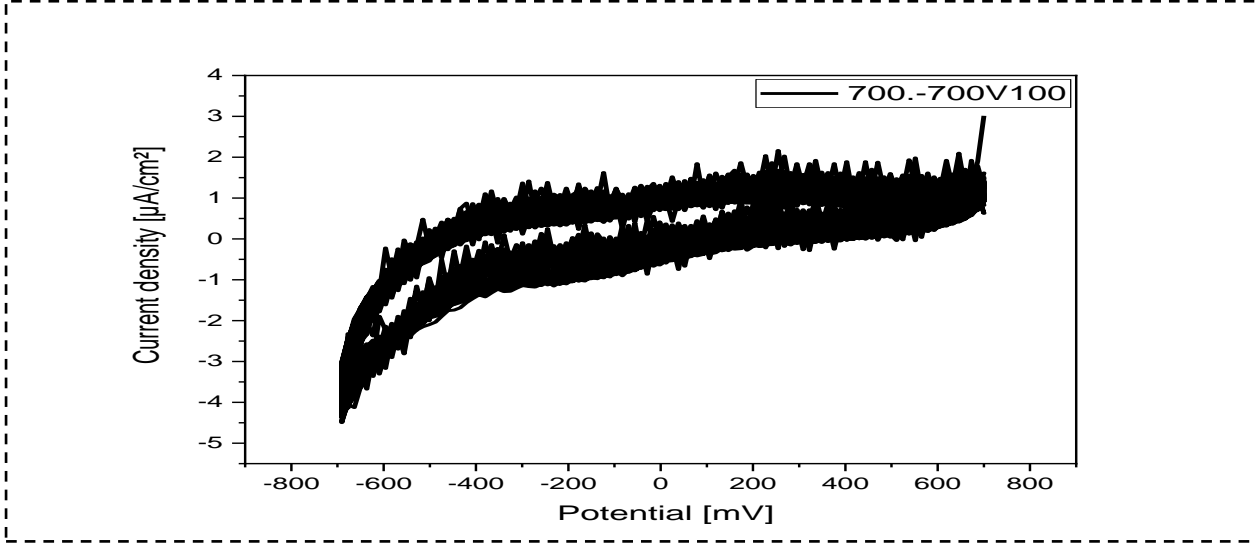
تقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T لعملية الإرجاع، تم استخدام تقنية UV-Visible لقياس الامتصاص الضوئي للمادة في نطاق الطول الموجي الموضح في شكل (17.III):



الشكل(17.III): الامتصاصية إرجاع الإيروكروم عند 300 حلقة بدلالة الطول الموجي.

■ نلاحظ انخفاض امتصاصية المحلول بعد تعرضه للإرجاع عند السرعة $V=300\text{mv/s}$ لـ 300 حلقة.

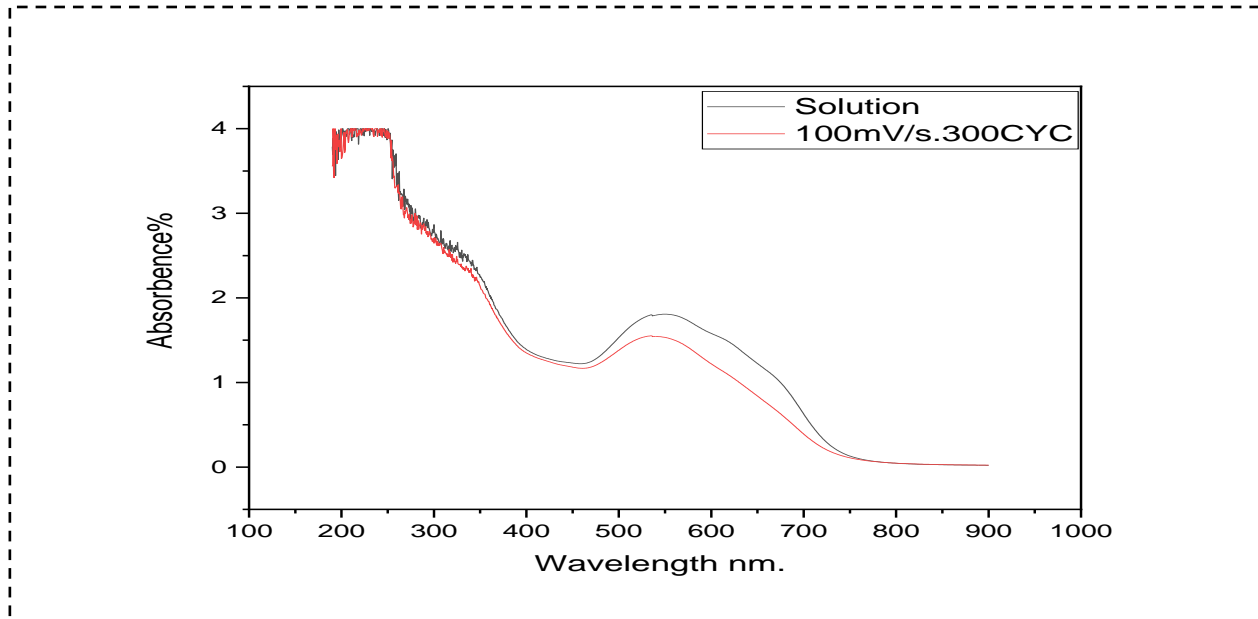
■ $\text{مردود الامتصاصية هو } 5\% = \frac{1.8-1.7}{1.8} = 0.05\%$



الشكل (18.III): منحني المحلول عند عملية الإرجاع في حالة تثبيت المجال

$V=100\text{mv/s}$ وتثبيت السرعة $E= [700\text{mv.}-700 \text{mv}]$

تُقدم هذه الدراسة تحليلاً لخصائص الامتصاص الضوئي لأسود الإيروكروم T لعملية الإرجاع. تم استخدام تقنية UV-Visible لقياس الامتصاص الضوئي للمادة في نطاق الطول الموجي الموضح في شكل (19.III):



الشكل (19.III): امتصاصية إرجاع الإيروكروم عند السرعة 100 لـ 300 حلقة بدلالة الطول الموجي.

▪ نلاحظ انخفاض امتصاصية المحلول بعد تعرضه للإرجاع عند السرعة $V=100\text{mv/s}$ لي 300 حلقة.

▪ $\%0.16 = \frac{1.8-1.5}{1.8} = \text{مردود الامتصاصية هو } 16\%$

III.2.3- تأثير pH:

ودرسنا تأثير pH لكل السرعات المسح المختلفة كما موضح في الجدول التالي: المحلول قبل التجربة
pH =6.95

الجدول (III.11): يوضح قيم ال pH للأكسدة عند السرعات المختلفة.

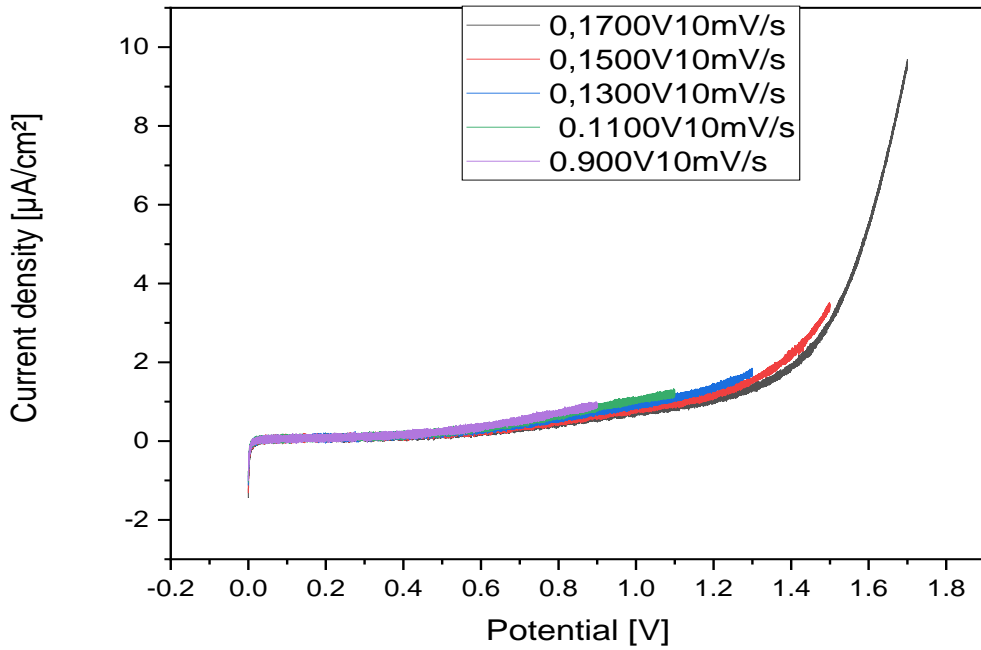
السرعة mV/s	100	300
Ph	6.80	6.73

تأثير سرعة المسح على درجة حموضة الإيروكروم، كلما انخفضت سرعة المسح زادت مدة أكسدة الإيروكروم وارتفعت الحموض.

III.3- الشمندر:

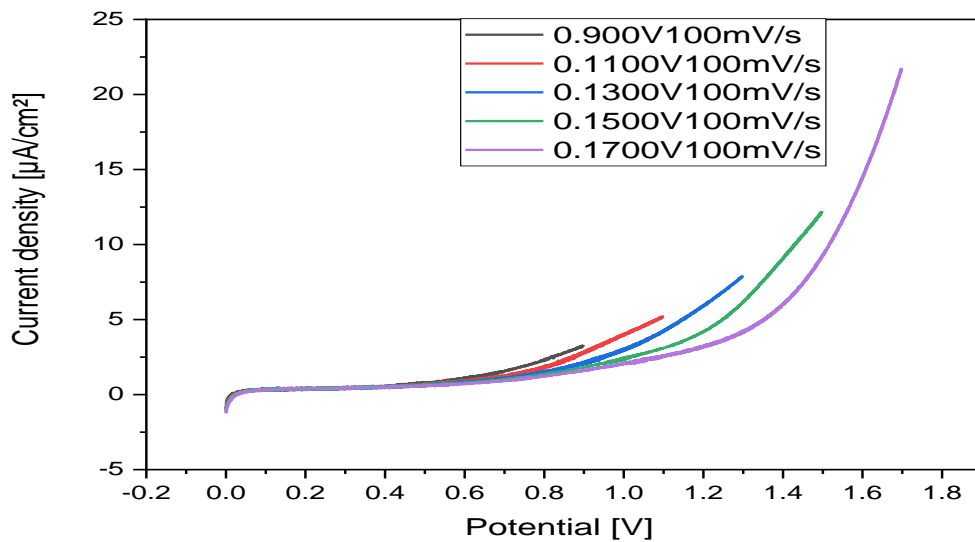
III.3.1- الأكسدة لسرعات المسح والمجالات المختلفة:

تم اخذ ثلاث خلايا، ووضع في كل خلية حجم من محلول الشمندر المخفف $V=15\text{mL}$ لتتم دراسة أكسدة في وجود الأقطاب الكهربائية على جهاز Voltalab لسرعات المسح المختلفة mV/s $V=200.100.10$ ، والمجال $[0\text{mv}_1700\text{mv}]...[0\text{mv}_1300\text{mv}]...[0\text{mv}_900\text{mv}]$ ، كما هو موضح في الشكل (III.20).



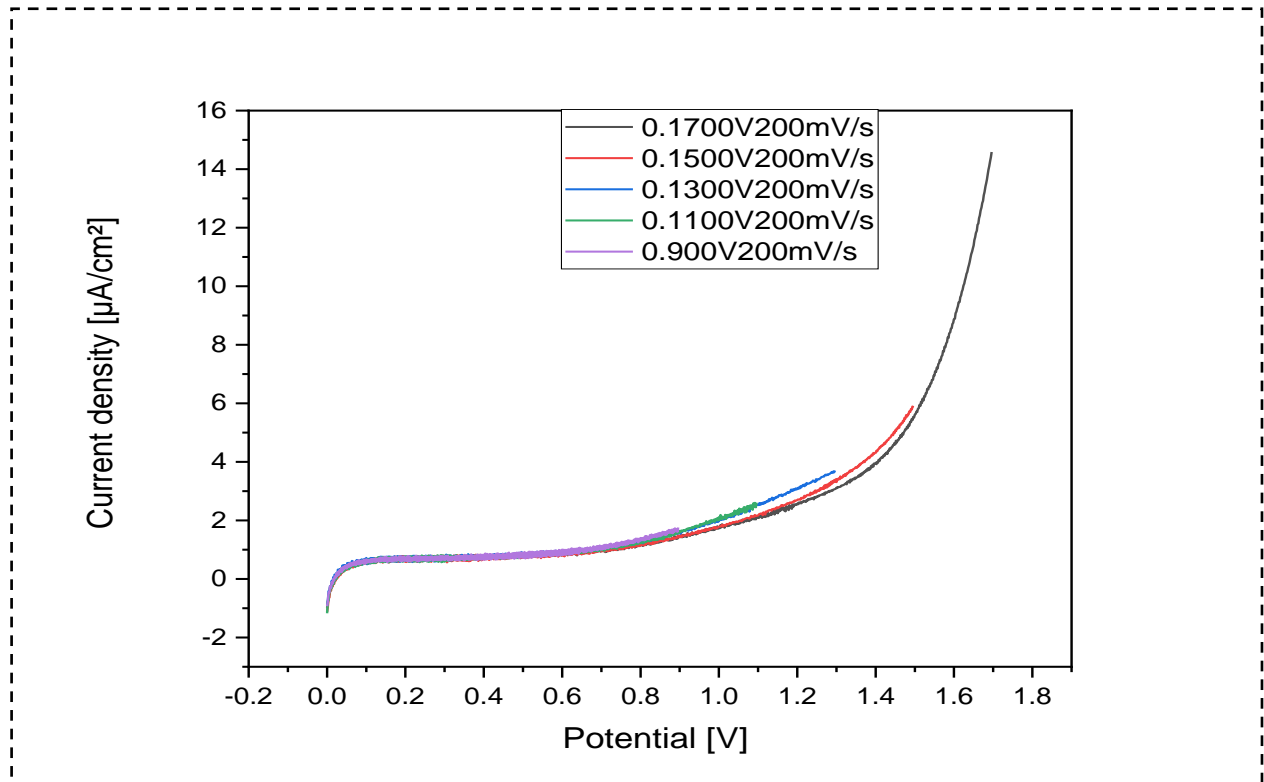
الشكل (20.III): منحني الفولطامتري الخطي لأوكسدة الشمندر عند السرعة $V=10\text{mV/s}$

والمجال $E= [0\text{mv}_900\text{mv}]...[0\text{mv}_1300\text{mv}]...[0\text{mv}_1700\text{mv}]$



الشكل (21.III): منحني الفولطامتري الخطي لأوكسدة الشمندر عند السرعة $V=100\text{mV/s}$

والمجال $E= [0\text{mv}_900\text{mv}]...[0\text{mv}_1300\text{mv}]...[0\text{mv}_1700\text{mv}]$



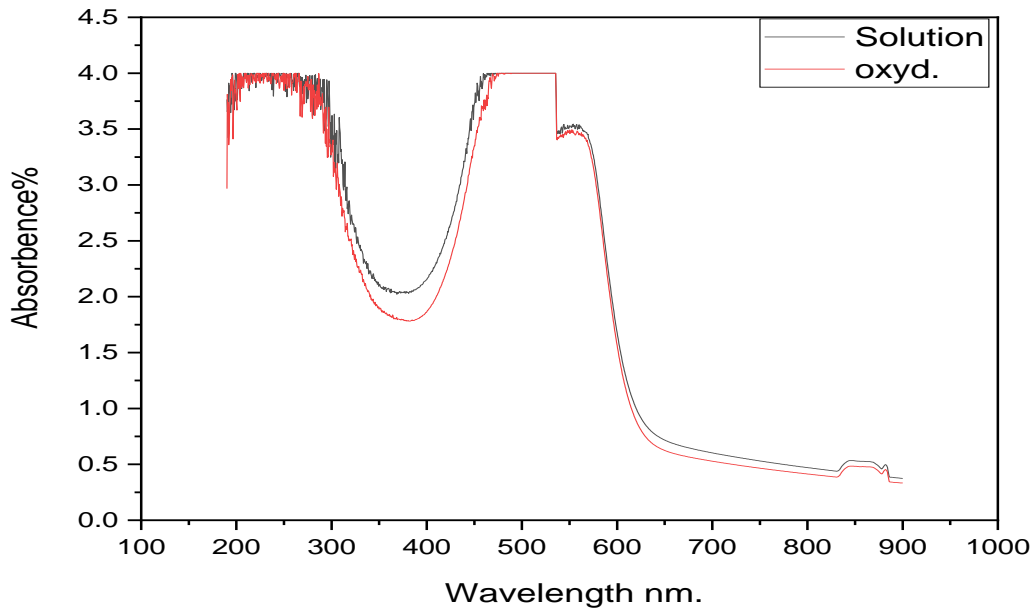
الشكل (22.III): منحني الفولطامتري الخطي لأكسدة الشمندر عند السرعة $V=200\text{mV/s}$

والمجال $E = [0\text{mv}_900\text{mv}] \dots [0\text{mv}_1300\text{mv}] \dots [0\text{mv}_1700\text{mv}]$.

انطلاقاً من المنحنيات المتحصل عليها على جهاز الفولطامتري بدلالة سرعة المسح نلاحظ انه لا يوجد تأثير كبير عند الأكسدة في مجالات وسرعات مختلفة ولا وجود لأي نتوء أكسدة.

1.1.3.III - الامتصاصية قبل وبعد الأكسدة:

تم قياس امتصاصية محلول الشمندر المخفف قبل وبعد الأكسدة باستخدام جهاز UV-Visible وهذا ما يوضحه الشكل (23.III) التالي:

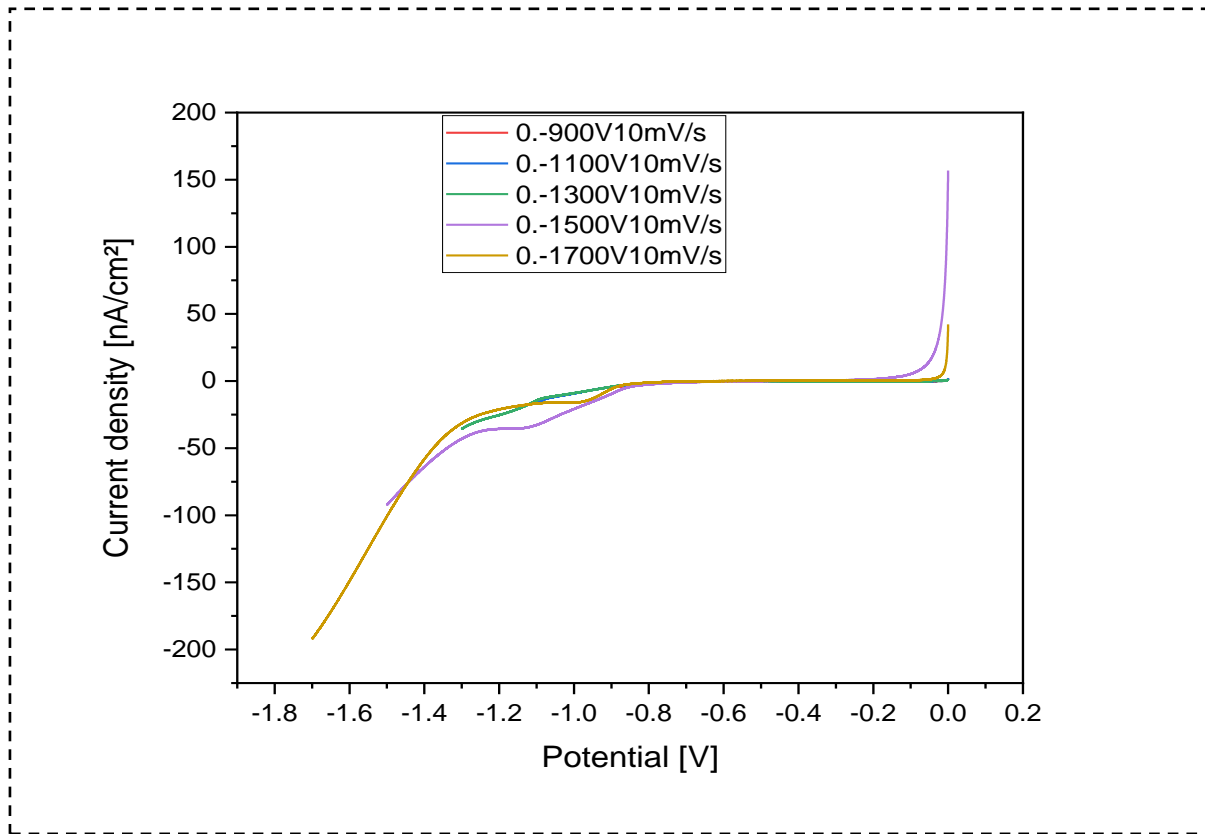


الشكل (23.III): امتصاصية الشمندر قبل وبعد الأكسدة بدلالة الطول الموجي

انطلاقاً من المنحنى المتحصل عليه لمحلول الشمندر قبل وبعد الأكسدة علا جهاز UV-Visible نجد أن قيمة امتصاصية المحلول بدلالة الطول الموجي بعد الأكسدة تتناقص علا عكس قبل الأكسدة.

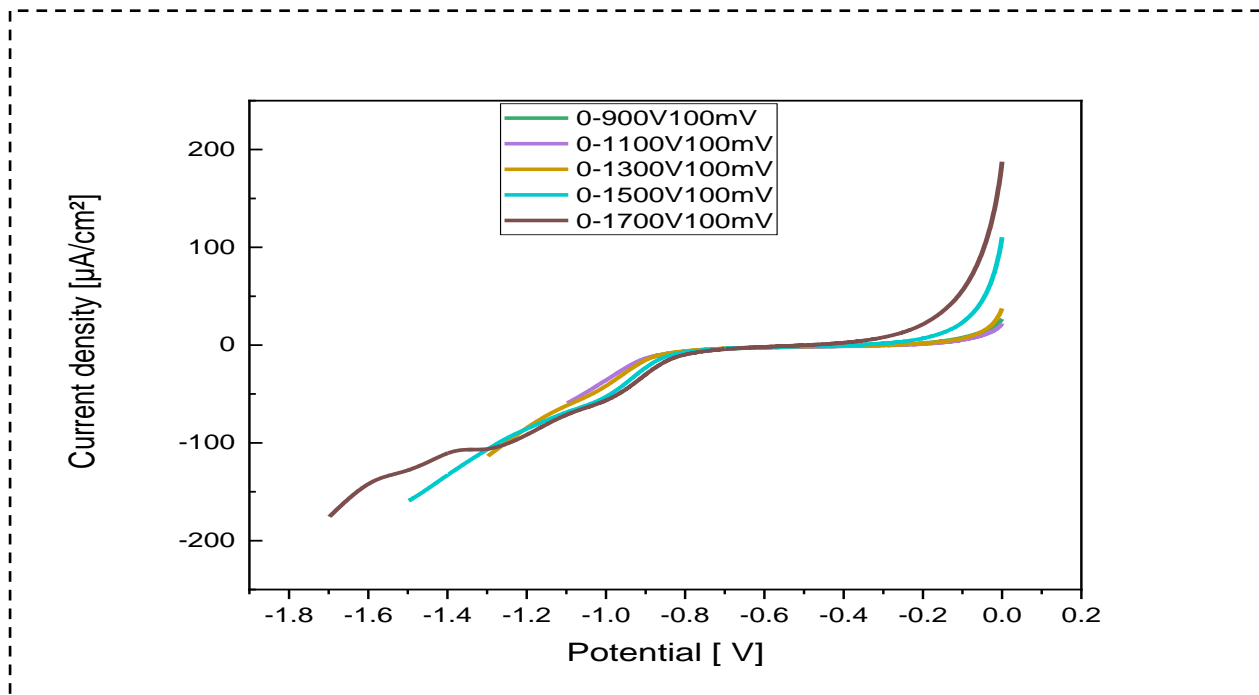
2.3.III- الإرجاع:

تم اخذ ثلاث خلايا، ووضع في كل خلية حجم من محلول الشمندر المخفف $V=15\text{mL}$ لتتم دراسة إرجاع في الخلية الكهربائية في وجود القطب ITO لرسم منحنيات في جهاز Voltalab لسرعات المسح المختلفة $V=200.100.10\text{mV/s}$ ، والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$ كما هو موضح .



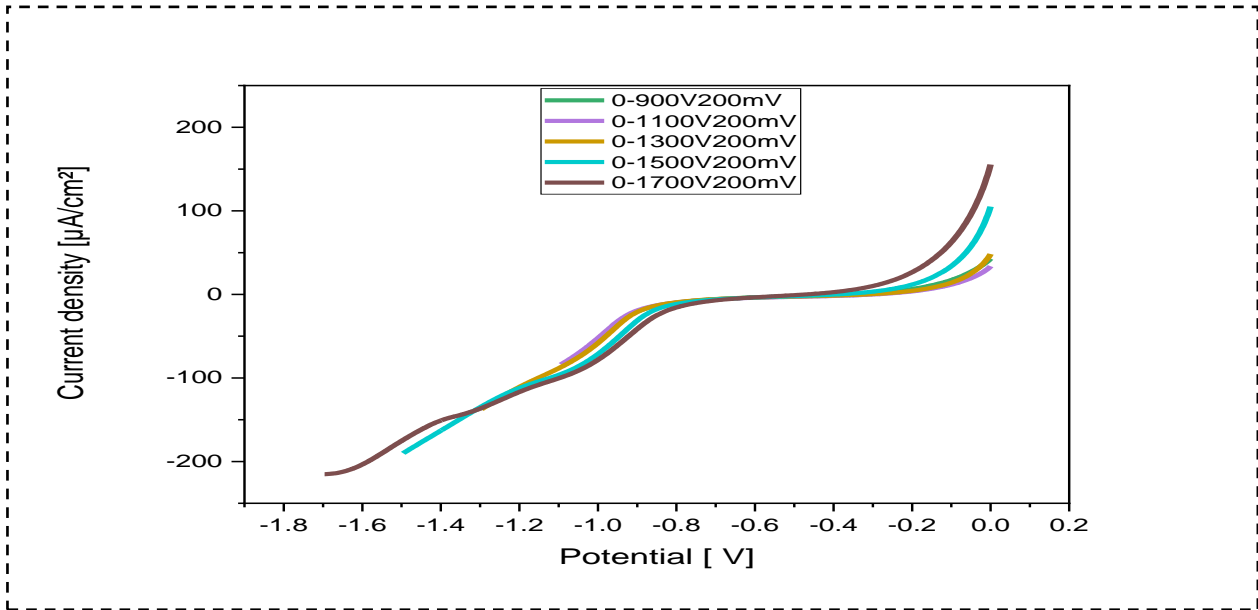
الشكل (24.III): منحى الفولتامتري الخطي لإرجاع الشمندر عند السرعة $V=10\text{mV/s}$

والمجالات $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$



الشكل (25.III): منحى الفولتامتري الخطي لإرجاع الشمندر عند السرعة $V=100\text{mV/s}$ والمجال

. $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$



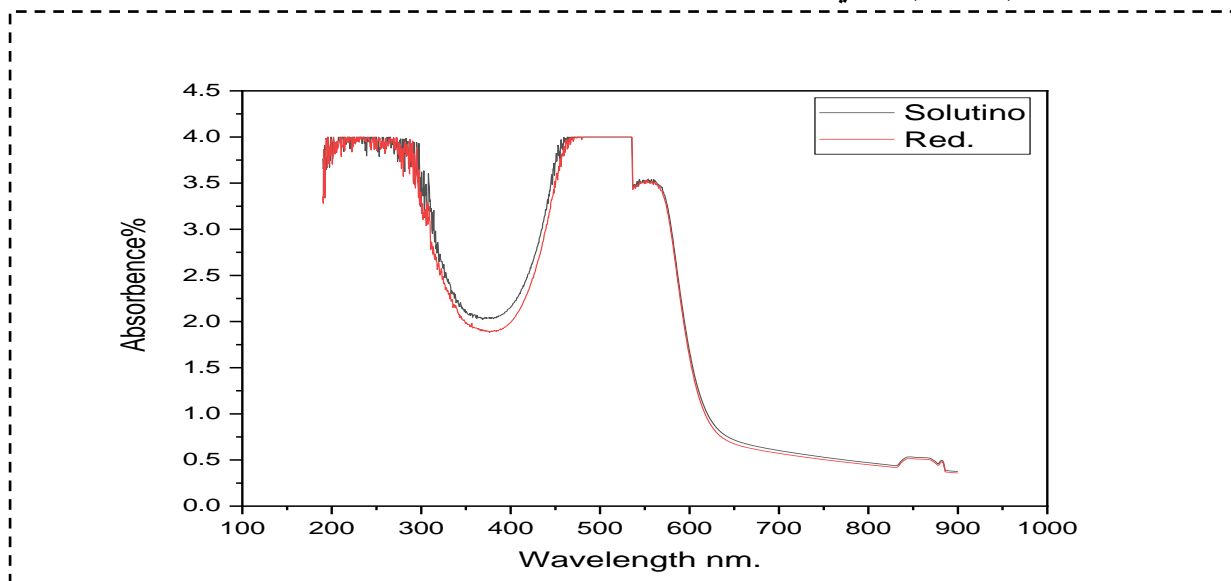
الشكل (26.III): إرجاع الشمندر عند السرعة $V=200\text{mv/s}$ والمجال $E=[0\text{mv}_-900\text{mv}]...[0\text{mv}_-1300\text{mv}]...[0\text{mv}_-1700\text{mv}]$.

انطلاقاً من المنحنيات المتحصل عليها على جهاز الفولطامتري بدلالة سرعة المسح نلاحظ انه لا يوجد تأثير كبير عند الإرجاع في مجالات وسرعات مختلفة ولا وجود أي نتوء إرجاع.

1.2.3.III - الامتصاصية الإرجاع:

تم قياس امتصاصية محلول الشمندر المخفف قبل وبعد الإرجاع باستخدام جهاز UV-Visible وهذا

ما يوضحه الشكل (27.III) التالي:



الشكل (27.III): امتصاصية الشمندر قبل وبعد الإرجاع بدلالة الطول الموجي

من خلال الشكل نجد قيمة امتصاصية المحلول عند عملية الإرجاع متناقصة بالنسبة للمحلول الابتدائي.

III.3.3- تأثير pH:

الجدول (III.13): يوضح تغير في قيم pH قبل وبعد الأكسدة وإرجاع.

المحلول	pH
الأول	5.40
بعد الأكسدة	5.54
بعد الإرجاع	5.25

من خلال النتائج نجد أن قيمة الحموضة تتناقص بعد عملية الإرجاع على عكس عملية الأكسدة مقارنة بالمحلول الأول.



الخاتمة

الخاتمة:

أظهرت الدراسة الكهروكيميائية باستخدام طريقة الفولتامترية الخطية والحلقي نشاطاً كهروكيميائية ملحوظاً لملون أسود الإيروكروم T عند السرعات ومجالات المسح للأكسدة والإرجاع يظهر لنا نتوء الأكسدة ونتوء إرجاع عند قيمة معينة، تبين من الدراسة أن قيمة pH تتغير أثناء أكسدة المحلول حيث تميل إلى الحموضة وهذا باستعمال المسح الخطي أو الحلقي.

كما أن السرعة المسح تتناسب والتحليل الكهروكيميائية للملون، يتأثر مردود الامتصاصية بانخفاض قيمته من الأكسدة 23% للإرجاع 0.5% بشكل ملحوظ، تأثير السرعة المسح على قيم المردود المتحصل عليها مناسبة عكسياً.

تمت استجابة محلول الشمندر الكهروكيميائية بنتوء إرجاع بينما الامتصاصية لم تظهر اختلاف بين قبل وبعد المعالجة الكهروكيميائية هذا يعود لأن اللون طبيعي، استهلكت هذه الدراسة بدلاً أن نقول تمت موضوعاً له أهمية اقتصادية وهوة تفكيك المركبات العضوية بالطرق الكهروكيميائية، واقتصرنا في علمنا على طريقة الفولتامترية، لنترك المجال مفتوح باستعمال الطرق الكهروكيميائية الأخرى.



قائمة المراجع

قائمة المراجع الخاصة بالفصل الأول

- [1]Mandal, B. K., & Ghosh, A. (2019). *Organic Chemistry of Dyes and Coloration*. Springer.
- [2]Smith, J. (2015). *A historical perspective on organic dyes*. *Journal of Organic chemistry*,30(2), 150-165
- [3]Solomons,T.W. Graham and Fryhle, Craig B. (2004). *Organic Chemistry*, 8th Edition. John wiley & Sons.
- [4]Harris, D. (2010). *Classification des colorants organiques selon leur composition*. *Chimie industrielle*, 7e édition, pages 425-440
- [5]Hsieh, Y. H. P., & Ofori, J. A. (2019). *Journal of Food Science*, 84(5), 949-961
- [6]Jones, R. (2000). *Colorants biologiques : structures et propriétés*. *Chimie organique avancée*, 4e édition, pages 312-332.
- [7]N. S. Nagarajan, *Journal de la Royal Society of Chemistry*, 2003, vol. 1, p. 1-30.
- [8]Schwarzenbach, G., & Biedermann, W. (1948). *Komplexone X. Erdalkalikomplexe von o, o'-Dioxyazofarbstoffen*. *Helvetica Chimica Acta*, 31(3), 678-687.
- [9] Smith, J. (2016). *Indicateurs volumétriques*. *Manuel de chimie générale*, 9e édition, page 457.
- [10] Skoglund, J. (2007). *Analyses chimiques volumétriques*. *Manuel de chimie analytique*, 5e édition, page 192.
- [11]Singh, S., & Singh, A. (2018). . *International Journal of Engineering Research and General Science*, 6(3), 191-196
- [12] Skoglund, J. (2007). *Analyses chimiques volumétriques*. *Manuel de chimie analytique*, 5e édition, page 194.
- [13]Harris, D. (2010). *Chimie analytique*. Édition 8, page 349.
- [14]Smith, J. (2016). *Analyse de l'eau*. *Manuel de chimie de l'environnement*, 4e édition, page 221.

[15] Jones, R. (2012). *Analyse du sol et des engrais. Manuel de chimie agricole, 3e édition, page 145.*

[16] Harris, D. (2010). *Les analyses médicales. Chimie analytique, 8e édition, page 517.*

[17] Harris, D. (2010). *Propriétés nutritionnelles des betteraves rouges. Chimie alimentaire, 7e édition, pages 218-225.*

[18] <https://anfaspress.com/news/voir/36598-2018-03-16-05-49-50>

الكاتب: أنفاس بريس الجمعة 16 مارس 2018, 17:49

[19] Jones, R. (2012). *Extraction et purification des colorants de betterave. Chimie organique naturelle, 3e édition, pages 195-207.*

[20] <https://m.evanschemicals.com/eriochrome-black-t-5724909.html>

[21] <https://www.aljazeera.net/wp-content/uploads/2019/11/6c19159d-5af2-4dcd-9910-6fa8a0f8673c.jpeg?quality=80&resize=730%2C410>

[22] <https://anfaspress.com/storage/cover/18-03/Zz7je4nOPdbyJs2JuUctgr2vr3tAgIjMt8cUSEae.jpeg>

قائمة المراجع الخاصة بالفصل الثاني

– المراجع باللغة العربية:

- [1] د. عادل أحمد محمد سعيد، التحليل الكيميائي الآلي، 2024م. 1445هـ. كلية العلوم جامعة عدن.
- [2] صفاء أحمد علولو. رسالة لنيل درجة الدكتوراه في الكيمياء التحليلية. جامعة حلب. 2013م. 1434هـ.
- [3] لقميري سهيلة. تحضير ودراسة الكتروكيميائية وبنوية للأمينات فيروسين لمثيل أمين -2-(3,4) – نتروبنزن. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح (2008).
- [4] بن ساسي حمزة. تصنيع ودراسة كهروكيميائية لبعض المشتقات الفنيلاهيدرازيد الفير وسينية. مذكرة ماجستير. ورقلة. جامعة قاصدي مرباح (2013).
- [5] درويش وبالموقع. الدراسة النظرية للطرق الالكتروليتيية في التحليل الكيميائي. مذكرة لنيل شهادة ماستر، كيمياء تحليلية. جامعة قاصدي مرباح ورقلة (2021/2022).

- [6] الأستاذ الدكتور إبراهيم زامل عبد الله الزامل. الكيمياء التحليلية التحليل الآلي. الرياض. 1442 هـ. الفصل التاسع.
- [7] د. عمر بن عبد الله الهزاني. كتاب الكهربية. -قسم الكيمياء -كلية العلوم التطبيقية -جامعة أم القرى.
- [8] ا.م.د. سلام عباس محسن، التحليل الكيميائي الآلي، طرائق التحليل الكهربائي، 2014.2015.
- [10] ا.د. احمد بن حامد الغامدي، طرق التحليل الكهروكيميائية، قسم الكيمياء.
- [11] د. مؤيد احمد رديعان. التشخيص العضوي/المرحلة الرابعة مطيافية الأشعة ما فوق البنفسجية/المرئية. جامعة ديالى.
- [12] د. عبد المنعم محمد السيد الأعسر، التحليل الطيفي للأنظمة الكيميائية والبيوكيميائية، الدار العربية لنشر والتوزيع الطبعة الثانية، 1998 م.
- [13] د. محمد عبد القادر محرم، سميرة محمد ربيع، أساسيات وتطبيقات المطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية، دار النشر للجامعات 2003 م.
- [14] فاضل عمران عيسى الزاملي، شبكة جامعة بابل، 2216 م

– المراجع باللغة الفرنسية:

[9]P. S. Patil, "Indium Tin Oxide (ITO) for Transparent Conducting Applications," *International Journal of Electronics*, 1999

[15] k. Abdo el Ali. G. Hossam. Préparation d'électrodes modifiant par voie électrochimique, *Mémoire de Mastère. Universitaire d-eloued*, (2018)



ملخص الدراسة

ملخص الدراسة

الملخص:

الملونات مركبات كيميائية تستخدم لإعطاء الأشياء ألواناً محددة، سواء في الصناعات أوفي المنتجات الاستهلاكية.

وتشمل الأمثلة الشائعة على الملونات المستخدمة في الصناعات الغذائية والصناعات النسيجية، والصناعات الكيميائية والبلاستيكية، ومع ذلك فإن بعض الملونات الكيميائية يمكن أن تكون ضارة للبيئة والصحة. عندما يتم إطلاق الملونات في المياه أو الصرف الصناعي، قد تسبب تلوثاً للبيئة المائية وتؤثر على الكائنات الحية. حيث تم تطوير وتحسين تقنيات إزالة الملوثات والملونات حيث يتم التركيز في هذه الدراسة على أسود الإيروكروم T والشمندر عن طريق دراسة كهروكيميائية.

الكلمات المفتاحية: الملونات العضوية، أسود الإيروكروم T، الشمندر، الدراسة الكهروكيميائية

Résumé:

Les colorants sont des composés chimiques utilisés pour donner des couleurs spécifiques aux objets, tant dans l'industrie que dans les produits de consommation.

Des exemples courants de colorants utilisés dans l'industrie alimentaire, les industries textiles et les industries chimiques et plastiques sont les colorants chimiques qui peuvent être nocifs pour l'environnement et la santé. Lorsque des colorants sont rejetés dans l'eau ou dans les déchets industriels, ils peuvent polluer le milieu aquatique et affecter les organismes vivants. Les techniques d'élimination des polluants et des colorants ont été développées et améliorées, et cette étude se concentre sur le noir d'Aérochrome T et la betterave à travers une étude électrochimique.

Mots clés: colorants organiques, noir Aerochrome T, betterave, étude électrochimique.



قائمة الملاحق

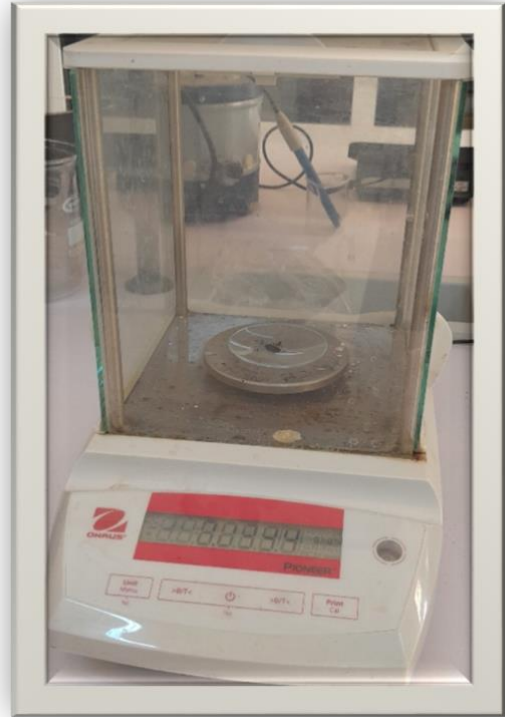
الأدوات المستعملة:



ملعقة



ماء مقطر



ميزان الكتروني



صحن زجاج



مصفات



سكينة



ملعقة



مبشرة يدوية

B

