

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء
مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي
في الكيمياء.



التخصص: كيمياء تحليلية
من إعداد ماجدة كربوسة - حمرة خولة
بعنوان

دراسة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبات المورينجا على تآكل الفولاذ XC60 في
وسط حمضي ذو تركيز 1 مولاري

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ: 15/06/2023 وبتوقيت: 08:00

أمام اللجنة المكونة من السادة:

مناقشا
رئيسا
مشرفا ومقررا
مدعو
مدعو

أستاذ مساعد "أ" جامعة قاصدي مرباح ورقلة
أستاذة "ة" التعليم العالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة
أستاذ محاضر "أ" جامعة قاصدي مرباح ورقلة
طالب دكتوراه جامعة قاصدي مرباح ورقلة
طالبة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح ورقلة

سعيدات مصطفى
رحيم أم الخير
بن منين عبد القادر
مسعي أحمد محمد
مشري رزيقة

السنة الجامعية 2023/2022



إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون) الآية 105 من سورة التوبة

إلى من لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعته ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب

الجنة إلا برؤيتك "الله جل جلاله"

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبي الرحمة ونور العالمين

"سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم"

إلى من كلله الله بالهيبه والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً

قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد.. "والدينا العزيزين"

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني. إلى بسمه الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم

جراحي إلى أعلى الحباب

"أمي الحبيبة" و"روح أمي الغالية"

إلى من صبروا وجاهدوا ووقفوا معنا في أصعب الظروف "نهاب رمزي" "عبد النور عبد الجواد"

إلى أستاذتي في كل مشواري الدراسي وخاصة أستاذتي ومشرفتي "عبد القادر بن منين" وأساتذة المحترمين "مسعي أحمد محمد" و"مشري رزيقة"

إلى من نحبهم ويحبوننا إخواننا وأخواتنا، إلى كل من ساهم معنا في هذا العمل من بعيد وقريب، إلى كل الأصدقاء الأعزاء والأوفياء.

خولة + ماجدة



شُكْرٌ وَتَقَاتٌ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات و بتوفيقه تتحقق الغايات والصلاة والسلام على خير الأنام الذي قال
" لا يشكر الله من لا يشكر الناس "

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكلفت بإنجاز هذا البحث، نحمد الله عز وجل ونشكره كما يجدر بنا في هذا
المقام أن نتقدم بكل عبارات الشكر والإمتنان للأستاذ الدكتور " **عبد القادر بن منين** "

ونقدم شكرنا إلى الأستاذ مساعد المؤطر الدكتور " **مسعي أحمد محمد** " والأستاذة المساعدة الدكتورة " **مشري رزيقة** " والشكر الجزيل إلى أعضاء لجنة المناقشة الذين قبلوا مناقشة البحث

وشكر خاص لأفراد مخابر الأرضية التقنية الفيزيوكيميائية على رأسهم الصديقتان الوفيتان " **إسلام مختارة** " و " **إيمان تجاني** " وجميع الموظفين على ما قدموه من نصائح ومساعدات

وفي الأخير كلمة شكر وتقدير إلى كل الأصدقاء والأقارب وإلى كل من مد لنا يد العون والمساعدة من قريب
أو من بعيد ولو بكلمة أو دعاء



قائمة الجداول	
الصفحة	الجدول
I	
38	جدول (1.I) التصنيف والتسمية العلمية لنبات المورينجا <i>Moringa oliefera</i>
39	جدول (2.I) الأسماء الشائعة لنبات المورينجا <i>Moringa oliefera</i>
II	
44	جدول (1.II) الأدوات المستعملة
49	جدول (2.II) المواد المستعملة
50	جدول (3.II) الأجهزة المستعملة
50	جدول (4.II) مكونات الفولاذ الكربوني XC60
55	جدول (5.II) الالكترودات المستعملة في دراسة الالكتروكيميائية
III	
58	جدول (1.III) تغير سرعة التآكل في غياب المثبط بدلالة زمن الغمر
59	جدول (2.III) تغير سرعة التآكل في الشروط العظمى
60	جدول (3.III) يمثل قيم نسبة التثبيط بدلالة تركيز المستخلص
60	جدول (4.III) سرعة التآكل في الشروط العظمى في غياب المثبط بدلالة درجة الحرارة
61	جدول (5.III) سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز بدلالة درجة الحرارة
62	جدول (6.III) سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز بدلالة درجة الحرارة
63	جدول (7.III) النتائج المميزة لمنحنيات تافال في الوسط الحمضي
69	جدول (8.III) نتائج الفعالية التثبيطية لطريقة منحنيات تافال في الوسط الحمضي

70	جدول (9.III) المقارنة بين الطريقتين المستعملتين في الدراسة
----	--

قائمة المخططات	
الصفحة	المخططات
05	المخطط (1.I) مختلف أنواع التآكل
07	المخطط (2.I) الأشكال الأساسية للتآكل
12	المخطط (3.I) تصنيف المثبطات

قائمة الرموز والاختصارات	
المساحة	S
الطول	L
العرض	D
الارتفاع	H
التغير في الكتلة	Δm
سرعة التآكل في غياب المثبط	V
سرعة التآكل في وجود المثبط	V_{corr}
مردود الاستخلاص	R%
الزمن	T
كتلة العينة قبل الغمس	m_1
كتلة العينة بعد الغمس	m_2
الفولاذ الكربوني	XC60
ميل تافال الأنودي	B_c
ميل تافال الكاثودي	B_a
تيار التآكل	I_{corr}
مقاومة الاستقطابية	R_p
كمون الاتزان	E_{corr}
درجة الحرارة	T°
تركيز	C
حجم	V

قائمة الاشكال	
الصفحة	الأشكال
I	
08	الشكل (1.I): صورة للتآكل المنتظم
08	الشكل (2.I): صورة للتآكل الغل فاني
08	الشكل (3.I): صورة للتآكل بين الحبيبات
08	الشكل (4.I): صورة للتآكل بالنقر
09	الشكل (5.I): صورة للتآكل بالتعرية
09	الشكل (6.I): صورة للتآكل الاجتهادي
09	الشكل (7.I): صورة للتآكل الاختياري
09	الشكل (8.I): صورة للتآكل الشقي
20	الشكل (9.I): منحني يوضح استجابة الجملة لتغير في الكمون
21	الشكل (10. I): منحني استجابة الجملة لتغير في التيار
21	الشكل (11.I): دائرة قياس الاستقطاب
22	الشكل (12.I): منحني الاستجابة الخطي $i = f(E)$
23	الشكل (13.I): منحني تحديد تيار التآكل اعتمادا على مستقيمات تافال
24	الشكل (14.I): منحني يوضح منحني الإثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطا مترية البسيطة
24	الشكل (15.I): منحني يوضح منحني الإثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطا مترية الحلقيه
29	الشكل (16.I): منحني بوربي لحديد في وسط مائي عند درجة حرارة 25 م
30	الشكل (17.I): منحني الاستقطابية
31	الشكل (18.I): منحني تافال
35	الشكل (19.I): صورة فوتوغرافية لنبات المورينجا
36	الشكل (20.I): صورة فوتوغرافية لأوراق نبات المورينجا
36	الشكل (21.I): صورة فوتوغرافية لأزهار نبات المورينجا

37	الشكل (22.I): صورة لقرون نبات المورينجا قبل النضج
37	الشكل (23.I): صورة لثمار نبات (القرون) نبات المورينجا بعد النضج
37	الشكل (24.I): صورة لبذور نبات المورينجا
39	الشكل (25.I): دائرة نسبية توضح أنواع المورينجا
39	الشكل (26.I): صورة توزيع نبات <i>Moringa olivera</i> في العالم باللون الأخضر
II	
45	الشكل (1.II) صورة جهاز الطحن
45	الشكل (2.II) صورة النبتة
45	الشكل (3.II) مسحوق النبتة
49	الشكل (4.II) صورة لقطعة الفولاذ
49	الشكل (5.II) صورة الميزان الحساس
49	الشكل (6.II) صورة القدم القنوية الالكترونية
50	الشكل (7.II) التركيب التخطيطي لتجربة الضياع في الكتلة
50	الشكل (8.II) صورة تمثل طريقة فقدان الوزن في وجود المثبط
51	الشكل (9.II) صورة فوتوغرافية لجهاز Potentiostat من نوع PGZ 301
52	الشكل (10.II) صورة فوتوغرافية للخلية
54	الشكل (11.II) التركيب التجريبي للطريقة الالكتروكيميائية
III	
59	الشكل (12.III) منحنى يوضح تغير سرعة التآكل في غياب المثبط بدلالة زمن الغمر
61	الشكل (13.III) منحنى يمثل مردود التثبيط بدلالة تركيز المستخلص
62	الشكل (14.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في غياب المثبط بدلالة درجة الحرارة
63	الشكل (15.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز 3ml بدلالة درجة الحرارة
64	الشكل (16.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند

	التركيز 4ml بدلالة درجة الحرارة
64	الشكل (17.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ في غياب المثبط للوسط HCl
64	الشكل (18.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ في غياب المثبط للوسط HCl
65	الشكل (19.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 0.5ml في الوسط HCl
65	الشكل (20.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 0.5 ml في الوسط HCl
65	الشكل (21.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 1ml في الوسط HCl
65	الشكل (22.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 1ml في الوسط HCl
66	الشكل (23.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 1.5ml في الوسط HCl
66	الشكل (24.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 1.5ml في الوسط HCl
66	الشكل (25.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 2ml في الوسط HCl
66	الشكل (26.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 2ml في الوسط HCl
67	الشكل (27.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 2.5ml في الوسط HCl
67	الشكل (28.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 2.5ml في الوسط HCl
67	الشكل (29.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 3ml في الوسط HCl
67	الشكل (30.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 3ml في الوسط HCl
67	الشكل (31.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 3.5ml في الوسط HCl
68	الشكل (32.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 3.5ml في الوسط HCL
68	الشكل (33.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 4ml في الوسط HCl
68	الشكل (34.III) منحنى تافال $\log(i)=f(E)$ للتركيز 4ml في الوسط HCl
68	الشكل (35.III) منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 4.5ml في الوسط HCl
69	الشكل (36.III) منحنى تافال $\log(i)= f(E)$ للتركيز 4.5ml في الوسط HCl
69	الشكل (37.III) منحنيات تافال للفولاذ الكربوني لمختلف تراكيز المثبط في الوسط HCl
70	الشكل (38.III) منحنى تغيرات مردود التآكل للفولاذ بدلالة التركيز في وجود المثبط في الوسط HCl, 1M بالطريقة الالكتروكيميائية

الفهرس

الصفحة	العنوان
II	إهداء
III	شكر وتقدير
IV	قائمة الجداول
V	قائمة الأشكال
VI	قائمة المخططات
VII	قائمة الرموز والاختصارات
XI	الفهرس
01	المقدمة العامة
	الفصل الأول عموميات حول التآكل حساب سرعة التآكل نبات المورينجا
04	I. التآكل
05	تمهيد
05	I.1. تعريف التآكل
06	I.1.1. التآكل الكيميائي
06	I.2.1. التآكل الكهرو كيميائي
06	I.3.1. التآكل البيولوجي
07	I.2. الأشكال الأساسية للتآكل
07	I-2-1- التآكل العام المنتظم
07	I-2-2- التآكل الغلفاني
07	I-2-3- التآكل بالنقر (الموضعي)
07	I-2-4- التآكل الشقي (الصدعي)
08	I-2-5- التآكل بالتعرية
08	I-2-6- التآكل بين الحبيبات
08	I-2-7- التآكل الاجهادي
08	I-2-8- التآكل الاختياري
09	I-3- العوامل المؤثرة على التآكل

09	1-3-I طبيعة المعدن
09	2-3-I تأثير الوسط
10	3-3-I تأثير pH
10	4-3-I تأثير الأوكسجين
10	5-3-I تأثير درجة الحرارة
10	6-3-I تأثير الكلور
10	7-3-I تأثير السلفات
10	4-I طرق الحماية من التآكل
10	1-4-I اختياراً المعدن أو السبيكة المناسبة
10	2-4-I لحماية بالتغطية
11	3-4-I الحماية بتغيير الوسط
11	4-4-I الحماية الكهروكيميائية
11	5-4-I الحماية الكاثودية
11	6-4-I الحماية الأنودية
11	7-4-I الحماية باستعمال المثبطات
14	3-7-4-I المستخلصات النباتية كمثبطات
14	4-7-4-I آلية التثبيط
18	مقدمة
18	II- طرق دراسة سرعة التآكل
18	II-1- طريقة فقدان الوزن
18	II-1-1- حساب سرعة التآكل بطريقة فقدان الوزن
19	II-2-1- حساب مردود التثبيط
19	II-3-1- نسبة تغطية السطح
19	II-2- الطريقة الكهرو كيميائية
20	II-2-1- الطرق الكهرو كيميائية المستقرة
21	II-2-1-1- التركيب التجريبي المستعمل
21	II-2-1-2- مبدأ العمل
22	II-2-1-3- منحنيات الاستقطاب
28	II-3- الدراسة الحركية والترموديناميكية للتآكل

35	III.عموميات حول نبات المورينجا
35	III نبات المورينجا
35	III-1-تعريف بالنبات
35	III-2- الوصف المورفولوجي لنبات المورينجا <i>Moringa oleivera</i>
37	III-3- التصنيف المورفولوجي لنبات المورينجا
38	III-4- أنواع المورينجا
39	III-5- الأسماء الشائعة
39	III-6- الأصل والتوزيع الجغرافي
39	III-7- المكونات الكيميائية
39	III-8- القيمة الغذائية
40	III-9- استخدامات نبات المورينجا
40	III-9-1- في المجال الطبي والصيدلاني
40	III-9-2- في مجال مستحضرات التجميل
40	III-9-3- في مجال معالجة المياه
	الفصل الثاني أدوات وطرق العمل والاختبارات الفيتو كيميائية
44	I.الأدوات والمواد المستعملة
44	I.1.الأدوات
44	I.2.المواد المستعملة
44	I.3.الأجهزة المستخدمة
45	II.طريقة الاستخلاص
45	II-1-جني النبات
45	II-2-التجفيف
45	II-3- الطحن
45	II-4-الاختبارات الفيتو كيميائية الأولية
45	II-4-1- اختبار الكشف عن الفلافونيدات
45	II-4-2-الاختبار العام للفلافونيدات
46	II-4-3-اختبار الفلافونيدات الحرة 46
46	II-4-4-اختبارا لفلافونيدات الجلاليكوزيدية
46	II-4-5-اختبار الكشف عن الكاردينوليدات

46	II-4-6- اختبار الكشف عن العفصيات
46	II-4-7- اختبار الكشف عن السيترولوات غير مشبعة والتربينات
47	II-4-8- اختبار الكشف عن الصابونيزيدات
47	II-4-9- اختبار الكشف عن السيترولوات
47	II-4-9-1- القسم الأول
47	II-4-9-2- القسم الثاني
47	II-5- الاستخلاص
48	III-1- طريقة ضياع الكتلة (فقدان الوزن)
49	III-1-1- تحضير العينة
49	III-1-2- في غياب المثبط
49	III-1-3- في وجود المثبط
50	III-1-4- لتحديد سرعة التآكل بطريقة ضياع الكتلة
51	III-2-5- حساب نسبة التثبيط حسب طريقة ضياع في الكتلة
52	III-2-6- تحديد زمن الاتزان للفلوذاذ بطريقة فقدان الوزن في الوسط الحمض
54	III-3- الطريقة الالكتروكيميائية
54	III-3-1- تحضير العينة
الفصل الثالث النتائج والمناقشة	
58	I- نتائج الاختبارات الفيتو كيميائية
58	II- نتائج دراسة التآكل بطريقة فقدان الوزن
59	II-1- في غياب المثبط
59	II-2- في وجود المثبط
61	II-3- تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل في غياب ووجود المثبط
61	II-3-1- في غياب المثبط
61	II-3-2- في وجود المثبط
64	III- النتائج المتحصل عليها حسب الطريقة الالكتروكيميائية
64	III-1- منحى الاستقطاب ومنحى Tefel
64	III-2- منحى الاستقطاب ومنحى Tefel في وجود المثبط لمختلف التراكيز
65	III-2-1- التركيز 0.5 %
65	III-2-2- التركيز 1

65	III-2-3- التركيز 1.5%
66	III-2-4- التركيز 2%
66	III-2-5- التركيز 2.5%
66	III-3-6- التركيز 3%
67	III-3-7- التركيز 3.5%
68	III-3-8- التركيز 4%
68	III-3-8- التركيز 4.5%
74	الخاتمة
76	قائمة المراجع
85	الملاحق
88	الملخص

المقدمة العامة

المقدمة العامة:

إن استغلال المعادن في جميع المجالات هو من علامات التقدم في زمننا المعاصر فقت استعملت في وسائل النقل والمباني وحتى الأغذية... الخ. [1] وأهم هذه معدن الحديد، الذي يعتبر من المعادن الأساسية خاصة إذا تم تحويله إلى الحديد الصلب أو ما يعرف بالفولاذ والذي هو عبارة عن سبيكة تتكون من الحديد ونسب ضئيلة من العناصر الأخرى مثل الكربون والنحاس والمغنيزيوم.... الخ فكل الصناعات والتطبيقات تعتمد عليه بنسبة كبيرة لوفرتة وتكلفته المنخفضة ومتانته قوية [2,3]، لكن هذا لا ينفي كونه أكثر المواد عرضة لظاهرة التآكل، والتي تعد ظاهرة طبيعية خطيرة لا تستثنى أي مادة من التلف . [1]

إن محاربة إشكالية التآكل تعتمد على عدة طرق من بينها استعمال مثبتات التآكل التي تختلف في مصادرها فمنها الصناعي ومنها الطبيعي وهذه الأخيرة هي محور عملنا الأكاديمي إذ أنها مازالت قيد الدراسة.

تعتبر مثبتات التآكل الطبيعية مواد واعدة في المجال الصناعي إذا ما استطعنا تطبيقها في مجال مكافحة التآكل وذلك كونها عناصر صديقة للبيئة من تربة ونبات وحيوان عكس المثبتات التآكل الصناعية فمع مطلع القرن الحادي والعشرون تزايد الاهتمام بإيجاد مواد صديقة للبيئة لاستخدامها كمثبتات لتآكل المعادن. وتأتي المستخلصات النباتية على رأس هذه الخيارات نظرا لأن النباتات تعتبر أكبر منتج للمركبات الكيميائية الصديقة للبيئة كما أن المنتجات النباتية هي منتجات متجددة ومن الممكن الحصول عليها بطرق اقتصادية رخيصة حيث أن معظم ما يستخدم من هذه النباتات إنما هي هذه الأجزاء التي لا تستخدم عادة. [4]

وقع اختيارنا على نبات المورينجا ذات المستقبل الواعد في بلادنا إذ أنها نبات مشهور في الكثير من مناطق العالم وذلك نتيجة لاستخداماته الطبية وخصائصه الغذائية كما تعتبر مكملا غذائيا في أوروبا وأمريكا واليابان والصين والكثير من دول العالم حيث تعزى أهميتها في علاج أكثر من 300 مرض مختلف من بينها علاج للملاريا وعلاج الروماتيزم مضادة للميكروبات والالتهابات وكذا تعالج مشاكل الكبد والإسهال وآلام المفاصل الخ [5,6,7,8,9].

وقصد دراسة الفاعلية المضادة للتآكل لهذه النبتة أنجزت الرسالة و قسمت إلى مقدمة عامة ، ثلاثة فصول حيث أدرجنا في الفصل الأول مدخل عام قدمنا فيه الجزء النظري الذي يحتوي معلومات حول التآكل وطرق

الحماية طرق حساب سرعة التآكل نبات المورينجا *Moringa oleifera* أما الفصل الثاني فقد خصصناه للطريقة العملية المتبعة خلال هذا البحث من استخلاص ودراسة الفيتو كيميائية للنبات ودراسة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبات المورينجا على تآكل الفولاذ XC60 في وسط حمضي وهو حمض كلور الماء بتركيز واحد مولاري بطريقة فقدان الوزن في درجة الحرارة العادية ودراسة الطريقة الالكتروكيميائية أما الفصل الثالث فقد استعرضنا نتائج مناقشة الاختبارات الفيتو كيميائية دراسة التآكل بطريقة فقدان الوزن وبطريقة الالكتروكيميائية ومناقشة نتائجها وفي الأخير أنهيت بخلاصة عامة.

الجانب النظري

الفصل الأول: عموميات حول التآكل

طرق الحماية طرق الحساب سرعة التآكل

I - التآكل وطرق الحماية

تمهيد:

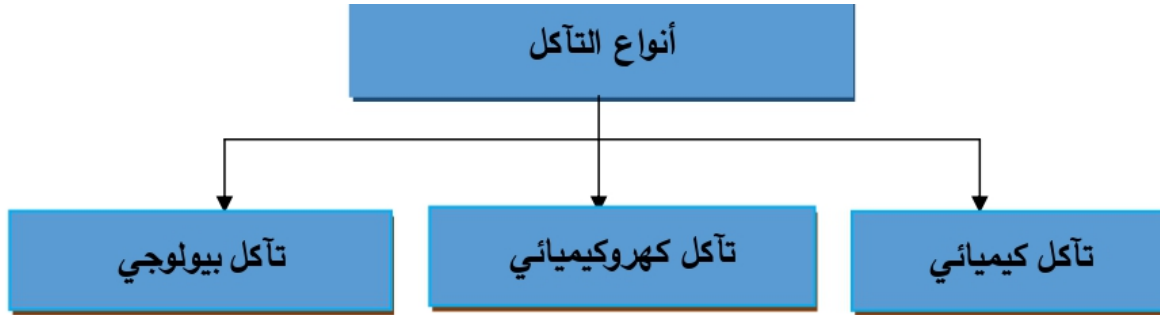
بدأت الدراسة العلمية في القرن التاسع عشر مع اكتشاف التحليل الكهربائي للماء من قبل نيكلسون (NIEHOLSON) و كارليل (CARLVLE) ، سنة 1830م طور الكيميائي السويسري اوغست (AUGUSTE) النظرية الكهروكيميائية للتآكل وأكملت وطورت من طرف العالمان هارو (AOAR.P.T) وافنس (EVANS.R.U) في نهاية 1920، لم يعرف الحجم الصحيح لمدة كلفة التآكل المعدني إلا في الربع الأول من القرن العشرين. [9]

I-تعريف التآكل:

التآكل هو عبارة عن تلف المادة بواسطة تفاعل كيميائي أو كهر وكيميائي مع الوسط المحيط بها، الذي يكون في حالة تلامس مباشر معها، سواء كان هذا الوسط المحيط هو الهواء الجوي العادي أو محيط كيميائي آخر، تحت درجة حرارة ما. [1].

I-1-أنواع التآكل :

تلخص مجمل أنواع التآكل تبعا لطبيعة الوسط الأكال في المخطط الموالي:



مخطط (1.I) مختلف أنواع التآكل

I-1-1 التآكل الكيميائي :

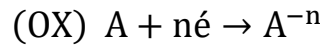
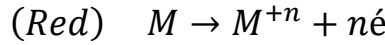
هو الهجوم المباشر على المعدن من طرف الوسط المحيط به [3]. أو هو التأثير الكيميائي المباشر عندما يدخل المعدن في تفاعل كيميائي مع عناصر أخرى مثل: الأوكسجين و الكلور وما شابه ذلك ليكون مركب غير معدني وينقسم هذا النوع من التآكل إلى نوعين [1,4] :

أ- **تآكل كيميائي جاف:** ويحدث بين المعدن والطور الغازي، في الوسط خالي من الرطوبة تماما.

ب- **تآكل كيميائي رطب:** يحدث بين المعدن والطور السائل حيث يكون الوسط إما معتدلا، حمضيا أو قاعديا.

I-1-2 التآكل الكهروكيميائي :

هو أكثر الأنواع مصادفة في الطبيعة يحدث في المحاليل الالكتروليتية (المحاليل الناقل للكهرباء)، يتبع هذا النوع الطريقة الكهروكيميائية حيث يحدث التفاعل وفق معادلتين نصفيتين يتم فيهما التبادل الالكتروني [4,5].



Metal :M

Agent corrosif :A

يحدث هذا التآكل نتيجة النشاط الحيوي لمختلف الكائنات الدقيقة (البكتيريا، فطريات، محار) حيث تتخذ المعدن كوسط مغذي أو وسط لإفراز نواتج تتلف ذلك المعدن [3,5]. ويوجد نوعان من هذه الكائنات الحية الأكلة:

- **الهوائية:** تنشط في وسط به أوكسجين O_2 و تتكون من بكتيريا الكبريت وبكتيريا الحديد
- **اللاهوائية:** تنشط في وسط خالي من الأوكسجين O_2 وتتضمن بكتيريا تقل فيها نسبة السلفات و النترات (NO_3^- ; SO_4^{2-}). وقد أثبتت الأبحاث التي أجريت حول فعل البكتيريا اتجاه التآكل وجود نوعين من البكتيريا، بعضها ينشط التفاعلات المهبطية لاستخدامها الهيدروجين في معيشتها والبعض الآخر ينشط التفاعلات المصعدية [4].

I-2 الأشكال الأساسية للتآكل :

يستند هذا التصنيف للتآكل إلى خصائص بصرية أو الشكل الظاهري للمعدن وإلى الطريقة المحتملة للهجوم، ومن أهم هذه الأشكال نجد [5]:



المخطط (2.I) : الأشكال الأساسية للتآكل

I-2-1- التآكل العام المنتظم :

إن هذا النوع من التآكل هو الأكثر شيوعاً، حيث يكون معدل التآكل ثابت على الأسطح الداخلية و الخارجية للمعدن [6,1].

I-2-2- التآكل الغلفاني :

ويسمى كذلك بالتآكل بين معدنين أو ثنائي المعدن، وهو ناتج من تشكيل بطارية كهر وكيميائية بين معدنين إما متصلين أو مرتبطين كهربائياً في محلول أكال أيوني يؤدي إلى إتلاف المعدن الأقل مقاومة [1]

I-2-3- التآكل بالنقر (الموضعي):

يحدث التآكل في هذا النوع بشكل عنيف موضعياً، فهو عبارة عن هجوم بعض الأيونات أو الكاتيونات المتواجدة في الوسط على سطح المعدن، مؤدية إلى ثقوب صغيرة متفاوتة في العمق وأحياناً تكون هذه الثقوب معزولة أو قريبة من بعضها البعض [6].

I-2-4- التآكل الشقي (الصدعي):

هو تآكل موضعي شديد يصيب الأجزاء المعدنية في مناطق الشقوق والمناطق المغطاة سواء كان هذا الغطاء على هيئة مواد معدنية أو على هيئة مواد غير معدنية. وينتج هذا التآكل لاختلاف إمكانية وصول الأكسجين بين جزئي للبنية [1,5,6].

I-2-5- التآكل بالتعرية :

ينتج هذا التآكل عن فعل ميكانيكي مقترن بفعل كهر وكيميائي، يعتمد على الحركة النسبية للسائل ذو الاتجاهات متميزة على سطح المعدن، التي تزيد من سرعة الإلتلاف ويكون على شكل حفر أو تموجات [4,6]

I-2-6- التآكل بين الحبيبات :

هو عبارة عن هجوم موضعي بالقرب من حدود الحبيبة مصحوبا بتآكل قليل نسبيا في الحبيبات نفسها. وهو ناتج عن وجود شوائب عند حدود الحبيبات، ارتفاع وانخفاض نسبة أحد عناصر السبيكة في مناطق معينة من حدود الحبيبات أو انعزال الذرات المذابة عند حدود الحبيبية [1].

I-2-7- التآكل الإجهادي:

يحدث هذا التآكل بسبب وسط التآكل، مع وجود إجهادات شد خارجية أو داخلية، تؤثر على المعدن بحيث تؤدي إلى شقوق تبدأ من سطح المعدن وتنتشر إلى داخله، وفي غالب الأحيان ينتج عن فعل التلحيم [1,4]

I-2-8- التآكل الاختياري:

يحدث هذا التآكل بالنسبة للسبائك التي تتكون من معدنين أو أكثر، يبدأ هذا التآكل بسبب اختلاف موضعي في التركيب، ونتيجة لذلك يبقى المعدن الأكثر كاتودية بينما يتآكل المعدن الأكثر أنودية [1].



الشكل (1.I): صورة لتآكل الغلفاني

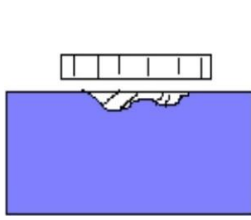
الشكل (2.I): صورة للتآكل المنتظم



الشكل (3.I): صورة للتآكل بالنقر



الشكل (4.I): صورة للتآكل بين الحبيبات



الشكل (5.I): صورة للتآكل بالتعب



الشكل (6.I): صورة للتآكل الإجهادي



الشكل (7.I): صورة للتآكل الاختياري



الشكل (8.I): صورة للتآكل الشقي

I-3-العوامل المؤثرة على التآكل :

يتأثر التآكل بعدة عوامل، منها ما ينقص منه ومنها ما يزيد فيه، نذكر منها ما يلي:

I-3-1- طبيعة المعدن وتتمثل في

التركيب الكيميائي.

المعالجة الحرارية.

المعالجة الميكانيكية .

طريقة التحضير.

الفصل الأول عموميات حول التآكل طرق الحماية طرق الحساب سرعة التآكل نبات المورينجا

I-3-2- تأثير الوسط : يعتبر الوسط عنصرا أساسيا لعملية التآكل التي ترتبط ارتباطا وثيقا بخصائص المعدن وحالة الوسط [3]نوتتمثل في :

✓ تركيبة الوسط الغازي أو السائل.

✓ مقدار الملح الذائب والأكسجيني.

✓ طبيعة الوسط (pH) .

✓ الشروط الترموديناميكية.

✓ إضافة المثبط.

I-3-3- تأثير pH: ترتفع نسبة التآكل في معظم الحالات بانخفاض ال pH (زيادة الحموضة).

• عندما يكون pH الوسط حمضيا ($pH < 4$) فان سرعة التآكل ترتفع نظرا لتحرير غاز الهيدروجين الناتج من تأكسد المعادن التي لديها كمون مرجعي أقل من الهيدروجين .

• عندما يكون pH الوسط قاعديا ($pH > 10$) فان سرعة التآكل تزيد في الحالات المعادن التي تتآكل بارتفاع ال pH مثل الألمنيوم .

• أما في المجال ($4 < pH < 10$) فان سرعة التآكل لا تتعلق بال pH [5,8]

I-3-4- تأثير الأكسجين : يؤثر بطريقتين :

• أولا: يكون عاملا مساعدا لعملية التآكل إذا بلغت نسبة الأوكسجين O_2 المنحلة في الأوساط المائية (18 mg/L - 15).

• ثانيا: يكون مثبطا للتآكل في حالة زيادة نسبة الأوكسجين O_2 المنحلة عن (18 mg/1 - 15) في الأوساط المائية.

• أما إذا وصلت نسبة الأوكسجين 35 mg/L فقد ينعدم التآكل [3].

I-3-5- تأثير درجة الحرارة: إن زيادة درجة الحرارة يزيد في سرعة التآكل، إلا في بعض الحالات النادرة أين يحدث

العكس كحالة حذف الأكسجين الذائب في المحلول، والتي تتعلق بخلائط النحاس و الأكسدة في درجات الحرارة العالية

للفولاذ غير المؤكسد [5,4]

I-3-6- تأثير الكلور : له أهمية كبيرة في زيادة التآكل فهو أحد مسببات تآكل النقر [4].

I-3-7- تأثير السلفات : تؤثر السلفات بطريقة مباشرة تكمن في زيادة الملوحة ونقص مقاومة الإلكتروليت. كما تؤثر

بشكل غير مباشر بترسيب دور بكتيريا السلفات وإرجاع تطور التآكل البكتيري [4]

I-4- طرق الحماية من التآكل :

نظرا لاختلاف طبيعة أشكال التآكل واختلاف الظروف التي تساعد على حدوث هذه الأشكال المختلفة، فهناك أنواع متعددة من أساليب الحماية منه، ونذكر من أهمها:

I-4-1 اختيار المعدن أو السبيكة المناسبة :

تتماز المعادن النقية بصورة عامة بمقاومة أفضل ضد التآكل من المعادن غير النقية، أما بالنسبة للسبائك المعدنية، فإن السبائك المتجانسة التي تتكون من طور واحد تكون أكثر مقاومة من السبائك التي تتكون من أكثر من طور واحد [2,4,6].

I-4-2. الحماية بالتغطية :

تعتمد هذه الطريقة بتغطية المعادن والسبائك بطبقة حامية من التآكل بمعدن أو مادة أخرى مقاومة للتآكل وتعد الحماية بالتغطية من أكثر الأنواع شيوعا [1]. ومن الأساليب المتبعة في التغطية نجد:

• التغطية بالغمر في المحاليل المعدنية.

• التغطية بالمعادن المنصهرة.

• التغطية بترسيب معدن في الطور الغازي.

• التغطية بطبقة من الطور المعدني الجامد.

I-4-3 الحماية بتغيير الوسط :

عند تغيير خصائص الوسط المساعد على التآكل يصبح بالإمكان السيطرة بشكل أفضل على عملية التآكل، ومن أهم الخواص التي يمكن التحكم فيها هي: درجة الحرارة، التركيز وإزالة الأكسجين وسرعة الجريان أو العوامل المؤكسدة وتغير ال pH [1,3,5].

I-4-4- الحماية الكهروكيميائية :

يمكن أن تكون كاثودية أو أنودية، وتعتمد على إزاحة جهد القطب في الاتجاه السالب أو الموجب. وتستخدم بشكل واسع في الصناعة [1]

I-4-5- الحماية الكاثودية:

تستخدم لمنع التآكل في الوسط الإلكتروليتي، حيث ينعدم تأثيرها خارج هذا المحيط، تعمل على تحويل الأقطاب المهبطية إلى أقطاب مصعدية، وتجري حماية المعدن كاثوديا بإيصاله كهربائيا إلى القطب السالب في خلية كهر وكيميائية مع إزاحة جهد قطب المعدن في الاتجاه السالب، إلى قيمة أقل وبذلك تتم حماية المعدن كليا. وتتم الحماية الكاثودية بطريقتين:

الطريقة الأولى: يتم تسليط تيار خارجي مباشر يرتبط قطبه السالب بالمعدن المراد حمايته من التآكل أما القطب الموجب فيرتبط بالمعدن الذي سوف يضحي به.

الطريقة الثانية: يستبدل التيار الخارجي بخلية غلفانية مع إهمال التيار المسلط في حالة إذا كان القطب الموجب معدن أكثر فعالية في السلسلة الغلفانية عن المعدن المراد حمايته [1,5].

I-4-6- الحماية الأنودية:

تستخدم هذه الطريقة للمعادن المقاومة للصدأ وذلك يجعلها أقطابا موجبة بإزاحة فرق جهدها إلى منطقة السلبية المنحني الاستقطاب الأنودي. الحماية الأنودية تناسب المعادن التي لها استعداد للسلبية عندما تستقطب أنوديا [7].

I-4-7- الحماية باستعمال المثبطات:

I-4-7-1- تعريف المثبطات:

هي عبارة عن مواد تضاف إلى وسط التآكل بكميات قليلة، تؤدي إلى خفض أو إزالة التأثير التآكلي لهذا الوسط، أو هي مواد تعترض تدفق الشحنات إلكترون أو أيون) المسببة للتآكل. ويكون عملها من خلال الإمتزاز على سطح المعدن [1,2] وتحسب معدل الفاعلية بالعلاقة التالية :

$$R\% = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100 \quad (I.1)$$

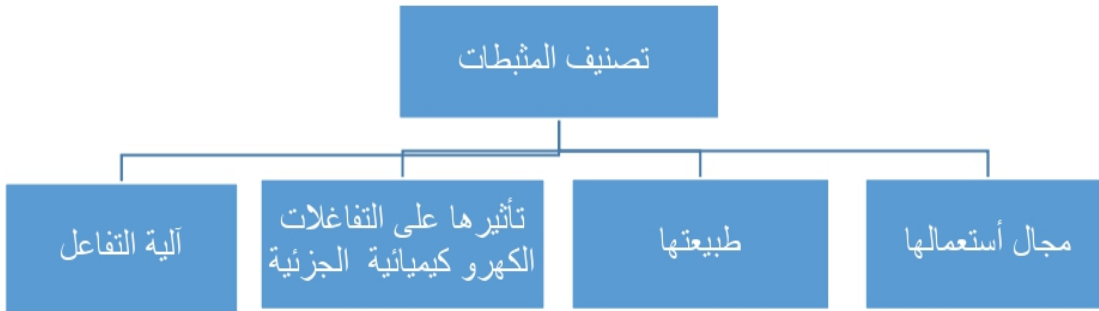
R% معدل الفاعلية للمثبط

V0 السرعة بدون مثبت

V السرعة بوجود المثبط

I-4-7-2- تصنيف المثبطات:

إن آلية وطرق عمل المثبطات متنوعة، لكن غالبا ما يصعب أن نخصص آلية عمل واحدة لمثبط لأنها يمكن أن تتغير حسب الشروط العملية. لذا تم تصنيف المثبطات على النحو التالي:



المخطط (3.I) : تصنيف المثبطات

أ. حسب مجال استعمالها :

- أوساط مائية: هناك مثبطات تستخدم في الأوساط الحمضية وأخرى تستخدم في الأوساط المتعادلة.
- أوساط عضوية: تستعمل كميات معتبرة من مثبطات التآكل في زيوت تشحيم المحركات والوقود.
- أوساط غازية: عموما تستخدم المثبطات من اجل حماية الأجهزة الدقيقة والحساسة من التآكل الذي يمكن أن يسببه الهواء الجوي [3,5].

ب - حسب طبيعتها (تركيبها): تصنف المثبطات في هذه الحالة إلى عضوية وغير عضوية.

- مثبطات عضوية: هي مركبات تحتوي على الكربون في شكل تسلسل في مجموعات لجزئياتها و عادة مصدرها نباتي أو حيواني وهي نوعان: مثبطات عضوية أنيونية ومثبطات عضوية كاتيونية [7,8].
- مثبطات غير عضوية: عادة عبارة عن أملاح بلورية تتفكك في المحلول مكونة كاتيونات و ايونات. وهي أساسا مركبات من مصادر معدنية لا تحتوي على الكربون في بنيتها، تستعمل بكثرة في الأوساط القاعدية [3,7,8].

ج - حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية:

- **مثبطات أنودية (مصعدية):** هي التي تقلل من تأكسد المعادن، أو هي مركبات تؤدي إلى تغطية المناطق المصعدية في المعدن وذلك بإتحادها مع شوارد الحديد الثنائي لتشكيل رواسب تؤدي إلى سد المناطق المتآكلة [5,3,2].
- **مثبطات كاتودية (مهبطية):** هي مركبات إلكتروفيلية لها ميل لاكتساب الإلكترونات، تؤدي إلى تغطية المساحات الكاتودية في المعدن. حيث تعترض تفاعلات الاختزال الحادثة عند المهبط. [5,2]
- **مثبطات مختلطة:** هي مثبطات تعمل على تخفيض كثافة التيار للتفاعلين الأنودي و الكاتودي معا، مع تغير طفيف في كمون التفاعل [2]

د- على حسب آلية التفاعل: **تميز التثبيط بما يلي:**

- **بالإمتزاز:** تضاف المثبطات التي تكون عبارة عن مركبات عضوية إلى الوسط التآكلي، فيحدث لها إمتزاز على سطح المعدن المعرض للتآكل فتمنعه من التفاعل مع الوسط. وعادة ما تستخدم مثبطات الإمتزاز في الأوساط الحامضية [8,7,2].

• **بالخمولية:** تتفاعل المثبطات مع سطح المعدن مكونة أكاسيد خاملة كيميائيا اتجاه الوسط

- **الأكال،** فعند خمولية المعدن الناتجة عن المثبطات تقل سرعة التآكل، حيث تتأثر مثبطات هذا النوع ب pH الوسط [6].
- **بالترسيب:** في هذه الطريقة تتشكل رواسب تتوضع على سطح المعدن، وتكون إما رواسب الأملاح معدنية أو معقدات عضوية قليلة الذوبان في الوسط الأكال [8,7].
- **بإزالة العنصر الأكال:** يتم إزالة العامل المساعد على التآكل في الوسط وذلك بالتفاعل الكيميائي مع هذا العامل أو امتصاصه، ومن أهم هذه المثبطات كبريتيد الصوديوم [7].

هـ - **المبادئ العامة لاستخدام المثبط :**

- تعيين الكيميائية وخواص الإذابة للمثبطات
- المثبط يجب أن يكون قادرا على الالتصاق بالمعدن المطلوب حمايته ليكون مؤثرا
- التركيز يجب أن يكون صحيحا لظروف الاستخدام
- المعالجة تبدأ بتركيزات عالية التي تغطي أسطح المعدن ثم التقليل لمستوى المعالجة المستمرة أو المعالجة المتقطعة

كانت هذه المثبطات مذابة في الزيت أو الماء

ج-موانع استعمال المثبطات:

- لا تضاف المثبطات إلى كل الأنظمة التآكلية إنما قد تؤدي إلى تلوث الوسط
- معظم أنواع المثبطات تكون سامة لذا فهي لا تستخدم في الوسط الخاص بتحضير المواد العدائية أو المنتجات ذات علاقة بصحة الإنسان
- نستعمل المثبطات بصورة رئيسية في الأنظمة المغلقة وذلك بسبب تلويثها للوسط لفترات طويلة
- تفقد المثبطات تأثيرها بسرعة عند زيادة الوسط المحيط وزيادة درجة الحرارة

I-4-7-3-المستخلصات النباتية كمثبطات :

إن المستخلصات النباتية تعتبر مثبطات جيدة لتآكل المعادن فقد تم استخدامها مؤخرا بشكل رئيسي وذلك لانخفاض تكلفتها وإمكانية الحصول عليها بسهولة واحتوائها على مركبات جيدة لها تأثير مضاد للتآكل وهي تعتبر مواد آمنة بيئيا [11].

I-4-7-4-آلية التثبيط :

أثبتت العديد من الأبحاث والتي كانت تصب في إطار دراسة تأثير بعض المركبات الطبيعية كمثبطات للتآكل مختلف المعادن وذلك في عدة أوساط أكالة [16], وقد أثبتت هذه الأبحاث الفعالية التثبيطية للمركبات العضوية وأرجعت ذلك إلى

● احتوائها على ذرات متغايرة مثل O, S, N [14,17]

● خصائصها الفيزيوكيميائية [16].

● وجود روابط π في ترافق مع الحلقة العطرية. [14,16]

و أمكن تفسير آلية التثبيط بأنها امتزاز (adsorbed) على سطح المعدن من خلال الكترولونات الروابط π للحلقة العطرية والأزواج الالكترونية الحرة (الأزواج الغير رابطة) ل O, S, N [16].

أثناء وجود المعدن في المحلول التثبيطي تمنح ذرات S و N زوج الكترولوني غير رابط إلى الأربيتالات الشاغرة في المعدن فتشكل روابط قوية ومستقرة بين المثبط و سطح المعدن [17]

II- طرق حساب سرعة

التآكل

مقدمة :

لتقدير وقياس معدل التآكل الحاصل، تم تطوير عدة طرق في معامل الأبحاث والمنشآت الصناعية، منها ما هو كلاسيكي ومنها ما هو حديث، يختلف الاستعمال مع اختلاف نوع التآكل والوسط المعرض لها لمعدن ومن بين هذه الطرق نذكر [1] :

II- طرق دراسة سرعة التآكل.

(1) طريقة حساب ضياع في الكتلة .

(2) الطرق الكهروكيميائية:

- الاستقطاب الكامل.
- الإستقطاب الخطي. [1,5,11]

II-1- طريقة الضياع في الكتلة.

هذه الطريقة كلاسيكية و لا تزال تستعمل بحيث تتميز بالبساطة وسهولة التنفيذ ولا تتطلب معدات كبيرة، تتلخص بوزن العينات المراد حساب معدل التآكل لها قبل تعريضها لبيئة التآكل، ثم تعلق بخيط عازل، ثم تغمر في وسط التآكل مدة من الزمن بعدها تؤخذ من وسط التآكل، ثم يتم إزالة بعض منتجات التآكل يدويا بفرشاة ناعمة وغسلها بالماء المقطر، ثم يتم وزن العينة من جديد والفرق في الوزن هو ما يعبر عن الوزن المفقود بسبب التآكل. [1,5,17]

II-1-1- حساب سرعة التآكل بطريقة الضياع في الكتلة:

ولحساب سرعة التآكل لدينا العلاقة التالية:

$$V_{\text{CORR}} = \frac{\Delta m}{st} \left(\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}} \right) \quad (1. \text{II})$$

V_{CORR} : سرعة التآكل.

Δm : التغير في الوزن قبل وبعد الغمس بالغمس (g)

S : مساحة العينة (cm سم).

T : زمن الغمس ويمكن أن يكون ب الثانية (min) أو الساعة (h) أو السنة (ans).

$$V \left(\frac{\text{mm}}{\text{ans}} \right) = k v \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}} \right) \quad (2. \text{II})$$

K: ثابت = 673846,1538

II-1-2- حساب مردود التثبيط R:

مردود التثبيط يحسب بالعلاقة:

$$R\% = \left(\frac{V_0 - V_{\text{corr}}}{V_0} \right) \times 100 \quad (3. \text{II})$$

V_{corr} : سرعة التآكل في وجود المثبط .

V_0 : سرعة التآكل في غياب المثبط.

R%: معدل الفاعلية التثبيطية.

إيجابيات طريقة الضياع في الكتلة :

-سهولة إجرائها.

-خلوها من التعقيدات.

-لا تتطلب أجهزة خاصة.

سلبياتها:

لا تصلح لقياس معدل التآكل لجميع المعادن لاسيما تلك التي تتعرض للتآكل عن طريق الثغرات أو الفجوات ذلك لان مساحة انتقال الكتلة في هذه الحالة تكون مستمرة التغيير إضافة إلى أن هذه الفجوات قد تكون عميقة إلى القدر الذي يسمح لذا باحتواء قدر من الالكتروليت مما يؤثر على دقة النتائج وهناك العديد من الطرق الأخرى التي تستخدم في قياس معدل التآكل والتي تكون أفضل من حيث الدقة. [19,20]

II-1-3- نسبة تغطية السطح θ :

$$\theta = 1 - \frac{m}{m_0} \quad (3)$$

m: هي مقدار الخسارة في الكتلة في الوسط الأكال في وجود المثبط.

m_0 : هي مقدار الخسارة في الكتلة في الوسط الاكال في غياب المثبط

II-2- الطريقة الكهروكيميائية

الطرق الكهروكيميائية لحساب معدل التآكل هي طرق حديثة نسبيا، وتعتمد على إستخدام قانون فراداي والذي يستخدم معدل انتقال الكترولونات لقياس معدل التآكل. [13] نؤثر على الجملة الكهروكيميائية بمؤثر خارجي وهو عبارة عن إشارة (Signal) (ذات طابع فيزيائي) $e(t)$ مثل : إشارة كهربائية، ضوئية، حرارية، مغناطيسية ثم نقوم بتسجيل إستجابة الجملة $s(t)$ لهذا التأثير [5,12]



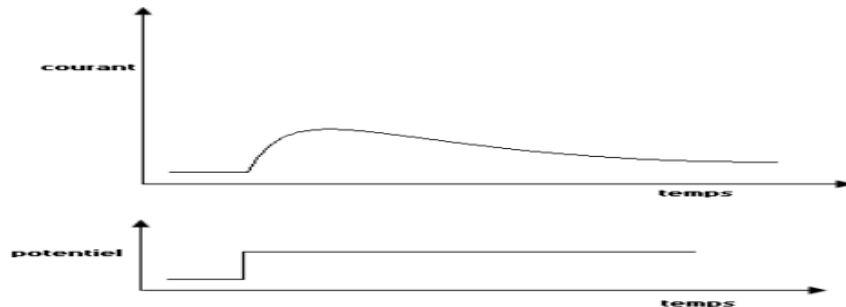
غالبا ما تكون إشارة الدخول كهربائية، إما بإحداث تغير في الكمون $E(t)$ أو تغير في التيار $I(t)$ ثم تقاس الاستجابة الحاصلة والتي هي على التوالي بتغير في التيار أو الكمون. على حسب كون إشارة الدخول $e(t)$ ثابتة خلال الزمن Statique أو المتغيرة Evolutif فان الطرق الكهروكيميائية تنقسم إلى نوعين: الطرق الكهروكيميائية المستقرة والطرق الكهروكيميائية المتغيرة [12,5]

II-2-1- الطرق الكهروكيميائية المستقرة :

وتشمل نوعان :

• الطريقة الأولى Methode potentiostatique :

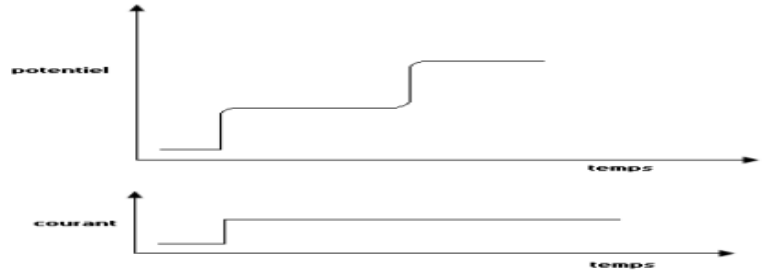
يفرض على الجملة كموث ثابت ثم نقوم بقياس تغيرات التيار الحاصلة خلال الزمن تفيد في دراسة طرق نقل المادة داخل المحلول أو لدراسة تكون طبقة خمالية



الشكل (9.I) منحى يوضح استجابة الجملة لتغير في الكمون

• الطريقة الثانية **Methode intentiostatique** :

يفرض على الجملة تيار ثابت ثم نقوم بقياس تغيرات الكمون الحاصلة خلال الزمن. [12]

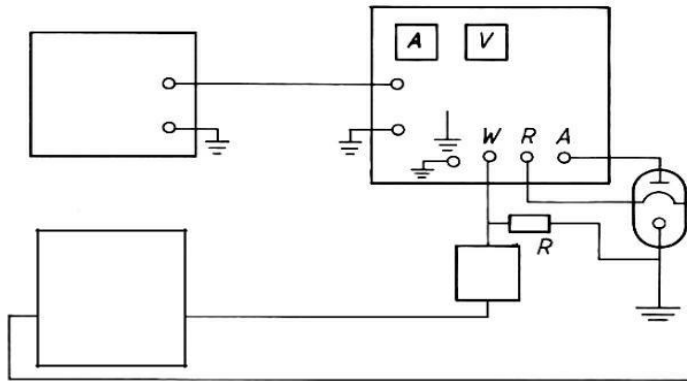


الشكل (10.I) منحى استجابة الجملة لتغير في التيار

II-2-1-1- التركيب التجريبي المستعمل :

لرسم منحنيات الاستقطاب $E=f(I)$

- جهاز : (Potentiostat /Galvanostat) متصل بوحدة معالجة الكمبيوتر وتضم جهاز كومبيوتر صغير مزود ببرنامج " Voltmaster4" يسمح بحساب الخصائص الكهروكيميائية ورسم المنحنيات وطباعة
- خلية القياس: وهي عبارة عن خلية زجاجية للتحليل الكهربائي ذات تحتوي على غطاء به خمس فتحات لإدخال الكترود العمل والالكترود المرجعي والالكترود المساعد وفتحتين لإدخال اللواحق كالمحارار

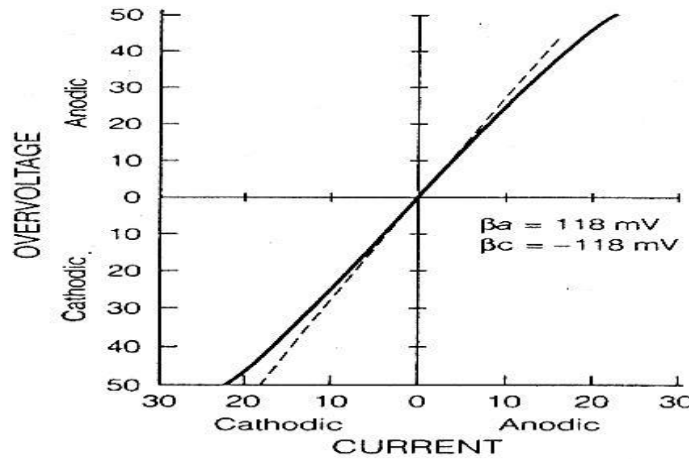


شكل (11.I): دائرة قياس الاستقطاب

II-2-1-2-2- مبدأ العمل :

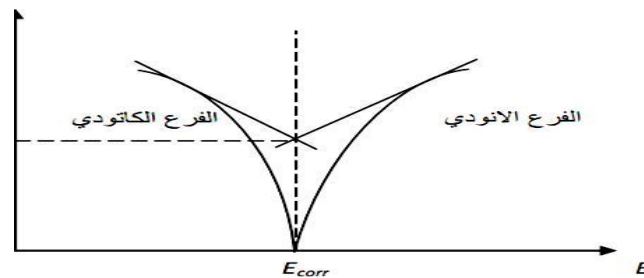
يتم تمرير تيار كهربائي (عند كمون يتم تحديده حسب نوع المعدن وموقعه في السلسلة الكهروكيميائية) من قطب العمل إلى القطب المساعد عادة يكون من المعادن النبيلة وتتضمن الدائرة الخارجية مصدر تيار مستمر ومقاومة متغيرة وأمبير متر لقياس شدة التيار. كما أن جهد قطب العمل (المصعد) يتم قياسه باستعمال الفولت متر وبمساعدة قطب المقارنة القياسي غالبا يكون من الزئبق المشبع بكلوريد الزئبق، ويتم التحكم في جهد قطب العمل بجهاز مثبت الجهد. ويتم تسجيل مقدار تغير الجهد التيار بتغير المقاومة وبعد ذلك يمثل الجهد ولوغاريتم التيار بيانيا بواسطة (مولد إشارات + مرسام بيانيا + حاسوب مبرمج). [1] حيث يبين المنحى (2) الشكل العام لمنحى استقطاب $i=f(E)$ حيث $i=0$.

II-2-1-2-3- منحنيات الاستقطاب :



الشكل (12.I): منحني الاستقطاب الخطي $i=f(E)$

في حين التآكل i_{cor} يحدد $\log|i| = f(E)$ الموضح في الشكل وذلك عند نقطة تلاقي امتداد مستقيمتان (تقال) $\log i$.



الشكل (13.I) : منحنى تحديد تيار التآكل i_{corr} اعتمادا على مستقيمات Tafel

i_{corr} : تيار التآكل يعطى بالعلاقة :

$$i_{corr} = \frac{b_a b_c}{2.3(b_a + b_c)} \times \frac{1}{R_{ct}} \quad (4. II)$$

حيث :

R_{ct} : مقاومة انتقال الشحنة

b_c ; b_c ثوابت تافال المصعدية و المهبطية على التوالي، تعطى بالعلاقة التالية :

$$b_a = \frac{2.3RT}{\alpha zF} \quad (5. II)$$

$$b_c = \frac{2.3RT}{(1 - \alpha)zF} \quad (6. II)$$

α : معامل الانتقال الشحني

$m(g)$: نسبة الضياع في الوزن للمعدن المتآكل بدلالة الزمن وباستخدام علاقة فراداي تعطى بالعلاقة

[5]:

$$m = \frac{A I_{corr} \cdot S \cdot t}{n \times F} \quad (7. II)$$

حيث:

A: للمعدن الذري الوزن (g).

S: سطح المعدن (cm²).

t: الزمن (min).

n: عدد الالكترونات المتبادلة

F: ثابت فراداي (69500c/mol).

II-2-1-4-مردود التثبيط

يحسب R% باستعمال العلاقة التالية

$$R\% = \frac{I_{corr} - I_{corr}(inh)}{I_{corr}} \times 100 \quad (8.II)$$

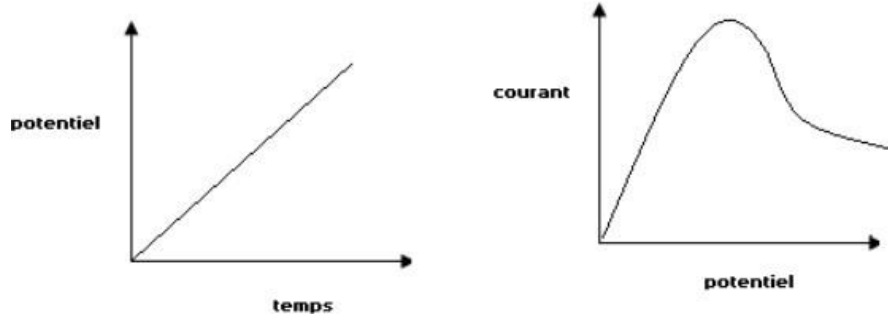
حيث :

$I_{corr}(inh)$; I_{corr} تمثل كثافة التيار لالكتروود في غياب ووجود المثبط في الوسط على التوالي

II-2-2-الطرق الكهروكيميائية المتغيرة

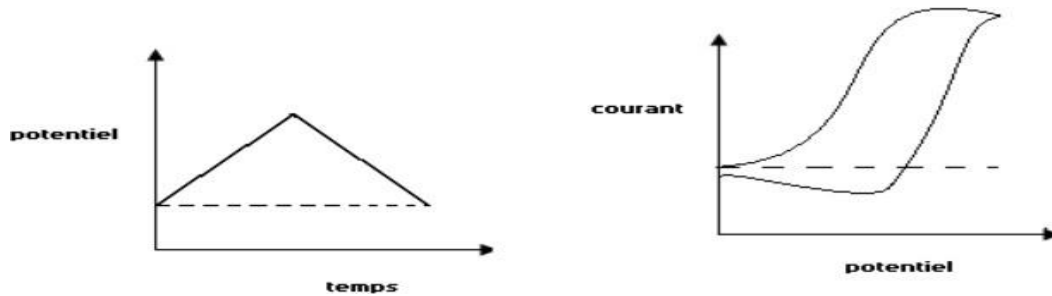
حيث الإشارة المعطاة للجملة سواء كانت تيارا أو كمونا غير ثابتة خلال الزمن ومن بين هذه الطرق نذكر

✓ الفولطا مترية البسيطة:



الشكل (14.I): منحنى يوضح منحنى لإثارة (اليسار) و الاستجابة (اليمن) في الفولطامترية البسيطة

✓ الفولطامترية الحلقية:



الشكل (15.I): منحنى يوضح منحنى الإثارة (اليسار) والاستجابة (اليمن) في الفولطامترية الحلقية

II-3- الدراسة الحركية والترموديناميكية للتآكل :

✓ كمون النظامي لمسري

يقصد بالمسرى كل ناقل معدني في أساس مع الالكتروليت. و الالكتروديميائي المسرى هو تفاعل الأكسدة أو الإرجاع (انتقال الشحنات) حيث لا يمكن قياس كمون المسرى إلا بالنسبة لمسرى آخر تتخذه كمرجع للقياس [21].

✓ معادلة ترنست:

تطبق العلاقة على مسرى في حالة توازن حيث يعطى كمون العكوس بالعلاقة

$$E_{rev} = E_0 + \frac{RT}{nf} \text{Log} \frac{[OX]}{[Red]} \quad (9. II)$$

E_0 الكمون النظامي للنائية $\frac{OX}{red}$

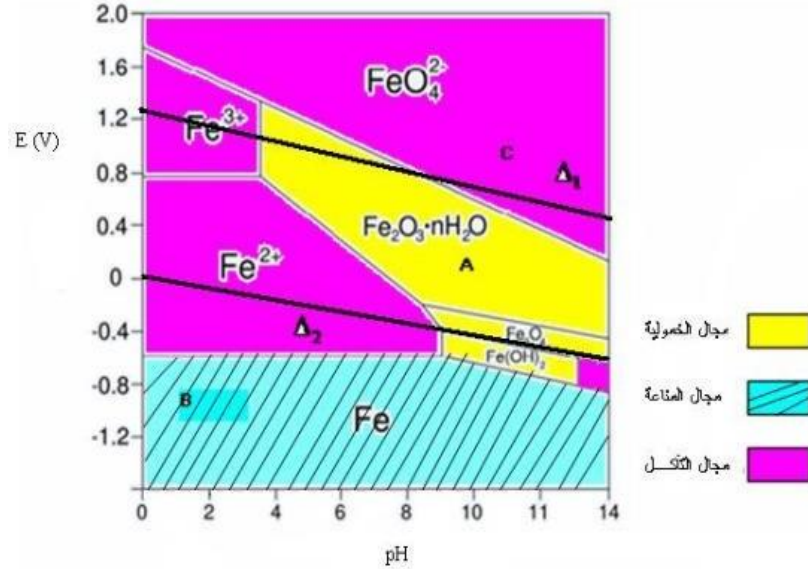
كمون الحماية لمسرى لكي يحدث تآكل للمسرى لابد أن يحقق كمون العلاقة:

$$E > E_{rev} \quad (10. II)$$

ونقول إنه حدث استقطاب.

✓ منحنى بوربي:

المنحنى Ph-E هو منحنى بوربي يختص بدراسة التوازنات الكهروكيميائية للمحاليل المائية تشير إلى مجال الاستقرار الايونات والاكاسيد و الهيدروكسيدات توضح لتفاعلات الممكنة أو غير الممكنة من الناحية الطاقوية. يمكن من معرفة إذا كان التآكل ممكن الحدوث عند رقم هيدروجين معنى أو لا. يهتم بالاتزان الترموديناميكية وليس بدا حدث بالفعل. يعطينا فكرة على كيفية حدوث التآكل وكيف يكن الحد منه أو تجنبه (طرق السيطرة على التآكل).



الشكل (16.I): منحني بوربي لحديد في وسط مائي عند درجة حرارة 25م0

● **منطقة التآكل**: وهي منطقة التي يتفكك فيها المعدن وتشكل مركبات قابلة للذوبان في المحلول الالكتروليتي وتكون عند الحديد ابتداء من الكمون 44. $E = -0.44$ V.

● **منطقة الحمولية**: وهي التي تتشكل فيها طبقة واقية من أكسيد الحديد الثلاثي Fe_3O_4 بوجود الأوكسجين وذلك بتراكيز عالية وبذلك برد من تآكل المعدن.

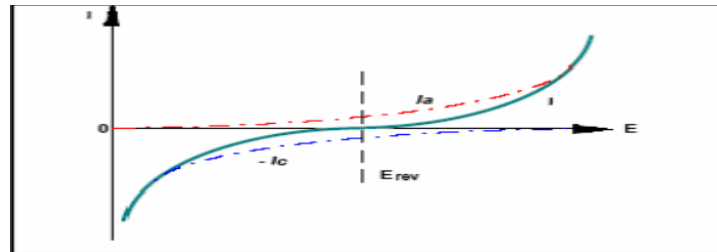
● **منطقة الامتناع**: وهي منطقة يكون فيها المعدن غير قابل للتآكل وذلك لوجود طبقة واقية غير قابلة لأي تحول كيميائي مع الوسط حيث تكون هذه حماية كاتودية للمعدن [22,23,24]

II-4-دراسة الحركية لتفاعلات التآكل:

✓ **المسرى البسيط**: عند حدوث تفاعل واحد في الجملة معدن / الالكتروليت (ندعو الجملة عندئذ بالمسرى البسيط.

✓ **المسرى المختلط**: يحدث في الجملة تفاعلي أكسدة إرجاعيه أو أكثر.

✓ **منحنى الاستقطاب**: تدرس سرعة التفاعل الالكتروكيميائي تغيرات التيار بدلالة الكمون هذه التغيرات تعطي منحنى $(i)f=E$ أو $(E)f=i$ وهي منحنيات الاستقطابية للتفاعل.



الشكل (17.I): منحنى الاستقطابية

✓ منحنى تآفال: يعطى بالعلاقة اللوغاريتم كثافة التيار وفرق الجهد $n = E - E_{cor}$ من علاقة بولتروفيلار:

$$i = i_0 \exp\left(\frac{n}{B_a}\right) - i_0 \exp\left(\frac{n}{B_c}\right) \quad (11.II)$$

يمكن تحديد مجال تآفال الانودي (مجال الكمون)

$$i = i_0 = i_0 \exp\left(\frac{n}{B_c}\right) \quad (12.II)$$

$$n = -B_a \ln(i_0) + B_a \ln(i) \quad (13.II)$$

بإدخال اللوغاريتم العشري وتعريف ثوابت تآفال لنحصل على:

$$n = a_a + b_a(i) \quad (14.II)$$

$$a_a = -2.303B_a \log(i) \quad (15.II)$$

$$b_a = 2.303B_a \quad (16.II)$$

$$i = i_c = -i_0 \exp\left(-\frac{n}{B_c}\right) \quad (17.II)$$

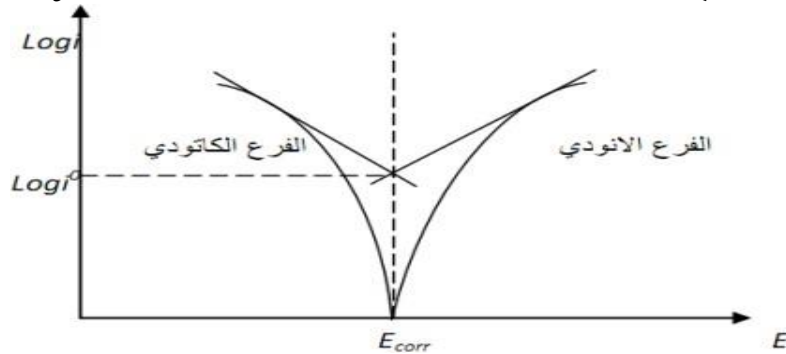
$$n = B_c \ln i_0 - B_a \ln|i| \quad (18.II)$$

ومنه نجد ثوابت تآفال:

$$n = a_c + b_c \log|i| \quad (19.II)$$

$$a_a = 2.303B_c \log i_0 \quad (20.II)$$

$$b_c = -2.303B_c \quad (21.II)$$



الشكل (18.I) منحنى تآفال

III. عموميات حول نبات المورينجا

Morinaga oliveira

III-نبات المورينجا:

III-1-تعريف بالنبات :

شجرة المورينجا من لأشجار المعمرة تمتاز بخصائصها الطبية و الغذائية مشهورة في الكثير من مناطق العالم تحت مسميات مختلفة وذلك نتيجة للاستخدامات الطبية لها عدة أسماء منها ، مثل شجرة الحياة وشجرة اليسر تسمى بشجرة البان [3] ، شجرة الفجل أو الطبل [4] ، كما يشار إلى الشجرة باسم " شجرة الحياة " أو " الشجرة المعجزة " كما عرفت لدى العرب بـ " شجرة الحب و"غصن البان" لطولها ، والمعروفة علميا بـ:" المورينجا أوليفيرا" (*Moringa oleifera*) كانت هذه الشجرة معروفة لدى قدماء المصريين حيث أشار الباحث البريطاني ماكس حسونة خلال ندوة نظمها المركز القومي للبحوث الزراعية بمصر أن المصريين القدماء كانوا يستخدمونها في إستخراج زيت المورينجا الذي يعادل في قيمته الغذائية وخواصه زيت الزيتون ،هي من عائلة لنباتات المزهرة ، وتنتمي إلى عائلة أحادي الجنس للأشجار و الشجيرات الذي يضمن حوالي 13 نوع [5،1،2]

III-2- الوصف المورفولوجي لنبات المورينجا (*Moringa oleifera*)

يتراوح علوها ما بين (6-15م) ، وقطرها ما بين (20-40 سم) تتميز بخشب لين نسبيا يختلف من ناعم إلى خشن الملمس ، وتكون عادة غير متشققة وهي أشجرة أغصانها خضراء ، بشكل عام تنمو الفروع بصورة غير منتظمة وعلى شكل مظلة شمسية ، تسقط أوراقها من (ديسمبر - جانفي) وموسم الإزهار يمتد من (جانفي - مارس) وتنضج الثمار من (أفريل - جوان) كل الأجزاء في النبتة مهمة ، الجذور ، البذور (الفاكهة) ، الأزهار، قشور البذور [7،6]



الشكل (19.I) صورة فوتوغرافية لنبات المورينجا

ولديها:

الفصل الأول عموميات حول نبات المورينجا

الجذع: الجذع المستقيم بشكل عام ، لكنه في بعض الأحيان يكون مختلف جدا ، يصل ارتفاعه من 1.5 إلى 2 متر قبل أن يتفرع ، قد يصل في بعض الأحيان إلى 3 أمتار . اللحاء ناعم مع عدسات كبيرة ، ذو لون رمادي غامق أرجواني [8]

الفروع: تنمو الفروع بشكل غير منتظم وتشكل كالمظلة [9]

الأوراق: تتطور الأوراق بشكل رئيسي في الجزء الطرفي للفروع ، يبلغ طولها من 20 إلى 70 سم ، تكون مغطاة بالرمادي في الأسفل ، ولها سويقات طويلة من 8 إلى 10 أزواج من الريشات وتتكون كل منهما من زوجين من الريشات المتقابلة ، بالإضافة إلى واحدة في القمة تكون بيضاوية الشكل ، وطولها يتراوح ما بين 1 إلى 2 سم [10]



الشكل (20.I) صورة لأوراق نبات المورينجا

الأزهار: بعد 8 إلى 12 شهرا، تبدأ الشجرة بالأزهار باستمرار على طول السنة [11] ، تعطي رائحة طيبة ، تكون بيضاء مصفرة اللون ، مع وجود نقاط صفراء في القاعدة [9] ، تحمل على سيقان رفيعة طولها 10-25 سم وعرضها 2 سم . الزهرة مكونة من خمس أوراق كاسية وخمس أوراق توجية تحيط بخمس أسدية Stamens وخمس Staminods ومدقة مكونة من مبيض [12]



الشكل (21.I) صورة فوتوغرافية لأزهار نبات المورينجا

الثمار: عبارة عن كبسولات ثلاثية الفصوص وغالبا ما يشار إليها باسم القرون ، وتنقسم إلى ثلاثة أجزاء بالطول من 20 إلى 50 سم وتصل في بعض الأحيان إلى 1متر فأكثر ، وعرضها من 2 إلى 2.5 سم

الفصل الأول عموميات حول نبات المورينجا

القرون الغير ناضجة خضراء اللون تتحول إلى اللون البني عند النضج تكون متدلية ، مثلثية . تحتوي كل ثمرة على حوالي 26 بذرة خلال مراحل نموها ، يحدث إنتاج الثمار بشكل رئيسي في مارس وأبريل [12]

	
الشكل (23.I) صورة لثمار (قرون) نبات المورينجا بعد النضج	الشكل (22.I) صورة لقرون نبات المورينجا قبل النضج

البذور (الحبوب): نجد الحبوب الجافة الناضجة بالكامل مستديرة أو مثلثة الشكل ، والنواة محاطة بقشرة خشبية فاتحة مع ثلاثة أجنحة [13] . متوسط وزن الحبة هو 0.3 غرام وكل شجرة يمكن أن تنتج حوالي 15000 إلى 25000 حبة في السنة [14]



الشكل (24.I) صورة لبذور نبات المورينجا

الفصل الأول عموميات حول نبات المورينجا

الجدور: عبارة عن درنات مع قطع جانبية متفرقة ، تمتلك رائحة مميزة ، الأشجار المزروعة بواسطة البذور تكون جذر عميق وقوي مع مجموعة مع الجذور الجانبية السمكية [15]



الشكل (I.25) صورة لجذور نبات المورينجا

اللحاء و الخشب: عادة ما يكون لحاء الشجرة مائل للصفرة، مع عدسات كبيرة، ذو لون رمادي سميك، ناعم ومشقوق، أما الخشب فيكون ناعم [16]

III-3- التصنيف المورفولوجي لنبات المورينجا

يوضح الجدول الموالي التصنيف والتسمية العلمية لنبات المورينجا

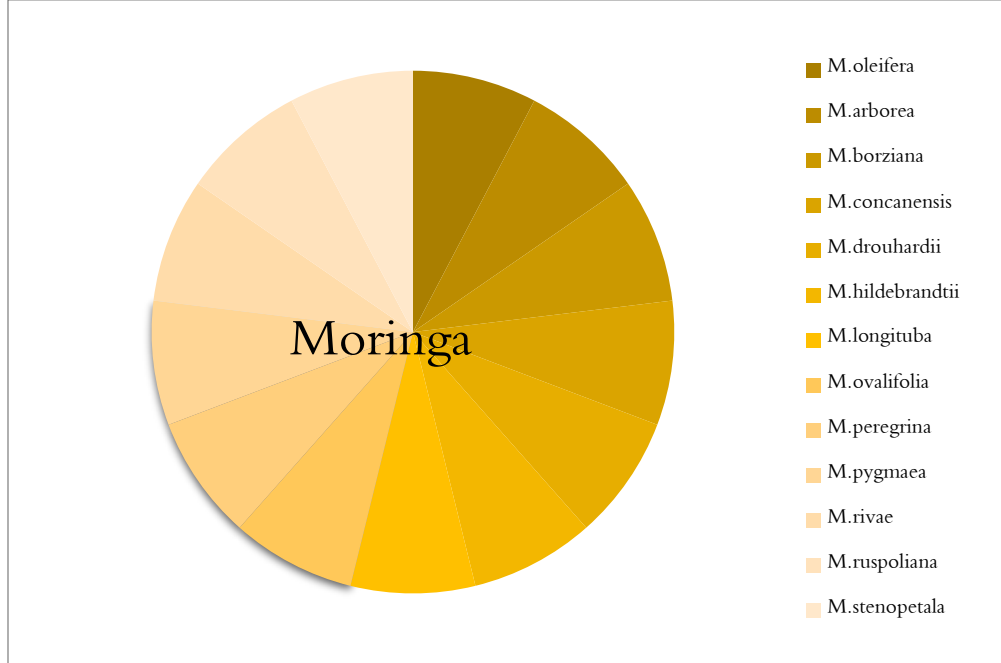
الجدول (I.1): التصنيف والتسمية العلمية *Moringa oleifera* [17]

4- أنواع

Règne	Plantae	نباتي	المملكة
Sous – règne	Tracheobionta	النباتات الوعائية	تحت المملكة
Embranchement	Spermatophyta	البذريات	الشعبة
Sous- embranchement	Magnoliophyta	النباتات المزهرة	تحت الشعبة
Classe	Eudicots	ثنائيات الفلقة	القسم
Sous – classe	Rosids	وردانيات	تحت القسم
Order	Brassicales	الكرنابيات	الرتبة
Familly	Moringaceae	مورينجية	العائلة
Genre	<i>Moringa</i>	المورينقا	الجنس
Espèce	<i>Moringa oleifera</i>	مورينجا اوليفيرا	النوع

III- المورينجا

الشكل (26.I) يمثل دائرة نسبية توضح أنواع المورينجا



III -5- الأسماء الشائعة :

الجدول أدناه يوضح الأسماء الشائعة ل *Moringa oleifera*

الجدول (2.I): الأسماء الشائعة ل *Moringa oleifera* [21]

البرتغالية	الهندية	الفرنسية	الإنجليزية	العربية
<i>Moringa</i>	Saguna	Moringa a´ graineailèe	Drumsick	الحبة الغالية
Moringueiro	Sainjna	Morungue	Tree	شجرة اليسر
			Horseradish	البان الزيتوني
			Tree	الشجرة المعجزة
			Ben tree	(صديقة الفقراء)
				شجرة عصا الطبل
				شجرة فجل
				الحصان
				شجرة الرواق
				شجرة النوم البري
				شجرة الحياة

III-6- الأصل والتوزيع الجغرافي

الموطن الأصلي للمورينجا هو شبه القارة الهندية ، وأصبحت منتشرة في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية [22] توجد في منطقة جنوب آسيا لاسيما سفوح جبال الهمالايا ، وقد نمت وتجنست في بلدان أخرى مثل باكستان، أفغانستان ، بنغلادش وشرق غرب إفريقيا ، كما تنتشر في جميع أنحاء الهند الغربية ، من المكسيك إلى بيرو بارجواي والبرازيل [23]



الشكل (27.I) صورة توزيع نبات *Moringa oleifera* في العالم باللون الأخضر [15]

III-7- المكونات الكيميائية :

تحتوي المورينجا بشكل أساسي على التيربينات ، القلويدات، المركبات الفينولية ، الأحماض الأمينية ، الستيرويدات و الكربوهيدرات ، بالإضافة إلى ذلك فهي غنية بالمركبات التي تحتوي على السكر العادي (Rhamnose)، وهي غنية بمجموعة فريدة من المركبات تسمى glucosinolate و isothiocyanate [23,24]

III-8- القيمة الغذائية

تستهلك الثمار الناضجة بإعتبارها من الخضروات ويمكن طهيها مثل قرون الفاصوليا وباعتبارها من الخضروات الإستوائية و مصدر ممتاز للبروتينات التي تتراوح نسبتها بين 19% و 35% ، و تحتوي على نسب كبيرة من مختلف أنواع الفيتامينات (A,B,C,D) . وهي غنية بالمعادن (الحديد ، الكالسيوم ، الزنك ، السيلينيوم) إضافة إلى إحتوائها على بيتا كاروتين والأحماض الأمينية والمركبات الفينولية والسكريات [27,26,25]

III9- -- إستخدامات نبات المورينجا :

III-9-1- في المجال الطبي والصيدلاني :

استخدمت منذ فترة زمنية طويلة من قبل الأفارقة و الهنود ، وتعزى أهميتها في علاج أكثر من 300 مرض مختلف [28] ينتج من أوراق وثمار المورينجا أكثر من ستين منتجا دوليا وأربعين مكملا غذائيا في أمريكا وأوروبا واليابان والصين وفي كثير من دول العالم [39] بالنسبة للأوراق لديها العديد من الأنشطة البيولوجية ،مضادة لتصلب الشرايين ، مضادة للأكسدة ، منع الاضرابات القلبية ، مضادة للتخثر [29]وعلاوة على ذلك فقد استخدمت لعلاج الملاريا ، ارتفاع ضغط الدم والربو [30]من ناحية أخرى وجد أن تناول بذور المورينجا يمكن أن يؤخر نمو الأيام السرطانية وزيادة العمر الافتراضي للمريض ، علاج الروماتيزم ، التهاب المفاصل ، التشنج ، الأمراض المنقولة جنسيا ، مضادة للميكروبات والالتهابات [31,32,33] أما الثمار فهي تعالج مشاكل الكبد والإسهال والطحال وألام المفاصل [32]وجدت [3] أن نبات المورينجا غني بفيتامينات A أو بيتا كاروتين ، لذلك فهي تقاوم مرض العمى كما أنها مغذية للعين ، غنية بالأحماض الدهنية.

III-9-2- في المجال مستحضرات التجميل:

تدخل أوراق المورينجا في صناعة الصابون والمرام ، وفقا للدراسات التي نشرتها منظمة ECHO الغير الحكومية ، يمكن استخدام زيت المورينجا في صناعة مستحضرات التجميل لقدرته على امتصاص المواد المتطايرة والاحتفاظ بها ، فهي تشارك في تثبيت العطور [34]

III-9-3- في مجال معالجة المياه:

تستخدم بذور المورينجا لمعالجة المياه بفضل ثراءها على متعدد الكاتيونات النشطة تستخدم على أنها متعدد البيبتيدات الطبيعية السامة والتي تحل المواد الغروية وتسبب ترسيب الجزيئات المعدنية والعضوية [9,39,37,36,35]

الجانب العملي

الفصل الثاني: الأدوات وطرق العمل
والاختبارات الفيتو كيميائية

الفصل الثاني الأدوات وطرق العمل والاختبارات الفيتوكيميائية

تم إجراء العمل في مخبر مركز التحاليل الفيزيائية والكيميائية (CRAPC) بورقلة باستعمال الأدوات والمواد والأجهزة الآتية ذكرها:

I- الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة:

I-1- الأدوات :

جدول (1.II) الأدوات المستعملة

قمع	الأدوات المستعملة
مخبر مدرج (V=100ml)	
أوراق زجاجية كاشطة (80.100.120.160.180.200.220.240.280.300.360.400.480.520.600.800.1000.2000.3000)	
القدم القنوية	
بيشر (v=100ml)	
ورق ترشيح	
أرلين ماير	
حوجلة (Δm=0.001) (v=500 ml)	
سحاحة	
ماصة (50ml)	

I-2- المواد المستعملة :

جدول (2.II) المواد المستعملة

المواد المستعملة	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية	درجة النقاوة
الماء المقطر	/	/	/
مسحوق المورينجا (<i>Moringa oleifera</i>)	/	/	/

الفصل الثاني الأدوات وطرق العمل والاختبارات الفيتوكيميائية

99.95%	88.148g/mol	C ₅ H ₁₂ O	كحول iso amylique
95.98%	35.0065g/mol	NH ₄ OH	محلول النشادر
98.99%	24.305g/mol	Mg	مغنيزيوم
99.97%	46.06g/mol	C ₂ H ₆ O	ايتانول
98.89%	119.38g/mol	CHCl ₃	كلوروفورم
98.96%	162.2g/mol	FeCl ₃	ثلاثي كلوريد الحديد
99.98%	98.079g/mol	H ₂ SO ₄	حمض الكبريت
98.97%	46.068g/mol	C ₂ H ₅ OH	كحول الايثيلي
96.99%	60.052g/mol	CH ₃ COOH	حمض الخل

I-3-الأجهزة المستعملة:

جدول (3.II) الأجهزة المستعملة

نوعه	جهاز الطحن	الأجهزة المستعملة
EL MASOC	جهاز التسخين	
ENIEM	ثلاجة	
OHAUS	ميزان حساس	
IKA KS 3000	جهاز التبخير الدوراني	

II: تحضير النبتة واختباراتها :

II-1-جني النبات:

قمنا بجني النبات من بلدية تبسبست الواقعة في وسط ولاية تقرت في يوم الخميس 24 نوفمبر 2022 على الساعة 09 و50 دقيقة و 35 ثانية التي تبعد عن ولاية ورقلة ب 180 Km

II-2-التجفيف :

عملية التجفيف تكون أفضل للاستخلاص ولهذا قمنا بتجفيف النبتة وفق المراحل التالية

- نقوم بإزالة أجزاء الميتة والشوائب من النبتة
- نقوم بتجزئتها من اجل توقيف العمل الإنزيمي ودالك بفصل الجزء الهوائي عن الجزء الأرضي والأوراق عن الأزهار
- يتم تجفيفها في أماكن بعيدة عن الشمس والرطوبة وجيدة التهوية وتقليبها من حين لآخر للحصول على تجفيف جيد لكافة أجزاء النبتة كما يستحسن وضعها على أوراق أو قطع خشبية

II-3-الطحن :

نقوم بطحن العينة مع تفادي الطحن الدقيق لتعذر إجراء الترشيح لاحقا تحتفظ بعد ذلك بالمسحوق النباتي إلى حين استعماله حيث قسمت النبتة إلى قسمين جزء لاستخلاص المثبط وجزء للاختبارات الفيتو كيميائية الأولية .



الشكل(II.3) صورة المسحوق

الشكل (II.2)صورة نبتة

الشكل (II.1) صورة جهاز الطحن

قمنا بمجموعة من الاختبارات الكيميائية الأولية من أجل حصر وتحديد نسبة مختلف المواد الفعالة التي توجد في النبتة والتي نلخصها فيما يلي :

II-4-1- اختبار الكشف عن الفلافونيدات:

نقوم بتقيع (10g) من المسحوق النباتي الجاف في (150 ml) من حمض كلور الماء المخفف لمدة 24h ثم نرشحه بعدها نحفظ الرشاحة .

II-4-2-الاختبار العام للفلافونيدات:

نعاير حجم من الراشح المحصل عليه بواسطة محلول النشادر معايرة مترية (أي مراقبة الـ pH بواسطة جهاز ال متر عندما يصبح الوسط قاعدي نلاحظ ظهور لون اصفر فاتح يدل على وجود الفلافونيدات

II-4-3-اختبار الفلافونيدات الحرة:

نأخذ (5ml) من الراشح المحصل عليه ونضعه في أنبوب اختبار ونضيف له (2,5ml) من كحول ايزو اميليكي (alcoholisoamylique) بعد عمليتي الرج والتوازن نلاحظ تلون الطور الكحولي (الطور العلوي) بلون اصفر هذا يدل على وجود الفلافونيدات الحرة

II-4-4-اختبار الفلافونيدات الجلايكوزيدية:

نأخذ (5ml) من الراشح المحصل عليه ونضعه في أنبوب اختبار ونضيف له كمية قليلة من المغنيزيوم ونرجه جيدا بعد مدة نلاحظ ظهور لون احمر دلالة على وجود الفلافونيدات الجلايكوزيدية.

II-4-5-اختبار الكشف عن الكاردينوليدات:

نقوم بنقع (1g) من المسحوق النباتي في الماء المقطر لمدة (20-30) دقيقة ثم نرشحه بعدها نجري عملية الاستخلاص سائل -سائل بواسطة (10ml) من خليط الكلوروفورم و الايثانول الطور العضوي المحصل عليه ييخر والراسب الناتج يذاب في (3ml) من حمض الخل (acideacétique) ثم نضيف له قطرات من ثلاثي كلوريد الحديد $FeCl_3$ بعدها نضيف قطرات من حمض الكبريت (H_2SO_4) فنلاحظ تلون الطور الحمضي بلون اخضر مزرق دلالة عن وجود الكاردينوليدات.

II-4-6-اختبار الكشف عن العفصيات:

نقوم بنقع (10g) من المسحوق النباتي في الكحول الايثيلي (50%) مدة 30دقيقة ثم نرشحه الراشح المحصل عليه نضيف له قطرات من ثلاثي كلوريد الحديد بعد مدة نلاحظ ظهور اللون الأخضر دلالة على وجود العفصيات

II-4-7-اختبار الكشف عن السيترولولات غير مشبعة والترينينات:

نقوم بنقع (5g) من المسحوق النباتي ونضعه في (20ml) من الكلوروفورم مدة 30دقيقة ثم نرشحه نسكب الراشح المتحصل عليه في أنبوب اختبار ونضيف له (1ml) من حمض الكبريت بحدز على جدار أنبوب نلاحظ ظهور اللون الأخضر الذي يتحول بعد مدة إلى اللون الأحمر في الطبقة ما بين الطورين دلالة على وجود السيترولولات غير مشبعة والترينينات

II-4-8-اختبار الكشف عن الصابونيزيدات:

تأخذ (2g) من المسحوق النباتي ونضعه في (80ml) من الماء المقطر ونسخنه لمدة 15 دقيقة بعدها نرشحه ونبرد الراشح نسكب هذا الراشح في أنبوب اختبار ونرجه جيدا ثم نتركه لمدة زمنية معينة نلاحظ ظهور رغوة تبقى لمدة 15 دقيقة دلالة على وجود الصابونيات

II-4-9-اختبار الكشف عن السيترويدات:

نقوم بنقع (5g) من المسحوق النباتي في (20ml) من الكحول الايثيلي (70%) لمدة 30 دقيقة ثم نرشحه بنخر الراشح أما الراسب فيذاب في (20ml) من الكلوروفورم ثم نرشحه مرة ثانية للتخلص من الشوائب فنحصل على راسح يقسم إلى قسمين:

II-4-9-1-القسم الأول : نسكبه في أنبوب اختبار ونضيف له (1ml) من حمض الخل ثم نضيف له (1ml) من

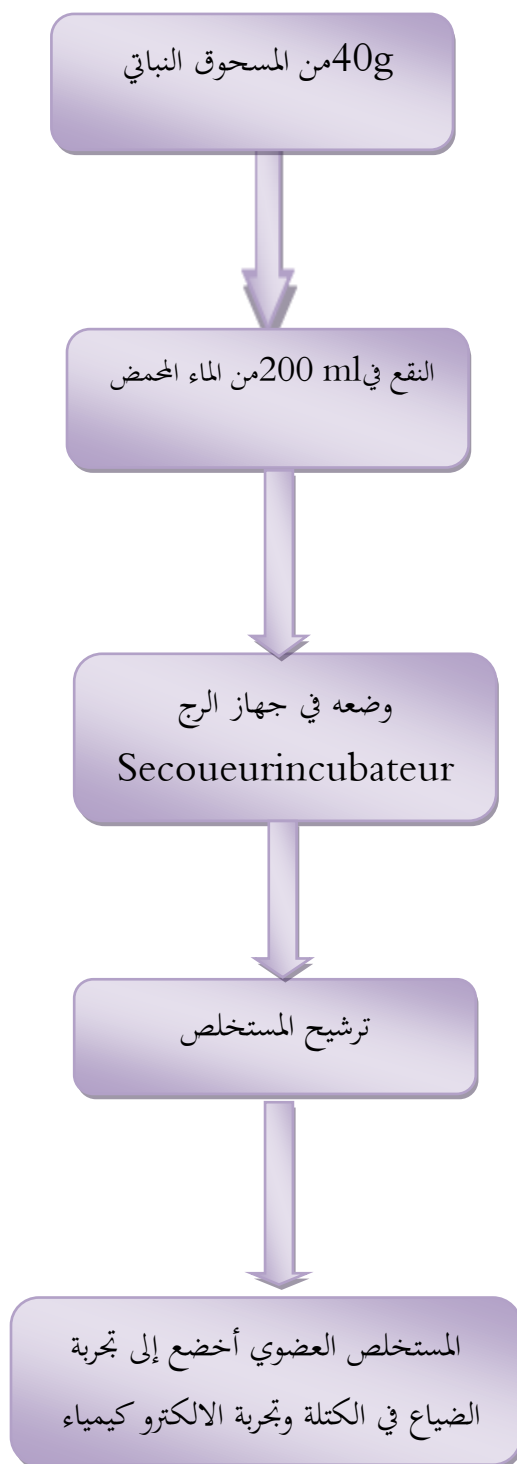
حمض الكبريت بجذر على جدار الأنبوب عدم ظهور اللون الأخضر دليل عن عدم وجود السيترويدات غير المشبعة

II-4-9-2-القسم الثاني: نسكبه في أنبوب اختبار ونضيف له حجم متساوي من حمض الكبريت بجذر على جدار

الأنبوب ظهور اللون الأصفر الذي يتحول إلى اللون الأحمر دليل على وجود مشتقات السيترويدات

II-5.استخلاص المثبط:

قمنا بوزن 20g من مسحوق نبات المورينجا . ثم وضعه في 200ml من الماء الحمض ثم تركه مدة 24 ساعة في جهاز الرج Secoueurincubateur تحت درجة حرارة 40 درجة مئوية بعد 24 ساعة قمنا بترشيح المحلول المحصل عليه بالقطن وذلك من أجل تسهيل عملية الترشيح (لنزع قدر جيد من مسحوق النبات (الرشاحة) ثم نقوم بالترشيح باستعمال ورق الترشيح فتحصلنا على سائل وهو المستخلص الذي باشرنا العمل به .



مخطط (1.II) يوضح استخلاص المثبط من نبات المورينجا

III-1- تحديد الشروط التجريبية للطريقتين المستعملتين

الفولاذ المستعمل:

التجارب أجريت على عينات من الفولاذ الكربوني XC60 قطعت بطريقة ميكانيكية على البارد حيث تم الكشف عن تركيبته في المخبر كما موضحة في الجدول التالي (9):

المكونات	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
نسبة تواجدها	<0.100	<1.26	<0.018	<0.004	<0.180	<0.01	<0.04	<0.03
	Al	Cu	V	Nb	B	Ti	Ca	
	<0.040	<0.031	<0.000	<0.001	<0.0028	<0.334	<0.18	

الجدول (4.II) يوضح مكونات الفولاذ الكربوني XC60

تحضير الوسط الآكال (المحلول الكتروليتي) :

يحدث التآكل على أساس التفاعلات التي تحدث بين المعدن والوسط المحيط به ولهذا قمنا بدراسة تأثير السلوك الفولاذ الكربوني XC60 في الوسط الحمضي (HCL)

تم تحضير المحلول الالكتروليتي (HCL, 1M) باستخدام الماء المقطر و ذلك لتفادي تأثير أي شوارد مثل شوارد الكلور

III-2- دراسة طريقة ضياع الكتلة (فقدان الوزن) :

ترتكز هذه الطريقة على التغير في وزن العينة حيث يتم وزن العينة قبل وبعد غمسها في المحلول الالكتروليتي حيث استعملنا

- ميزان حساس بدقة مقدارها 0.0001

- بيشر بسعة 100 ملل

- قدم قنوية لقياس أبعاد القطع المستعملة

- أوراق كاشطة تحمل الأرقام التالية 3000, 2000, 1500, 1200, 1000

المواد المستعملة :

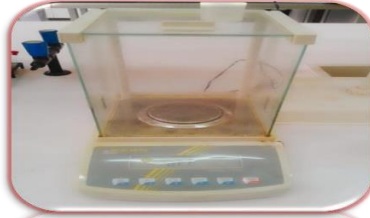
المواد	الصيغة	درجة النقاوة
حمض كلور الماء	HCL	38-37 %
الأسيتون	$(CH_3)_2CO$	نقي
ماء مقطر	H_2O	/
الفولاذ الكربوني	/	/

III-2-1- تهيئة عينة الفولاذ:

يتم تحضير سطح العينة وتهيئته قبل غمسه في المحلول الالكتروليتي وفق عملية الصقل الميكانيكي فحالة السطح مرتبطة ارتباط وثيق بالنتائج



الشكل (II.6) صورة للقدم القنوية الالكترونية



الشكل (II.5) صورة للميزان الحساس



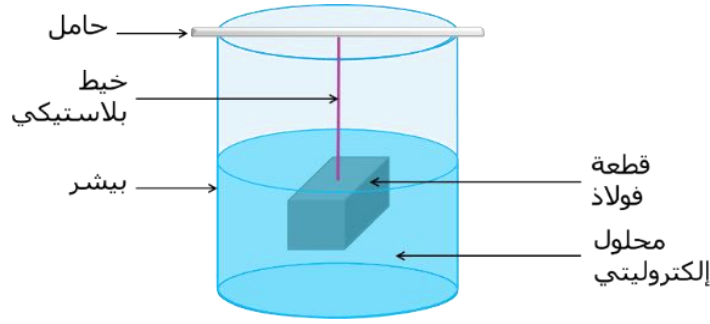
الشكل (II.4) صورة لقطعة الفولاذ

يتم تحضير الفولاذ الكربوني المستعمل عن طريق الخطوات التالية:

قطع العينة في ظروف باردة حيث شكل القطع كان عبارة عن متوازي المستطيلات ويتم صقل عينات الفولاذ بواسطة الأوراق الكاشطة بالتدرج من الرقم الأدنى إلى الأعلى 1000, 1200, 1500, 2000, 3000 حتى الحصول على سطح لامع كالمرآة بحيث أثناء عملية الصقل يصب الماء المقطر على الورقة الكاشطة وذلك للتخلص من الحرارة المنطلقة من المعدن. تغسل العينة بالماء المقطر ثم تجفف ثم تمسح بالقطن وتبلل بالأسيتون لتنظيفها وإزالة المواد الدهنية العالقة بها من البيدين أو من المنطقة المحيطة بها.

III-2-2-دراسة التآكل في غياب المثبط:

تأخذ وزن العينة ومساحتها قبل غمرها في المحلول الحمضي يتم غمسها في 60ملل من المحلول الحمضي وبعد مدة زمنية يتم إخراج العينة من المحلول تغمس مرة ثانية في الماء المقطر للحظات ونحففها ثم نزنها من جديد ليتم تحديد مقدار الخسارة في الكتلة



الشكل (7.II) التركيب التخطيطي لتجربة الضياع في الكتلة

III-2-3-دراسة التآكلي وجود المثبط:

تكرر نفس العملية السابقة لكن مع إضافة المثبط للوسط بتراكيز حجمية (V/V):
0.5% ; 1% ; 1.5% ; 2% ; 2.5% ; 3% ; 3.5% ; 4% ; 4.5%.

حيث (HCL/V_{extre})



الشكل (8.II) صورة تمثل طريقة الضياع في الكتلة في وجود المثبط

تتم حساب سرعة التآكل بطريقة ضياع الكتلة :

بالعلاقة التالية :

$$V_{corr} = \Delta m / S \cdot t$$

حيث زمن الغمس يكون بالثانية (S) أو بالدقيقة (min) أو الساعة (h) أو السنة (ans)

S:المساحة الكلية للعينة ووحدتها cm^2 سم

$$S = 2(L * D + L * H + D * H)$$

ويمثل كل من H:سمك D, العرض , Lالطول

Δm :تغير في الكتلة قبل وبعد الغمس وتأخذ ب الغرام (g)

تحويل من $cm^2 \cdot min$ الى mm/ans بالعلاقة :

$$mm/ans = k \cdot g(cm^2 \cdot min)$$

الثابت : $k=673846.1538$

وتم حساب نسبة التثبيت حسب طريقة الضياع في الكتلة :

بالعلاقة التالية :

$$R\% = ((V_0 - V) / V_0) * 100$$

R%: مردود التثبيت .

V₀: سرعة التآكل في غياب المثبط .

V: سرعة التآكل في وجود المثبط .

III-2-4-تحديد زمن الاتزان للفلواذ بطريقة فقدان الوزن في الوسط الحمضي :

لتحديد زمن الاتزان قمنا بإجراء التجربة وتكرارها في عدة مرات بتغيير في الزمن بدأنا بأقل دقائق إلى أعلى (5,10,15,.....50min) فحيث تم تحديده بنصف ساعة للغمس (30min) لأن في هذا الزمن حدث تآكل كبير للعينة وهذا من خلال مقارنة التجارب التي أجريت في أزمنة مختلفة الموضحة في الجدول (III-2) .

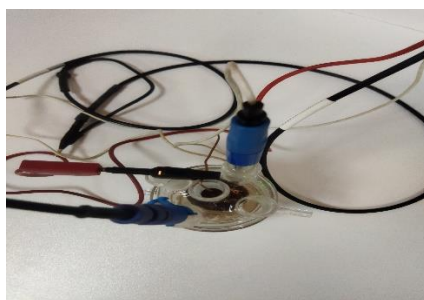


الشكل رقم (9.II) : صورة فوتوغرافية لجهاز Potentiostat من نوع PGZ 301

تمكننا ها الطريقة من تحديد فعالية مثبط ما , وذلك من خلال تعيين تيار التآكل (في وجود المثبط وغيابه) بتغيير فرق الجهد الإلكترود العمل , ثم قياس كثافة التيار المار في هذا الأخير وكل هذا برسم منحنيات الاستقطابية ومنحنيات تفاعل Tafel ويتم الحصول على هذه المنحنيات بواسطة نظام تجريبي يتكون من

جهاز potentiostat من نوع PGZ 301:



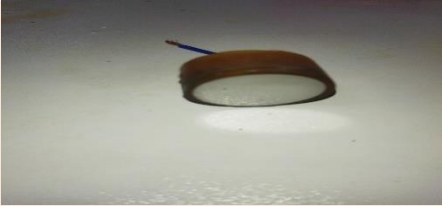
متصل بجهاز كومبيوتر مزود ببرنامج من نوع " Voltmaster 4 " وموصول من جهة أخرى بخلية إلكتروكيميائية وهي عبارة عن خلية زجاجية ثلاثية الإلكترود ذات حجم 25 ml , تحتوي على غطاء به خمس فتحات إحداهن لإدخال إلكترود العمل والباقية لإدخال إلكترود المساعد والمرجعي والملحقات كالمحرار



الشكل (10.II): صورة فوتوغرافية للخلية

الفصل الثاني الأدوات وطرق العمل والاختبارات الفيتوكيميائية

وباستعمال الالكترودات موضحة في الجدول التالي :

الالكترود	تعريفه	صورة موضحة
الالكترود المساعد (CE)	يكون من البلاتين وتقدر مساحته ب 1cm^2 يسمح بمرور التيار الكهربائي	
الالكترود المرجع	هو عبارة عن إلكترود من الكالومال المشبع بكلوريد البوتاسيوم KCL يأخذ وضعيته في الخلية عن طريق الفتحات الموجودة في غطاء الخلية ومجال التيار الذي يتحمله من -25mv إلى 25mv وكذلك يتحمل درجة حرارة أقصاها 60C°	
إلكترود العمل (ET)	هو عبارة عن قطعة من الفولاذ الكربوني X60 أسطوانية الشكل مساحة سطحه على الحامل 3cm^2 تثبت على حامل من البلاستيك	

الجدول (5.II) يمثل الالكترودات المستعملة في دراسة الطريقة الالكتروكيميائية

حيث يمكننا جهاز من رسم المنحنيات التالية :

- منحنيات الاستقرار $E=f(t)$ وتمثل تغير التوتر بدلالة زمن الغمس المختار
- منحنيات الاستقطاب $i=f(t)$ وتمثل تغير التيار بدلالة التوتر
- منحنيات تافال $\log i=f(E)$ وترسم من خلال منحنى الإستقطاب

La chronopotentiometrie: وهي تمكن من رسم منحنى الإستقرار $E=f(t)$ حيث يتم قياس كمون مسرى العمل بالنسبة للمسرى المرجعي خلال مدة زمنية وحيث التيار معدوم (دائرة مسرى العمل والمسرى المساعد مفتوحة) , وهذا المنحنى يعطينا فكرة عن مدى ثبات الفولاذ الكربوني المستعمل في الوسط الأكال في غياب التيار

La voltamètre: والتي تمكن من رسم منحنى الإستقطاب $i=f(E)$, ومن بين معطياتها مجال المسح من -200 إلى 800 وسرعة المسح 30 mv/ mim قبل البدء بالعمل التجريبي كان لابد من المرور بالخطوات التالية :

تحضير العينة :

لتحضير العينة لابد من أن نمر بعدة مراحل :

- ✓ قطع العينة في ظروف باردة
- ✓ قطع العينة على شكل قرص مساحته 3 سم²
- صقل العينة بواسطة الأوراق الكاشطة تحت تدفق الماء بالتدرج من الرقم الأدنى إلى الأعلى 1000 1200 1500 2000 3000 حتى الحصول على سطح لامع كالمرآة
- ✓ تغسل العينة بالماء المقطر ثم تجفف ثم تمسح بعد ذلك بالقطن المبلل وتبلل بالأستون لتنظيفها جيدا

اختيار سرعة المسح بدقة :

انطلاقا من التجارب التي قمنا بها في المجال المختار للكمون تبين لنا بأن سرعة المسح المثلى هي 30 mv/mim وهي تسمح بالحصول على منحنيات دقيقة و واضحة

مدة غمر العينة :

وقد اخترنا 30 دقيقة وهي مدة كافية لتحصل على استقرار مرضي للجهد الحر وهو جهد إلكتروود العمل مقاسا بالنسبة للإلكتروود المرجعي وهي نفسها مدة الغمر التي تحصلنا عليها في طريقة فقدان الوزن .

المجال المختار :

تم اعتماد المجال $[-200\text{mv} , -800]$ في رسم المنحنيات وذلك بعد القيام بعدة تجارب وكذا الاعتماد على الدراسات سابقة لبعض الباحثين في هذا الميدان كذلك على أساس :

✓ مدى تحمل الإلكترود المرجعي للتيار خاصة بدون مثبت

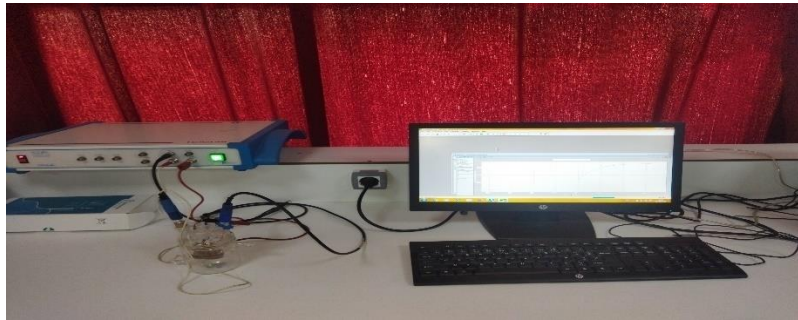
✓ مجال أكبر من 120 mv وذلك من أجل تطبيق قانون Tafel

✓ التيار في هذا المجال يمر بالصففر

✓ اختيار المجال يرجع لفعالية الزوج مؤكسد / مرجع $\text{Fe} / \text{Fe}^{+2}$

يتم ضبط هذه الشروط التجريبية على جهاز الكمبيوتر وبعد تحير العينة والمحلل نقوم بإدخال إلكترود العمل ونسكب المحلول المخضر في الخلية ثم نضغط على مفتاح البدء مباشرة بعد الانتهاء من السكب تنطلق التجربة ويبدأ الجهاز برسم منحنى الإستقرارية $E=f(t)$ ، ثم يليه رسم المنحنى الاستقطابية $i=f(t)$ وبعدها نحصل على منحنى Tafel $\log(i)=f(t)$ وهذا الأخير يعطينا عدة قيم كهربائية مهمة وهي:

- الجهد عندما التيار يساوي الصففر $E(i=0)$
- مقاومة الاستقطابية R_p
- تيار التآكل $i_{c,00}$
- ميل المماس للفرع الأنودي للمنحنى Ba
- ميل المماس للفرع الكاتودي للمنحنى Bc
- معامل الإرتباط C_R وقيمه تتراوح بين الصففر و الواحد
- سرعة التآكل $V_{c,00}$



الشكل (11. II): التركيب التجريبي للطريقة الإلكتروكيميائية.

الفصل الثالث: النتائج

والمناقشة

I- نتائج الاختبارات الفيتو كيميائية:

من خلال دراستنا للاختبارات الفيتو كيميائية الأولية لنبات المورينجا التي تم اختبارها لاحظنا تواجد أغلب المواد الفعالة التي تم اختبارها بنسب جيدة في النبتة كالفلافونيدات العامة والحرة و العفصيات وكذا مشتقات السيترولولات و الكاردينوليدات إلا أنه سجلنا غياب لبعض العناصر المتمثلة في السيترولولات الغير مشبعة والترينينات والفلافونيدات الجلاليكوزيدية وعموما نستنتج أن النبتة غنية بالمواد الفعالة كما موضح في الجدول التالي:

جدول (1.III) نتائج الاختبارات الفيتو كيميائية الأولية:

المادة الفعالة	النبتة (الأوراق + الأغصان + الزهور)
الفلافونيدات العامة	+
الفلافونيدات الحرة	+
الفلافونيدات الجلاليكوزيدية	-
العفصيات	+
السيترولولات الغير مشبعة والترينينات	-
الصابونيزيدات	+
السيترولولات غير مشبعة	+
مشتقات السيترولولات	+
الكاردينوليدات	+

(+) تواجد المادة الفعالة

(-) غياب المادة الفعالة

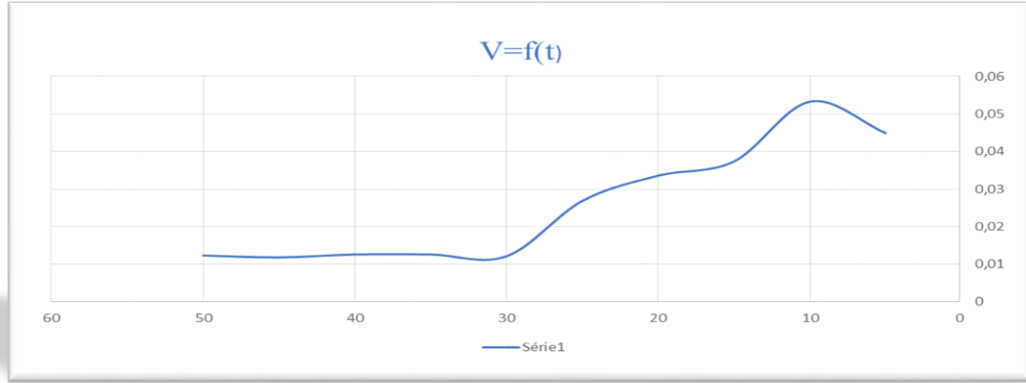
II- دراسة التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

أولا في غياب المثبط:

قمنا بدراسة التآكل وذلك بالتغيير في الزمن وتثبت الشروط الأخرى حيث سجلنا ارتفاع في سرعة التآكل عند الأزمنة 5,10min ثم بدأت تتناقص بمرور الزمن إلى أن استقرت عند الزمن حيث بلغت 0.01216 وعليه تم اختيار زمن 30min للجدول (2.III) والشكل (12.III) يلخص انذاك كلاتي:

T min	(g)m1	(g)m2	Δm	L	D	H	S cm ²	V * 10 ⁻⁸ (g/cm ² .min)	V _{corr} (mm/an)
5	18.8149	18.8149	0.0004	2.5	1	1	1200	6.6666	0.0449
10	18.4168	18.4160	0.0008	2.5	1	1	1200	6.6666	0.0533
15	19.8471	19.8463	0.0008	2.5	1	1	1200	4.4444	0.0374
20	18.8109	18.8098	0.0011	2.5	1	1	1200	4.5833	0.0336
25	18.5336	18.5325	0.0011	2.5	1	1	1200	3.6666	0.0269
30	18.2033	18.2026	0.0007	2.5	1	1	1200	1.94	0.01216
35	18.2380	18.2370	0.001	2.5	1	1	1200	2.3809	0.01604
40	18.5206	18.5197	0.0009	2.5	1	1	1200	1.875	0.01263
45	19.8606	19.8596	0.001	2.5	1	1	1200	1.8518	0.01185
50	18.5482	18.5473	0.0009	2.5	1	1	1200	1.5	0.01235

جدول (2.III) يمثل تغير سرعة التآكل في غياب المثبط بدلالة زمن الغمر



الشكل (12.III) منحنى يوضح تغير سرعة التآكل في غياب المثبط بدلالة زمن الغمر

حيث يمكن تفسير هذه التغيرات التي تطرأ على سرعة التآكل بما يلي :

كما في سطح المعدن يكون في البداية نشطا تجاه الوسط الآكال، مما ينتج عليه سرعة قصوى للتآكل ثم يأخذ بعد ذلك نشاط المعدن في النقصان يعود ذلك إلى بطء في سرعة التفاعل الكهروكيميائي مع استمرار زمن التعرض بسبب تشكل غشاء أو طبقات حامية على سطح الفولاذ الكربوني المستخدم تعيق من استمرار عملية التآكل الكهروكيميائي تعرف هذه الظاهرة بظاهرة الخمود حيث تشكل طبقة واقية طبيعية

ثانيا في وجود المثبط:

من خلال الدراسة لاحظنا أن المثبط أبدى فعالية متوسطة في التثبيط عند التراكيز الصغيرة كما عند التركيز 1% بلغت نسبة التثبيط 53.3% وعند 1.5% بلغت 25% وقيمة السرعة كانت على التوالي تقدر ب 0.009mm/ans, 0.0056mm/ans لكن تزداد هذه النسبة بزيادة تركيز المثبط فمثلا عند 3% في الوسط كان المردود يقدر ب 69.16% وقيمة السرعة ب 0.0037mm/ans ليصل إلى 86% عند التركيز 4% بينما سجلنا انخفاض في السرعة 0.00187mm/ans وبعدها يبدأ يتناقص ونستنتج أن هناك تناسب طردي بين تركيز المثبط وفعالية التثبيط كلما نقصت سرعة التركيز تزداد فاعلية التثبيط .

ومن جهة أخرى نسجل زيادة في نسبة التغطية السطح حيث بلغت أقصاها في الوسط متزامنة مع نقصان في سرعة التآكل وزيادة في نسبة التركيز المثبط وعليه يمكن تفسير هذه النتائج بامتزاز المثبط (المواد الفعالة بالمستخلص) على سطح المعدن لتشكل طبقة دلالة على تشكيل سطح متجانس فتصبح المناطق المغطاة

الفصل الثالث النتائج والمناقشة

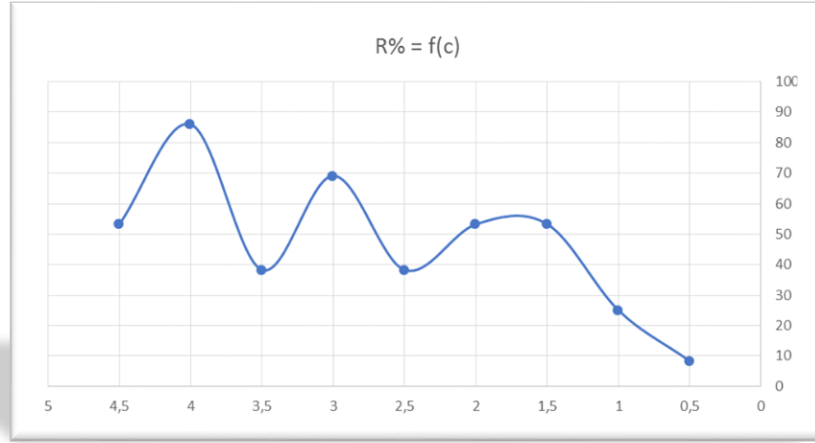
عبارة عن مناطق كاثودية والمناطق الأخرى عبارة عن مناطق أنودية وبهذا تزداد السرعة من جديد وتقل نسبة التثبيت مهما زدنا في تركيز المثبط الجدولين (3.III)(4-III) والشكل (13.III) يوضحان ذلك كالتالي

C %	m1(g)	m2(g)	(g) Δm	S(cm ²)	V(cm/s)*10 ⁻⁸	VCORR(mm/ans)	R%
0.5	18.1983	18.1977	0.0006	1200	1.66*10 ⁻⁸	0.011	8.3%
1	18.2336	18.2333	0.0003	1200	8.33*10⁻⁸	0.0056	53.3%
1.5	18.1961	18.1956	0.0005	1200	1.38*10 ⁻⁸	0.009	25%
2	18.2311	18.2307	0.0003	1200	8.33*10 ⁻⁸	0.0056	53.3%
2.5	18.1935	18.1931	0.0004	1200	1.11*10 ⁻⁸	0.0074	38.4%
3	18.2285	18.2283	0.0002	1200	5.55*10⁻⁸	0.0037	69.16%
3.5	18.4078	18.4074	0.0004	1200	1.11*10 ⁻⁸	0.0074	38%
4	18.4004	18.4003	0.0001	1200	2.77*10⁻⁸	0.00187	86%
4.5	18.7848	18.7845	0.00036	1200	8.33*10 ⁻⁸	0.0056	53.8%

جدول (3.III) يمثل تغير سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط

C%	R%
0.5	8.3%
1	53.3%
1.5	25%
2	53.3%
2.5	38.3%
3	69.16%
3.5	38.3%
4	86%
4.5	53.8%

جدول (4.III) يمثل قيم نسبة التثبيت بدلالة تركيز المستخلص



الشكل (13.III) منحنى يمثل مردود التثبيت بدلالة تركيز المستخلص

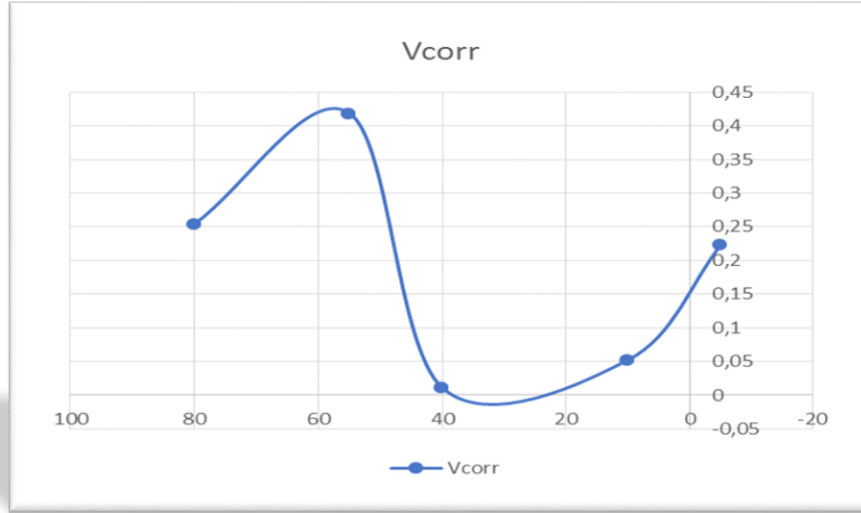
II-3- تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل في غياب المثبط:

II-3-1- في غياب المثبط:

من خلال التغيير في درجات الحرارة لا حضنا زيادة في سرعة التآكل عند درجات الحرارة 10° , 5° - حيث بلغت على التوالي 0.0505mm/ans , 0.0524mm/ans لتتخفف السرعة عند الدرجة 40° حيث بلغت 0.011mm/ans ثم تزداد سرعة التآكل لتصل إلى 0.419mm/ans عند درجة حرارة 55° والجدول (5.III) والشكل (14.III) التالية يلخصان ذلك:

T(mim)	T ^o	m1(g)	m2(g)	ΔM	S(cm2)	V(cm2/S)	Vcorr	R%
30	-5	17.2220	17.2217	0.0012	1200	$3.33 \cdot 10^{-8}$	0.224	Err
30	10	18.3540	18.3512	0.0028	1200	$7.77 \cdot 10^{-8}$	0.0524	Err
30	40	18.4650	18.4644	0.0006	1200	$1.66 \cdot 10^{-8}$	0.011	8.3
30	55	18.3466	18.3446	0.0224	1200	$0.62 \cdot 10^{-8}$	0.419	Err
30	80	18.7744	18.7602	0.0136	1200	$0.377 \cdot 10^{-8}$	0.254	Err

جدول (5.III) يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في غياب المثبط بدلالة درجة الحرارة



الشكل (14.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في غياب المثبط بدلالة درجة الحرارة في وجود المثبط :

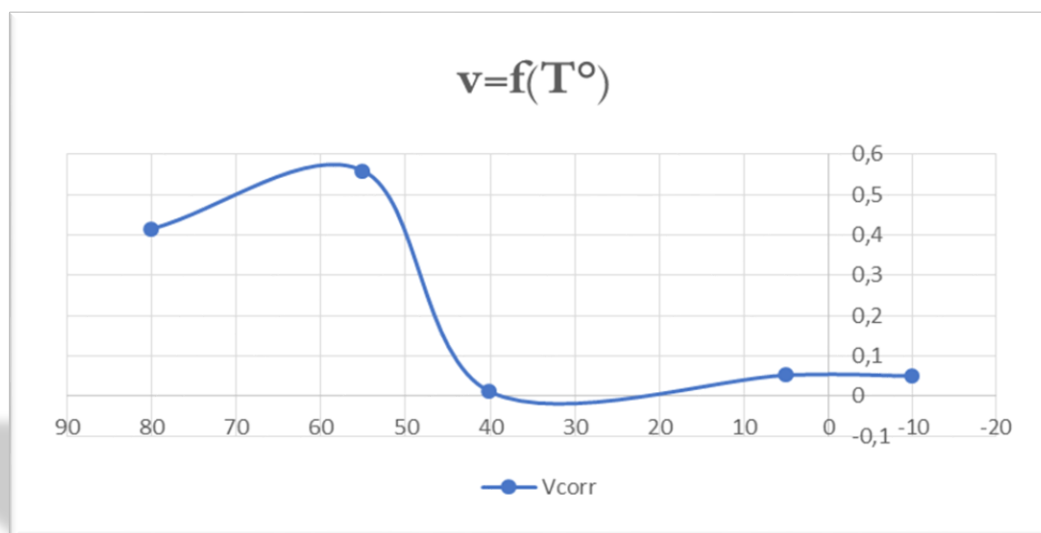
بالنسبة للتركيز 3% سجلنا زيادة معتبرة في سرعة التآكل عند درجة الحرارة 5° - حيث بلغت السرعة 0.0224 mm/ans وأيضاً عند 10° بلغت السرعة 0.048 mm/ans ثم تزداد هذه الأخيرة عند الرفع في درجات الحرارة حيث بلغت الذروة عند 40° وسرعة قدرت بـ 0.0440 mm/ans ثم تتناقص عند درجة الحرارة 55° و 80°

بالنسبة للتركيز 4% سجلنا ثبات في السرعة عند درجات الحرارة 5° -, 10° -, 40° حيث بلغت السرعة على التوالي $0.0524, 0.011, 0.0505 \text{ (mm/ans)}$ بينما تبلغ الذروة عند درجة الحرارة 55° فقدرت أقصاها بـ 0.559 mm/ans بعدها تم تسجيل تناقص طفيف عند درجة الحرارة 80° حيث قيمة السرعة بلغت 0.415 mm/ans كما نستنتج أن المستخلص كان عبارة عن عامل مساعد على التآكل في الوسط الحمضي أي أن قيم السرعة التآكل في وجود المثبط أكبر من قيم سرعة التآكل في وجود المثبط والجداول والأشكال الآتية تبين ذلك

لدينا التركيز 3%:

جدول (6.III) يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط بدلالة درجة الحرارة

t(min)	T°	m1(g)	m2(g)	ΔM	S(cm2)	V(cm2/S)	Vcorr(mm/ans)	R%
30	-5	18.4527	18.4515	0.0012	1200	$3.33 \cdot 10^{-8}$	0.0224	Err
30	10	18.1564	18.1538	0.0026	1200	$7.2 \cdot 10^{-8}$	0.048	Err
30	40	18.4624	18.4611	0.024	1200	$0.667 \cdot 10^{-8}$	0.449	Err
30	55	18.1510	18.507	0.0056	1200	$0.15 \cdot 10^{-8}$	0.104	Err
30	80	17.2551	17.2495	0.0056	1200	$0.155 \cdot 10^{-8}$	0.104	Err



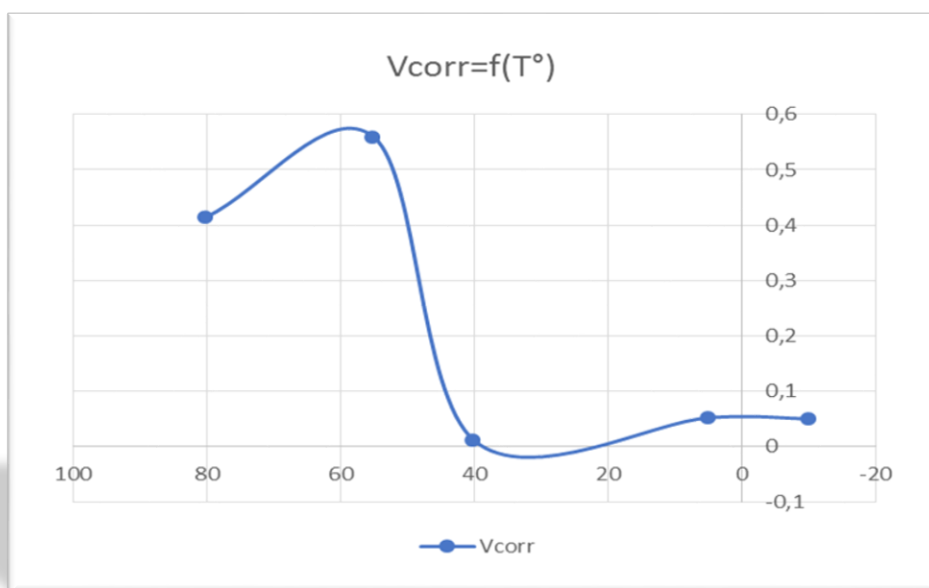
الشكل (15.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز 3%

بدلالة درجة الحرارة

عند التركيز: 4%

جدول (7.III) يمثل سرعة التآكل في لشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز 4% بدلالة درجة الحرارة

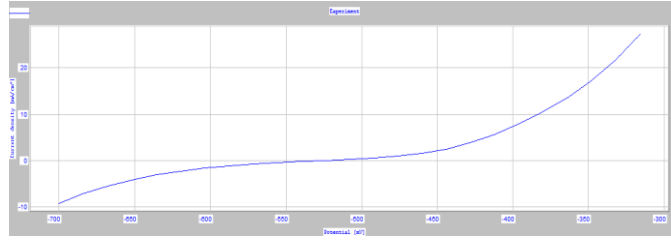
t (min)	T°	m1(g)	m2(g)	Δm	S(cm2)	V(cm2/S)	Vcorr(mm/ans)	R%
30	-5	19.7427	19.7400	0.0027	1200	$7.5 \cdot 10^{-8}$	0.0505	Err
30	10	18.4697	18.4669	0.0028	1200	$7.77 \cdot 10^{-8}$	0.0524	Err
30	40	18.3490	18.3484	0.0006	1200	$1.66 \cdot 10^{-8}$	0.011	8.33
30	55	18.1485	18.1469	0.0299	1200	$8.33 \cdot 10^{-8}$	0.559	Err
30	80	19.8029	19.7807	0.0222	1200	$0.616 \cdot 10^{-8}$	0.415	Err



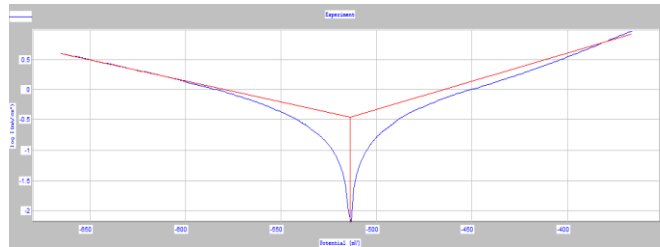
الشكل (16.III) منحنى يمثل سرعة التآكل في الشروط العظمى في وجود المثبط عند التركيز 4% بدلالة درجة الحرارة

III- الدراسة الطريقة الالكتروكيميائية :

III-1-1-1-منحنى الاستقطاب ومنحنى تافال في غياب المثبط للوسط HCl, 1M



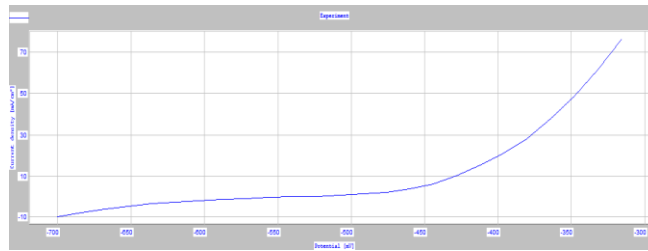
شكل (17.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ في غياب المثبط للوسط HCl, 1M



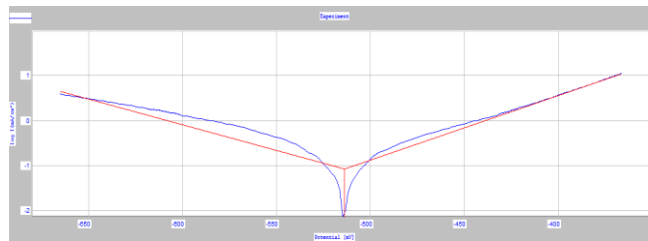
شكل (18.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ في غياب المثبط للوسط HCl

III-2-2- منحنى الاستقطاب ومنحنى Tefel في وجود المثبط لمختلف التراكيز :

III-2-2-1- التركيز 0.5 %:

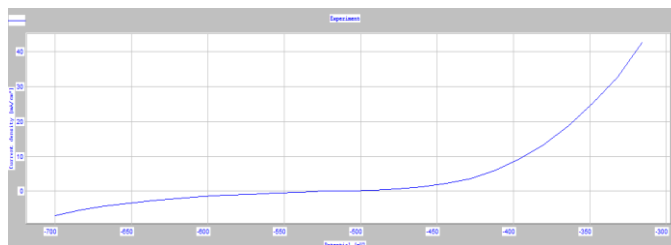


شكل (19.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 0.5% في الوسط HCl

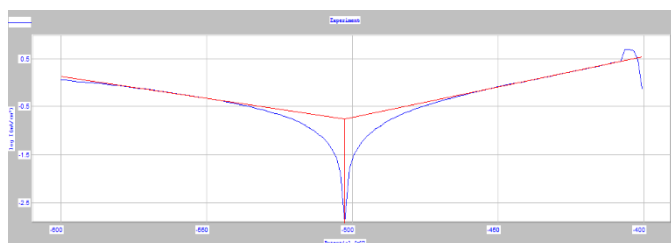


شكل (20.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 0.5% في الوسط HCl

III-2-2- التركيز 1%:

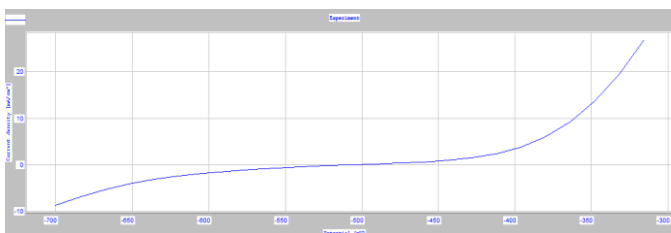


شكل (21.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 1% في الوسط HCl

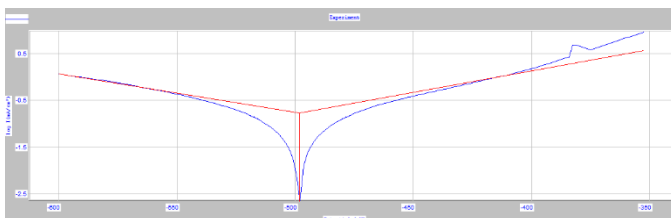


شكل (22.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 1% في الوسط HCl

III-2-3- التركيز 1.5%:

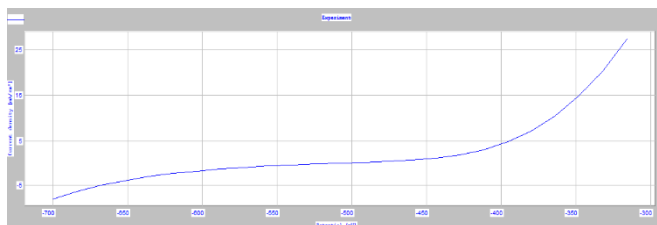


شكل (23.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 1.5% في الوسط HCl

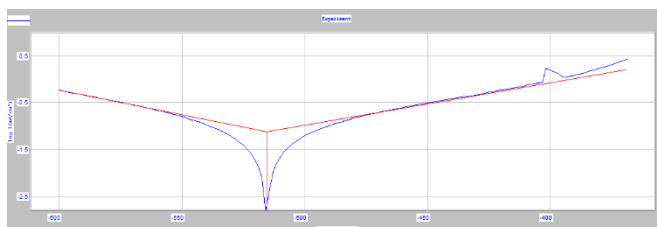


شكل (24.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 1.5% في الوسط HCl

III-2-4- التركيز 2%:

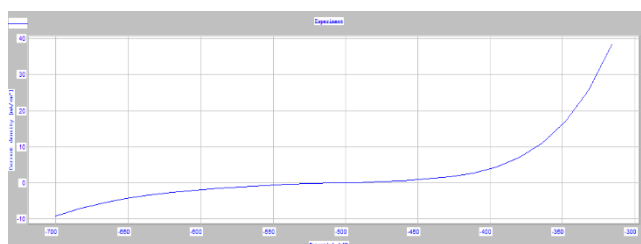


شكل (25.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 2% في الوسط HCl

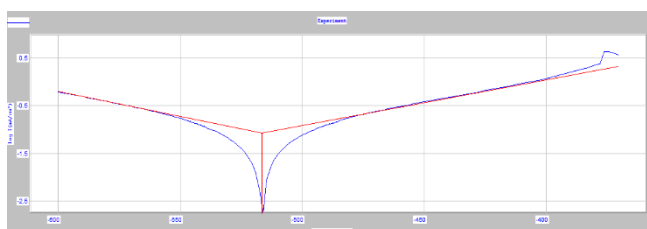


شكل (26.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 2% في الوسط HCl

III-2-5- التركيز 2.5% :

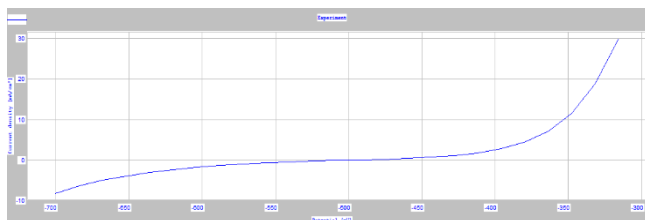


شكل (27.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 2.5% في الوسط HCl

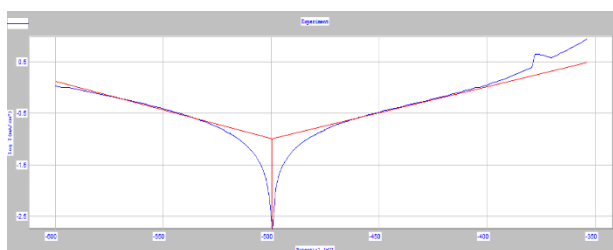


شكل (28.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 2.5% في الوسط HCl

III-3-6- التركيز 3% :

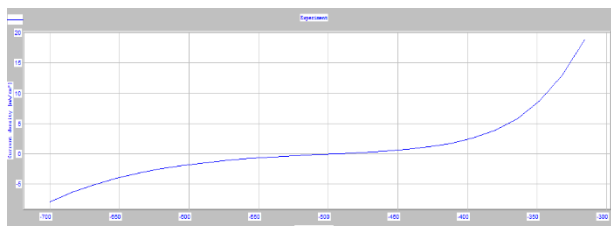


شكل (29.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 3% في الوسط HCl

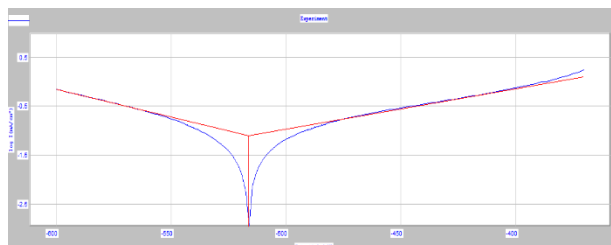


شكل (30.III): منحنى تافل $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 3% في الوسط HCl

III-3-7- التركيز 3.5% :

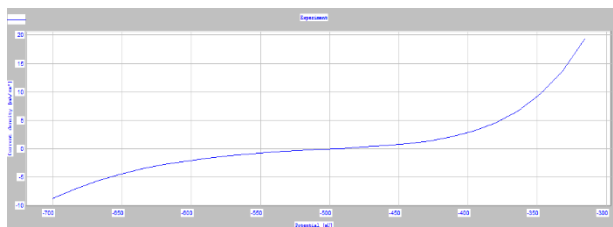


شكل (31.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 3.5% في الوسط HCl

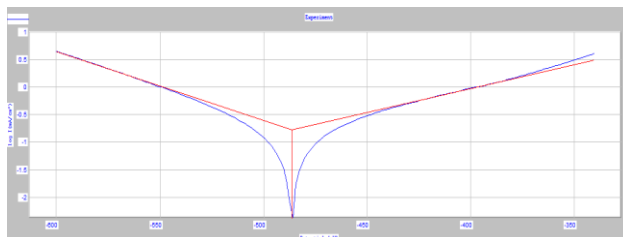


شكل (32.III): منحنى تافل $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 3.5% في الوسط HCl

III-3-8- التركيز 4% :

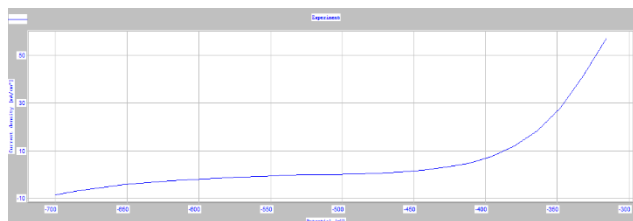


شكل (33.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 4% في الوسط HCl

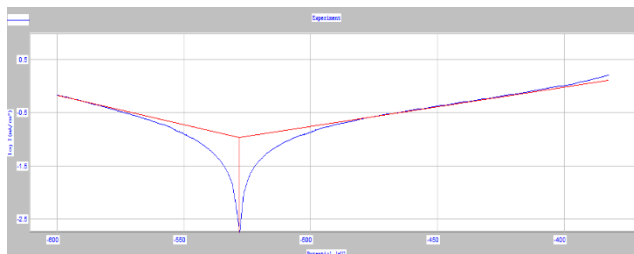


شكل (34.III): منحنى تافال $\text{Log}(i)=f(E)$ للتركيز 4% في الوسط HCl

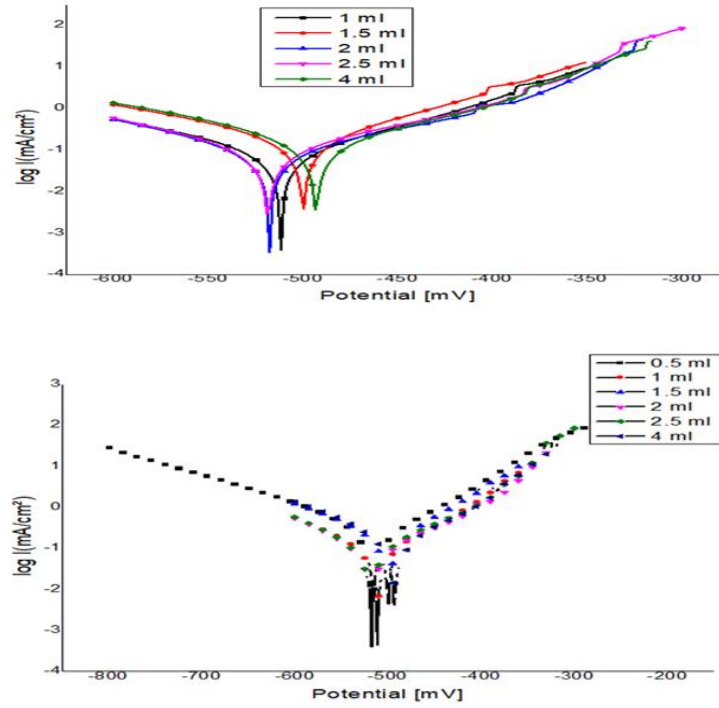
III-3-8- التركيز 4.5%:



شكل (35.III): منحنى الاستقطاب $i=f(E)$ للتركيز 4.5% في الوسط HCl



شكل (36.III): منحنى تافال $\text{log}(i)=f(E)$ للتركيز 4.5% في الوسط HCl



الشكل (37.III) يمثل منحنيات تافال للفولاذ الكربوني XC60 لمختلف تراكيز المثبط في الوسط

HCL

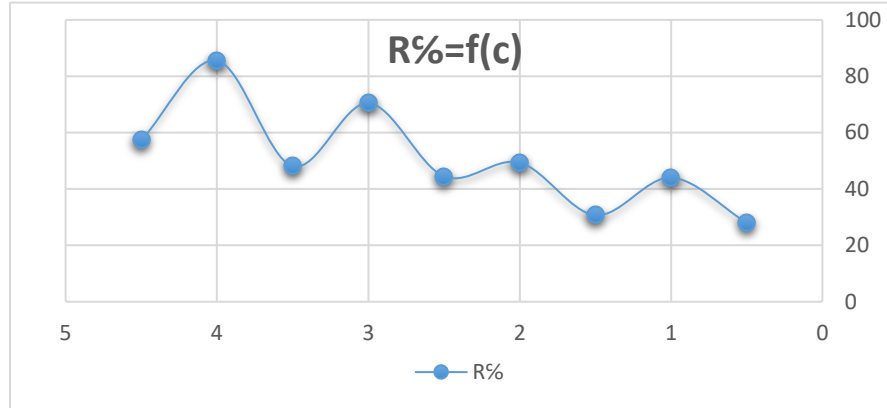
جدول (8.III): النتائج المميزة لمنحنيات تافال في الوسط HCl

سرعة التآكل (mm/Y)	ميل تافال كاتودي By(my)	ميل تافال الأنودي Ba(mv)	تيار التآكل icorr(mA/cm ²)	مقاومة الإستقطابية Rp(ohm*cm ²)	كمون الاتزان Ecorr(mv)	التركيز %C
1.782	-90.3	107.4	0.1524	177.27	-478.6	0
1.283	-113.3	90.9	0.1397	195.430	-501.1	0.5
1.988	-108.5	77.8	0.843	99.81	-502.6	1
1.235	-101.6	90.8	0.1056	172.01	-507.4	1.5
0.902	-96.9	110.4	0.0772	242.04	-515.6	2
0.980	-97.0	103.3	0.0839	212.480	-516.4	2.5
1.205	-89.9	98.9	0.045	159.200	-499.8	3
0.925	-89.1	121.2	0.0791	232.16	-516.2	3.5
.1283	-114.3	101.2	0.022	191.43	-528.3	4
1.256	-88.1	134.7	0.065	193.25	-500.6	4.5

جدول (9.III): نتائج الفعالية التثيضية لطريقة منحنيات تافال في الوسط HCl

مردود التثييط (R%)	سرعة التآكل (mm/Y)	التركيز %C
00	1.782	0
28	1.283	0.5
44.0	1.988	1
30.7	1.235	1.5
49.34	0.902	2
44.49	0.980	2.5
70.47	1.205	3
48.071	0.925	3.5

85.56	1.183	4
57.34	1.256	4.5



شكل (38.III) منحنى تغيرات مردود تآكل الفولاذ XC60 بدلالة التركيز في وجود المثبط في الوسط HCL (1M), بالطريقة الالكتروكيميائية

يتضح لنا من خلال الدراسة أن نسبة التثبيط تزداد بزيادة تركيز المستخلص حيث أبدى فعالية متوسطة عند تراكيز صغيرة فمثلا عند تركيز 1% كان مردود التثبيط يقدر ب 44% وقيمة السرعة 1.988mm/ans وأيضا عند التركيز 2% لكن تزداد هذه النسبة بزيادة التراكيز فمثلا عند التركيز 3% سجلت زيادة في المردود تقدر ب 70.47% وقيمة السرعة 1.205 mm/ans ليصل إلى أقصى قيمة له قدرت ب 85.66% عند التركيز 4% وقيمة السرعة 1.183mm/ans والجداول (9-III) (8-III) والأشكال (37-III)(38-III) توضح ذلك .

ونفس ذلك بالنسبة الكبيرة لتغطية السطح من طرف المثبط حيث يشكل طبقة واقية تعرقل عملية التآكل، وعند نفس التركيز بلغ التيار أدنى قيمة له في الوسط الحمضي HCL,1M والشيء نفسه نلمسه في قيمة سرعة التآكل وذلك لوجود علاقة طردية بينها وبين التيار ($i=f.v$) أما كمون الاتزان كان مساويا 490- في الوسط HCl,1M

ومن القيم التجريبية المحصل عليها تبين أن المستخلص المدروس يعمل على إزاحة كمون التآكل نحو القيمة 580- فهو يعمل كمثبط كاثودي في الوسط الحمضي HCl, 1M

المقارنة بين طريقة الضياع في الكتلة والطريقة الالكترود كيميائية :

جدول (10.III) المقارنة بين الطريقتين المستعملتين في الدراسة

طريقة الالكترود كيميائية	طريقة الضياع في الكتلة
نسبة تثبيط المستخلص	
الوسط HCL	الوسط HCL
85.57%	86%

على ضوء النتائج المتحصل عليها وجد أن النتائج المستنبطة من عملية الاستقطاب تتفق مع تلك المحسوبة من قياسات الضياع في الكتلة أي أن كلا الطريقتين أعطتنا نتائج متقاربة جدا كما أن نسبة التثبيط جيدة في الطريقتين.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة:

من خلال دراسة الفعالية التثبيطية للتآكل للمستخلص لنبات المورينجا على عينة الفولاذ الكربوني XC60 وذلك في وسط حمضي أكال يتمثل في حمض كلور الماء HCL, 1M إن دراسة الفعالية التثبيطية لنبات المورينجا أعطت نتائج جيدة وتم التحصل على هذا المستخلص بعملية نقع للأجزاء الهوائية للنبات في الماء المحمض كررت هذه العملية 3 مرات وجمعت الرشاحات. كما أثبتت أن الاختبارات الفيتو كيميائية الأولية مدى غنى هذا النبات بمعظم المواد الفعالة وهذا ما أنبأنا بفعالية جيدة له.

قمنا بدراسة الأثر التثبيطي لهذا المستخلص باستعمال تراكيز حجمية له تراوحت بين 0.5-4.5ml وبينت فعالية قيمة عند وسجلت أعلى قيمة بطريقة الضياع في الكتلة كطريقة أولى حيث يتم قياس سرعة التآكل في غياب ووجود المثبط ومنه حساب مردود التثبيط أما الطريقة الثانية اعتمدت على رسم منحنيات الاستقطابية ومنها رسم منحنيات تافال , بعد ذلك تمت المقارنة بين النتائج المتحصل عليها من الطريقتين المستعملتين والتي أوضحت التقارب بينهما . كيمياء النباتية كأفق مستقبلي كما العديد العمل الذي قمنا به بداية الطريق يحتاج إلى تكملة .

أعطى المثبط المستعمل عند التركيز 4% أقصى مردود له (86%) في الوسط حيث أبدى سلوك الكاثود في الوسط HCL كما كانت القدرة الهجومية وقدرة الوسط على تآكل المعدن

من خلال النتائج المحصل عليها يمكننا القول أنه بإمكاننا التوجه إلى الكيمياء النباتية كحل لمشكلة التآكل أو التقليل منها لغنى هذه الموارد الطبيعية بالمواد الفعالة التي لها القدرة الامتزاز على سطح المعدن وحمايته كما نتأمل مستقبلا في استعمال طريقة الممانعة الكهروكيميائية كطريقة ثالثة لحساب سرعة التآكل في هذه الدراسة فهي أكثر استعمالا في الأبحاث الحديثة والتي تتميز بدقة نتائجها إضافة إلى أنها تعطي تفصيلات أكثر حول آليات التفاعل التي تحدث بجوار الكترود العمل.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1] دغموش مسعودة تحضير وتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض المركبات ثنائي ثيولثيون وأملاحه المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطية في دراسة تآكل المعادن أطروحة دكتوراه ورقلة جامعة قاصدي مرباح 2014 - د-2)
- [2] عادل عبده الزهراء رشق السعيدى جامعة القادسية دراسة منحنيات الاستقطاب الصلب الكربوني (Steel-X56) في الوسط الحمضي العراق مذكرة ماجستير (2016 ص 1)
- [3] أحلام الجوجة دراسة تآكل الحديد وكيفية الحماية منه باستخدام طرائق كيميائية وكهربائية مذكرة ماجستير سوريا جامعة البعث . (ص 19-18)
- [4] مروه السيد يسن أبو العلا الأعسر دراسة تثبيط تآكل الألمنيوم في المحاليل المائية جامعة بنها. (ص 12)
- [5] بن سلامة ع.أ.، 2012. النشاطات المضادة للأكسدة والمثبطة للإنزيم المؤكسد للكازنين
لمستخلصات أوراق *Hertiacheirifolia l*، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في البيوكيمياء، جامعة فرحاتعباس، سطيف.

المراجع باللغة الأجنبية:

- [6] **Mekonnen Y., Gessesse A., (1998).** Documentation on the uses of *Moringastenopetala* and its possible antileshmanial and antifertility effects. *SinetEthiop J Sci*,21, 287–95.
- [7] **Purwal L. A., Pathak K. and U. K. Jain, (2010).** In vivo anticancer activityof the leaves and fruits of *Moringa oleifera* on mouse melanoma, *PharmacologyOnline* 1: 655–665.

[8] Rockwood JL. et al., 2013. Thurber MD. et al 2010. Kasolo JN. Et al., 2010.

[9] Nair S. et Varalakshmi KN., 2011. Sutralangka C. et al., 2013

المراجع باللغة العربية:

- [1] قحطان خلف محمد الخزرجي، عبد الجواد محمد الشريف، (2010)، "التآكل .أسبابه .أنواعه . طرق الحماية منه"، الطبعة الأولى، مديرية دار الكتاب للطباعة والنشر، 500 صفحة.
- [3] شبحي سمية، (2009)، "دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافوني لنبات *Euphorbiaguyoniana* على تأكل الفولاذ في وسط حمضي"، مذكرة ماجستير في الكيمياء، جامعة ورقلة.
- [4] ن. التجاني يحيى، (2007)، "دراسة فعالية بعض النباتات الصحراوية كمثبطات للتآكل في أوسط مائية"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [5] زينب غياية، (2004)، المساهمة في تحضير بعض مشتقات 4 أبريل -1-2- ثنائي ثيول -3- ثيون و4 أبريل -1- ، 2. ثنائي ثيول 3- ون. ودراسة فعالية تثبيط لتآكل الفولاذ الكربوني s2X في وسط حامضي وماء صناعي"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [6] عبد القادر بن المنين، (2007)، "دراسة الفعالية التثبيطية للتآكل لبعض مستخلصات الأعشاب الصحراوية"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [7] كودية سمية، (2012)، "دراسة الفعالية التثبيطية لبعض المركبات الحلقية الكبريتية في وسط حمضي"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.

[8] محمد أحمد خليل، (2006)، " التآكل وتكنولوجيا المياه في حقول الغاز و البترول"، الطبعة الأولى، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة، 302 صفحة.

[9] د.قحطان خلف محمد الخزرجي، عبد الجواد محمد أحمد الشريف، "التآكل: أسبابه، أنواعه طرق الحماية منه" (1988)، مديرية دار (دجلة) الكتاب للطباعة النشر جامعة الموصل 694.

[10] أحلام الجوجة دراسة تآكل الحديد وكيفية الحماية منه باستخدام طرائق كيميائية وكهربائية مذكرة ماجستير سوريا جامعة البعث. (ص19-18)

[16] س. شحي، «دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافونيدي لنبات Euphorbia guyoniana على تآكل الفولاذ في وسط حمضي» مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، 2009م ص2-18

[18] عمار زلاقي، أطروحة مقدمة لنيل درجة دكتوراه في العلوم شعبة: موارد الوراثة النباتية تخصص: كيمياء نباتية، جامعة منتوري - قسنطينة، 2006.

المراجع باللغة الأجنبية:

[2] C.Rochaix , Ed. Nathan, " Electrochimie-Thermodynamique-Cinétique" , 1996, p184

[11] (Arba et al.,2005 ; Arab et al.,2008 ;Khamis& Al-Andis,2002 ; El-Etre,2003 ; El-Shafei et al.,2004 ;El-Etre,et al.,2005).

[12] Richter, Métabolisme des Végétaux, Phsologie et biochemie,1993,p 376.

[13] G.L.Keating et al, Journal de Natural Products, 1997.

- [14] J.B.Harborne, «Biochemistry of phenolic compounds », Ed.Academic press London, 1964, p 88-89.
- [15] S.W.Holler, « Chimie Analytique», Ed.DeBoeck et Lacier, 1997.

المراجع باللغة العربية :

- [1] د.عيسى مسعود بغني أساسيات هندسة التآكل 7029/2006 دار الكتب الوطنية - ليبيا 2006 (ص 27-57) و (ص 145-199)
- [2] د.عمر بن عبد الله الهزازي الكيمياء الكهربائية (ص 807-800)
- [3] عبد القادر بن منين étude de L' effect inhibitrice des extrais de plantes sur la corrosion de l'acier Cx52, اطروحة دكتوراه جامعة ورقلة 2018 (20-29)
- [4] مهند محمدي ابكر محمد أحمد، تقييم وتحكمنا بالحماية الكاثودية لأنابيب النفط الخام، ذكرة ماجستير، جامعة البحر الأحمر، 2019، (ص 19-18)
- [5] د.دغموش مسعودة تحضير وتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض مركبات ثنائي ثيولثيون وأملاحها المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطية في دراسة تآكل معادن أطروحة دكتوراه جامعة قاصدي مباح 2014 (ص 2 - 9)
- [6] عادل عبده الزهراء رشق السعدي جامعة القادسية .دراسة منحنيات الاستقطاب للصلب الكربوني (X65-Steel) في الوسط الحمضي العراق مذكرة ماجستير 2016، (ص 16 - 12)
- [7] أحلام الجوجة دراسة تآكل الحديد وكيفية الحماية منه بإستخدام طرائق كيميائية وكهربائية مذكرة ماجستير سوريا جامعة البعث (ص 37 - 33)
- [10] غيلاني مريم دراسة فعالية نبات الشريك FagoniCretical ضد التآكل بطريقة انخفاض

الكتلة والطريقة الكهروكيميائية ، مذكرة ماستر، الوادي، جامعة الشهيد حمه لخضر 2018، (ص -27) (ص34-46)

[11] بلوم أسامة، دراسة فعالية التثبيط لمستخلص نبات PistaciaatlanticaDesf على تآكل الفولاذXC52 في وسط ماء الألبان عند 40°C، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح 2014 (ص 14-24)

[12] كودية سمية، حل دراسة الفعالية التثبيطية لبعض المركبات الحلقية، الكبريتية في وسط حمضي مذكرة ماستر، ورقلة جامعة قاصدي مرباح، 2012، (ص 21-29)

[13] علم المواد التطبيقي والتآكل اشكال التآكل (ص 37-45)

[16] قمو شهرة، مساهمة في دراسة الخصائص الفيزيو كيميائية للمثبط مذكرة ماستر ، ورقلة جامعة قاصدي مرباح 2001، (ص 25)

[17] د. خالد عثمان شرف، دراسة سلوك الفولاذ الكربوني في الأوساط المائية، مجلة جامعة

دمشق العلوم الهندسية المجلد الثامن والعشرون، 2012، العدد الأول (ص. 382-388)

[20] لقميري سعدي ، دراسة فعالية بعض املاح الفوسفور ضد التآكل في وسط حمضي وملحي، جامعة حمة لخضر الوادي ، 2015

[21] د.م. دقموش، مقدمة في دراسة التآكل ، جامعة ورقلة ، 2015/2016

المراجع باللغة الأجنبية :

[15] Abdeali Fiala; Syntheses et CharacterIsation de Nouvelles

Molecules

Contenant du Soufre et De L'azote ,Etudes de Leur Effet Inhibiteur sur la

corrosion des Metaux de Transition Application a la Protection du
du

Cuivre en Milieux Acides S; PhDthesis ; University MENTOURI
Constantine, pp(6-8) , 2007

[18]CHAIBWassila et MASSAOUDI Abdeldjabbar; ETUDI De
l'effet

inhibiteur de quelques composés azotiques conter la corrosion
d'aluminium dans un milieu HCl1M; Mémoire de Master; université
Kasdi

Merbah_ouarglapp (23-28). 2017

[19] M. HafizuddinMohdZaki , Nik.NorZeihanacheisa, Yasairie
Mohd, universite KNOLOG.MARA, Cu-Niallogcoatings for
corrosion protection on mild steel in 0.5M Nacl solution, 2017.

[23] D.HAMANI Hanane, synthèse, caractérisation et étude du
pouvoir inhibiteur de nouvelles molécules bases de schiff, université
Ferhat abbassetif, 2015.

[22] Johanna Muller, universite paris .est erteil, Etude
electrochimique et caracterisation des produits de corrosion
formes a la surface des bronzes-cu-sn en milieu sulfate, 2010.

- [1] خجابو، " مساهمة في دراسة الفعالية المضادة للأوكسدة والفعالية لتآكل الفولاذ X70 في وسط حمضي لمستخلصات نبات المورينجا (Moringaoleifera) ، مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في قسم الكيمياء ، جامعة اصدي مرباح ورقلة ، 2017
- [2] المورينجا الشجرة المعجزة ، مجلة افريقيا قارتنا ، العدد الثاني فبراير 2013
- [3] هالة أ.، 2012. شجرة المورينجا، سلسلة دراسات وتقارير نقطة التجارة السودانية، ص 1. المراجع باللغة الأجنبية :

[4] **Shih MC, CM Chang, SM Kang and ML Tsai, (2011).** Effect of Different Parts (Leaf, Stem and Stalk) and Seasons (Summer and Winter) on the Chemical Compositions and Antioxidant Activity of Moringa oleifera. Int. J. Mol. Sci., 12:6077–6088.

[5] **Quattrocchi and Umberto, (2000).** CRC World Dictionary of Plants Names: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms and Etymology., 3. CRC Press. P. 1731.

[6] B. Haman. Essai d'incorporation de la farine de feuilles de Moringa Oleifera dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique. Thèse Doctorat : université cheikh antadiop de dakar ; 2010 :p.29–33

[6] B. Haman. Essai d'incorporation de la farine de feuilles de Moringa Oleifera dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal : effets sur les performances de croissance, les caractéristiques

de la carcasse et le résultat économique. Thèse Doctorat : université Cheikh Anta Diop de Dakar ; 2010 : p.29-33

[7] T. Radovich. Farm and Forestry Production and Marketing profile for Moringa (Moringa Oleifera). Publisher: permanent agriculture resources (PAR), Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry (<http://agroforestry.net/scps>). 2009

[8] Besse F., (1996). L'Arbre du mois – Moringa oleifera Lam. ; Le flamboyant – Bulletin de liaison des membres du réseau Arbres tropicaux No 40 ; 5p.

[9] Foidl, N., Makkar, H., and Becker, K. (2001). "Potentiel de Moringa oleifera en agriculture et dans l'industrie." Potentiel de développement des produits de Moringa. Dar es-Salaam, Tanzanie, du 29 octobre au 2 Novembre

[10] Morton JF., (1991). The horseradish tree, Moringa pterygosperma (Moringaceae), a boon to arid lands. Econ. Bot; 45: 318-333.

[11] Price, D. M. (1985) The Moringa Tree. THE MORINGA TREE By Dr. Martin L. Price Published 1985 ; Revised 2000, 2002, 2007 by ECHO Staff.

[12] Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B., (2009). Moringa oleifera Lam. Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie, Vol 3, Issue 4, 1 -8.

[13] Vlahov G, PK Chepkwony and PK Ndalut, (2002). NMR characterization of triacylglycerols of Moringa oleifera seed oil: an "oleic-vaccenic acid" oil. J. Agric. Food Chem; 50: 970-975

- [14] **Makkar, H.P.S. and Becker K., (1997).** Nutrients and antiquality factors indifferent morphological parts of the Moringa oleifera tree. Journal of AgriculturalScience, Cambridge128, 311 –322.
- [15] **Parrotta J. A. P. Dr, (2009).** Moringa oleifera LAM., 1785 ; Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch and Atlas der Dendrologie ; Roloff A., Weisgerber H., LangU., Stimm B. ; WILEY-VCH VerlagGmbH H & Co. KGaA, Weinheim ; 8p.
- [16] **BhupendraKoul and Neikuoze Chase, (2015).** Moringa oleifera Lam: Panaceato severalmaladies. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(6):687–707.
- [17] **Olson ME, (1999).** The home page of the plant family Moringaceae, Available at: www.mobot.org/gradstudents/oslon/Moringahome.html
- [18] F. Anwar ,S . Latif , M. Ashraf , AH. Gilani .Moringaoleifera : a food plant with multiple medicinal uses, Pakistan . 2007
- [19] A .Faizal, AbdullRazis et al: Health benefits of Moringaoleifera , Asian Pac J Cancer Prev , 2014; 15 (20) : p. 8571–8576
- [20] S. Latif ,F. Anwar . Quality assessment of MoringaConcanensis seed oil extracted through solvent and aqueous–enzymatic technique , Pakistan , enero–marzo. 2008; 59 (1):p. 69–75
- [21] **Olson ME, (1999).** The home page of the plant family Moringaceae, Available at: www.mobot.org/gradstudents/oslon/Moringahome.html

[22] **Price M. L.**, (2007). Le Moringa. In Note technique- ECHO (revue en 2000En2002 et en 2007). [En ligne] Accès

[23] **GanatraTejas H., Joshi Umang H., BhalodiaPayal N, DesaiTusharbinduR. A.**, (2012). Panoramic view on Pharmacognostic, Pharmacological, Nutritional, Therapeutic and Prophylactic Values of Moringa Oleifera Lam, International Research Journal of Pharmacy & Life Sciences ;3(7)

[24] **Rahman Mashiar M., Sheikh M.**, (2009). Mominul, Antibacterial Activity of Leaf Juice and Extracts of Moringa oleifera Lam. against Some Human PathogenBacteria, Journal of natural science; 8(2): 219-227

[25] B .Haman .essaid´incorporation de la farine de feuilles de MoringaOleiferadansl´alimentation chez les pouletsindigènes du sénégal :effetsur les performances de croissance , les caractéristiques de la carcasse et le résultatéconomique. Thèse Doctorat : universite cheikh antadiop de dakar ;2010 :p29-33

[26] N. Foidl , K . Becker. Potentiel de Moringaoleiferaagriculture et dans l´industrie 2001

[27] S. Csurhe .Sh .Navi. Horseradish tree MoringaOleifera : international publication . Austratia 2016

[28] **Morton JF.**, (1991). The horseradish tree, Moringa pterygosperma (Moringaceae), a boon to arid lands. Econ. Bot; 45: 318-333.

Ramachandran C., Peter KV., Gopalakrishnan PK., (1980). Drumstick (Moringa oleifera): a multipurpose Indian vegetable. Economic Botany; 34:276-283.

- [29] **Chumark P., Khunawat P., Sanvarinda Y., et al., (2008).** The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam Leaves. *J Ethnopharmacol*, 116, 439–46.
- qbal S., Bhangar MI., (2006).** Effect of season and production location on antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaves grown in Pakistan. *J Food Compos Anal*, 19, 544–55
- [30] **Mekonnen Y., Gessesse A., (1998).** Documentation on the uses of *Moringa stenopetala* and its possible antileishmanial and antifertility effects. *SinetEthiop J Sci*, 21, 287–95.
- [31] **Purwal L. A., Pathak K. and U. K. Jain, (2010).** In vivo anticancer activity of the leaves and fruits of *Moringa oleifera* on mouse melanoma, *Pharmacology Online* 1: 655–665.
- [32] Rockwood JL. et al., 2013. Thurber MD. et al 2010. Kasolo JN. Et al., 2010.
- [33] Nair S. et Varalakshmi KN., 2011. Sutralangka C. et al., 2013
- [34] **Miquel J., (2002).** Can antioxidant diet supplementation protect against age-related mitochondrial damage *Ann N Y Acad Sci*. 959: 508–516.
- [35] **Beth D. et Echo S. (2005).** *Moringa* water treatment. ECHO Technical Note.
- [36] **Houndji B.V.S., Bodjrenou S., Londji S., Ouetchehou R., Acakpo A., et Amouzou K. (2013).** Amélioration de l'état nutritionnel des enfants âgés de 6 à 30 mois à Lissèzoun (Centre-Bénin) par la poudre de

feuilles de Moringa oleifera (Lam). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 7 (1): 225–235.

[37] Kwaambwa H. et al., 2015. Yuakubu et Balaraabe , 2015.
Yusuf J. et al., 2015

[38] **Poumayea N., Mabinguia J., Lutgenb P. etBiganc M., (2012).**
Contribution to the clarification of surface water from the Moringa oleifera:
Case M’Poko River to Bangui, Central African Republic. Chemical
engineering research and design. 90: 2346–2352.

الملاحق



عملية النقع



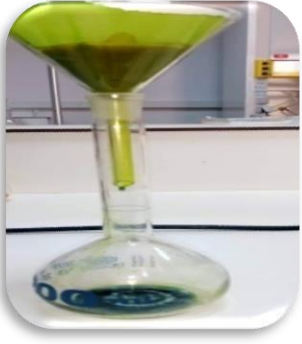
صورة لجهاز



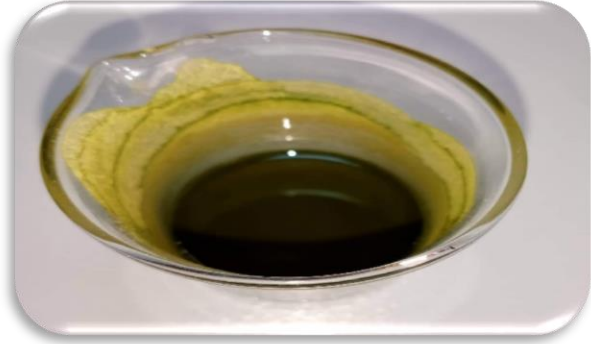
الكشف على الصابونيات



صورة لعملية الترشيح



الكشف على الفلافونيدات



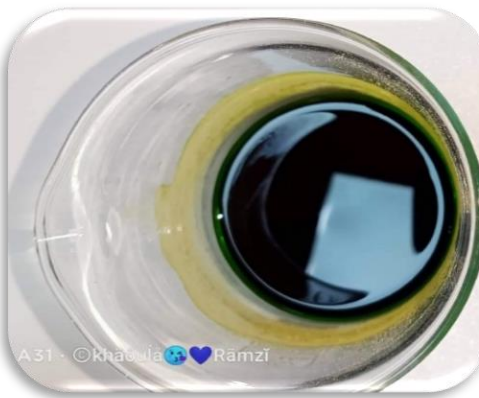
الكشف الستيرويدات



الكشف عن الفلافونيدات الجلايكوزية



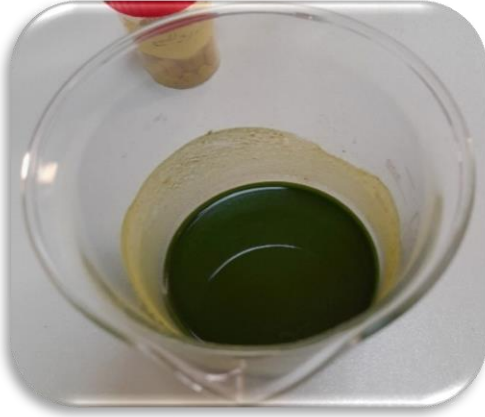
الكشف عن العفصيات



الكشف عن الكاردينوليدات



الكشف عن الكاردينوليدات



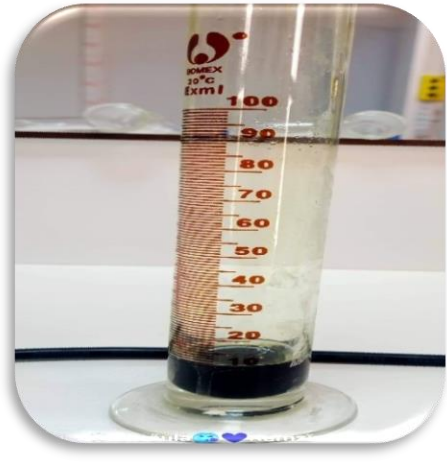
الكشف عن الستيرويدات



الكشف عن الفلافونيدات العامة



الكشف عن الستيروولات الغير المشبعة



الكشف عن التربينات

الملخص:

يتلخص هذا العمل في دراسة الفعل التثبيطي للمستخلص لنبات المورينجا على تآكل الفولاذ الكربوني XC60 في وسط حمضي (HCl 1M) وهذا في غياب ووجود المثبط, من أجل حساب سرعة التآكل ثم إيجاد مردود التثبيط ولقد استعملنا في هذه الدراسة طريقتين تجريبتين طريقة ضياع في الكتلة والطريقة الالكتروكيميائية.

تم الحصول على المستخلص بنقع الأجزاء الهوائية للنبتة في الماء الحمض واستعماله بتركيز تراوحت بين 0.5ml و4.5ml. مجموع النتائج المتحصل عليها أعطت تقارب بين الطريقتين المستعملتين, من حيث قيم مردود التثبيط فكانت أعلى نسبة تثبيط عند التركيز , 4ml وعلى العموم أعطى هذا المستخلص حماية جيدة و يعمل كمثبط كاثودي في الوسط الحمضي HCl .

الكلمات المفتاحية التآكل, الفولاذ الكربوني XC60 , التثبيط, *Moringa oleivera*

Abstract :

This work is summarized in the study of the inhibitory action of *Moringa* plant extract on the corrosion of XC60 carbon steel in an acidic medium (HCL, 1M) , in the absence and presence of the inhibitor, in order to calculate the corrosion speed and find the inhibition yield. In this study, we used two experimental methods, the mass loss method and the electrochemical method.

The extract was obtained by soaking the aerial parts of the plant in acidified water and using it at concentrations ranging between 4.5 and 4 ml.

The sum of the obtained results gave a convergence between the two methods used, in terms of the values of the inhibition yield, and the highest inhibition rate was at a concentration of 4ml. In general, this extract gave good protection and could be used as an inhibitor in the acidic HCl medium.

Keywords: corrosion, XC60 carbon steel, retarding , *Moringa oleivera*