

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 : شهرة سميرة توفيق

بعنوان

الدراسة الشبببية لمستخلص عشبة العلندة

في وسط حمضي (حمض الكبريت H_2SO_4 بتركيز 1M) لمعدن XC52

نوقشت يوم 2020/09/28

امام اللجنة المناقشة المكونة من :

رئيسا	استاذ مساعد (أ) جامعة ورقلة	أ. سعيدات مصطفى
مناقشا	استاذ مساعد (أ) جامعة ورقلة	أ. شاوش خولة
مؤطرا	استاذ محاضر (أ) جامعة ورقلة	أ. بن منين ع. القادر

السنة الجامعية: 2020/2019

الإهداء

إلى أغلى إنسان في الوجود والذي كان أول معلم لي في حياتي واحمل اسمه بكل افتخار أرجو من الله أن يطيل في عمره والذي العزيز.

والى التي علمتني معنى الحب ومعنى العطاء التي كنت أتمنى أن تكون شاهدة على هذا العمل إلى روحها الطيبة رحمها الله أُمي الغالية.

إلى من شاركني السراء والضراء ومن كان إلى جانبي في أصعب الأوقات ومدني بكل الطاقة ورفع المعنويات وكان سببا لإكمالي هذا البحث زوجي مهيلة موسى.

إلى أختي العزيزة التي لم تبخل عليا بكل وقتها وجهدها لإتمام هذا العمل وإتمام مشواري الدراسي الأستاذة شهرة ثوريا.

إلى عائلتي الصغيرة أبنائي سبب استمرارتي في الحياة: وصال - لميس - معاذ - جاد وجواد.
إلى إخوتي وأخواتي على كل الجهود والتشجيع رغم بعد المسافة: سفيان - سولاف - وفاء - صباح - فريدة - علاء - فارس.

إلى كل زملائي وأساتذتي في كل أطوار دراستي

إلى عائلتي شهرة وعائلة زوجي مهيلة كل باسمه على التشجيع.

شكر وعرّفان

اشكر المولى عز وجل الذي وفقني في إتمام هذا العمل واحمده حمدا كبيرا يليق بجلاله.

من لا يشكرا لناس لا يشكر الله هكذا تعلمنا من ديننا الإسلامي ووصانا بإحقاق كل ذي حق حقه فكان علي أن اختص هذه المساحة لأبعث بالشكر والعرّفان إلى من لا يستطيع اللسان أن يوفيههم حقهم

الشكر موصول إلى الأستاذ المؤطر الذي لم يخل علي بشيء لإكمال هذا البحث المتواضع الأستاذ عبد القادر بن منين.

واخص الأساتذة ورئيس اللجنة على قبولهم مناقشة هذه المذكرة شكر خاص لأساتذة قسم الكيمياء بجامعة ورقلة كلا باسمه على التشجيع والمساعدة في البحث العلمي.

شكر خاص جدا للأستاذة شهرة ثوريا قسم الفيزياء على الدعم.

شكر أيضا لأساتذة قسم الفيزياء الأستاذ خلفاوي – عاشوري على المساعدة وتسهيل العمل.

شكر لكل طلبة الكيمياء التحليلية دفعة 2020 على المساعدات.

كما اشكر عمال مخبر الكيمياء على الصبر وتسهيل التجارب والعمل الأستاذ عباس خضراوي –

والأستاذة بودهان و غنيمي انيسة.

الفهرس

i.....	قائمة الجداول
ii.....	قائمة الاشكال والصور
v.....	قائمة الرموز
2.....	مقدمة

الجزء النظري

الفصل الأول التآكل وطرق الحماية

4.....	1.I مقدمة
4.....	2.I تعريف التآكل
4.....	3.I العوامل المؤثرة في التآكل
5.....	4.I تصنيف التآكل
5.....	1.4.I تصنيف التآكل على أساس درجة الحرارة
5.....	2.4.I تصنيف التآكل على أساس المنشأ
6.....	3.4.I تصنيف التآكل على أساس وجود الرطوبة من عدمها
6.....	4.4.I تصنيف التآكل على أساس نوع التآكل
10.....	5.I أضرار التآكل
10.....	1.5.I الأسباب الاقتصادية
10.....	2.5.I الأسباب الأمنية
10.....	3.5.I الأسباب الصحية
11.....	6.I تعريف المثبط
11.....	1.6.I تصنيف المثبط
12.....	2.6.I مجال التطبيق
12.....	3.6.I حسب آلية التفاعل
14.....	4.6.I حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية

- 14..... 5.6.I حسب تركيبها
- 15..... 7.I المبادئ العامة لاستعمال المثبط
- 15..... 8.I موانع استعمال المثبطات

الفصل الثاني: الدراسة النظرية للنبتة

- 17 1.II نبتة العنقدة.....
- 17..... 2.II الجنس
- 17..... 3.II الأسماء الشائعة لعشبه العنقدة ..
- 18..... 4.II التصنيف العلمي لعشبه العنقدة ..
- 18..... 5.II التوزيع الجغرافي ..
- 18..... 6.II الاستعمالات الطبية ..
- 19..... 7.II المركبات الكيميائية للنبتة ..
- 19..... 8.II بعض المركبات المفصولة من العنقدة ..

الفصل الثالث: طرق حساب سرعة التآكل

- 21..... 1.III الطرق المستعملة لحساب سرعة التآكل
- 21..... 1.1.III طريقة الضياع في الكتلة.....
- 22..... 2.1.III الطرق الالكروكيميائية ..
- 23..... 1.2.1.III الطرق الالكروكيميائية المستقرة ..
- 24..... 2.2.1.III الطرق الالكروكيميائية المتغيرة ..
- 25..... 3.2.1.III مطيافية الممانعة الالكتركيمايية ..
- 29..... 2.III الطريقة الحركية والترموديناميكة للتآكل.....
- 31..... 3.III دراسة الحركية لتفاعلات التآكل ..

50.....	5.V الالكترودات المستعملة
50.....	6.V مقارنة الدراسات السابقة
1.6.V	دراسة فاعلية التثبيط لمستخلص نبات <i>pistacia atlantica desf</i> على تآكل الفولاذ XC52
51.....	في وسط ماء الالبان 40 ⁰ C.....
2.6.V	الفعل التثبيطي لمركب السلفرلم وملحه على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي H ₂ SO ₄ بتركيز
53.....	20%.....
3.6.V	دراسة فاعلية تثبيط التآكل لمستخلص حنة الإبل على الفولاذ X70 في وسط حمضي H ₂ SO ₄
57	بتركيز 1M
4.6.V	دراسة فاعلية نبات الشريك <i>Fagouia cretica L</i> ضد التآكل بطريقة انخفاض الكتلة والطريقة
60.....	الكهروكيميائية .
5.6.V	دراسة فاعلية التثبيط نباتي <i>Plautago ciliata</i> و <i>Thymeleae microphylla</i> على تآكل
62.....	الفولاذ XC52 في وسط حمضي (1M) HCl.....
68.....	7.V تحليل تفسير و النتائج .
70.....	الخلاصة العامة
72.....	المراجع

قائمة الجداول

الفصل الأول

الجدول (1.I) صفات الامتزاز الفيزيائي والكيميائي.....13

الفصل الثاني

الجدول (1.II) التصنيف العلمي للعنيدة.....18

الفصل الرابع

الجدول (1. IV) مميزات حمض الكبريت37

الجدول (2. IV) التركيبة الكيميائية للفولاذ المستعمل37

الجدول (3.IV) الوسائل المستعملة39

الجدول (4.IV) تغيرات سرعة التآكل بدلالة الزمن40

الجدول (5.IV) نتائج التجارب بوجود المثبط43

الجدول (6.IV) تغيرات نسبة التغطية بدلالة التركيز45

الفصل الخامس

الجدول (1.V) نتائج منحنيات تافال في وسط ماء الأليان.....52

الجدول (2.V) نتائج منحنيات تافال في وسط HCL65

الجدول (3.V) نتائج مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية67

قائمة الاشكال والصور

الفصل الأول

- 4..... الشكل (1.I) العوامل المؤثرة في التآكل ...
- 5..... الشكل (2.I) التآكل الالكتروكيميائي.....
- 6..... الشكل (3.I) التآكل الرطب.....
- 6..... الشكل (4.I) التآكل الجاف.....
- 7..... الشكل (5.I) التآكل المنتظم.....
- 7..... الشكل (6.I) التآكل بالنقر.....,
- 8..... الشكل (7.I) التآكل التصدعي.....
- 8..... الشكل (8.I) التآكل الغلفاني.....
- 8..... الشكل (9.I) التآكل بين الحبيبات.....
- 9..... الشكل (10.I) التآكل الاجهادي.....
- 9..... الشكل (11.I) التآكل بالتعرية.....
- 10..... الشكل (12.I) التآكل الاختياري.....

الفصل الثاني

- 17..... الشكل رقم (1.II) نبتة العنودة.....

الفصل الثالث

- 23..... الشكل (1.III) منحني استجابة الجملة لتغير في الكمون.....
- 24..... الشكل (2.III) منحني استجابة الجملة لتغير في التيار.....
- 24..... الشكل (3.III) منحني الاثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية البسيطة.....
- 25..... الشكل (4.III) منحني الاثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية الحلقية.....
- 26..... الشكل (5.III) الاثارة الجيبية لكمون المسرى.....
- 28..... الشكل (6.III) منحني نيكويست لدارة مكافئة بسيطة.....
- 29..... الشكل (7.III) تركيبية قياس الممانعة.....
- 30..... الشكل (8.III) منحني بوربي لحديد في وسط مائي عند درجة حرارة 25م⁰.....
- 31..... الشكل (9.III) منحني الاستقطابية.....

33..... الشكل (10.III) منحنى تافال

الفصل الرابع

38..... الشكل (1.IV) قطعة متوازية المستطيلات وقطعة اسطوانية

38..... الشكل (2.IV) جهاز الصقل الميكانيكي

38..... الشكل (3.IV) التجربة المستعملة

41..... الشكل (4.IV) منحنى تحديد زمن الغمر $v=f(t)$

42..... الشكل (5.IV) المطحنة

42..... الشكل (6.IV) مسحوق العلندة

43..... الشكل (7.IV) المثبط المتحصل عليه

44..... الشكل (8.IV) منحنى تغير المردود بدلالة التركيز

44..... الشكل (9.IV) منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة التركيز

45..... الشكل (10.IV) منحنى لانغمير

46..... الشكل (11.IV) منحنى تمكين

الفصل الخامس

48..... الشكل (1.V) الطريقة الالكتروكيميائية

51..... الشكل (2.V) سرعة التآكل

51..... الشكل (3.V) مردود التآكل

51..... الشكل (4.V) منحنى تافال لBlanc

51..... الشكل (5.V) منحنى الاستقطابية لBlanc

52..... الشكل (6.V) منحنى تافال لمختلف التراكيز

52..... الشكل (7.V) منحنى الاستقطابية لمختلف التراكيز

52..... الشكل (8.V) منحنيات نيكويست

53..... الشكل (9.V) منحنى تافال والاستقطاب لمركب السلفرم في غياب المثبط

54..... الشكل (10.V) منحنى تافال والاستقطاب لملح السلفرم في غياب المثبط

الشكل (11.V) منحنى تافال و الاستقطاب لمركب (A) السلفرم في وجود المثبط

54.....

55..... الشكل (12.V) منحنى تافال والاستقطاب لمركب (A1) لملح السلفرم في وجود المثبط

55..... الشكل (13.V) منحنى لانغمير وتمكين لمركب السلفرم

56..... الشكل (14.V) منحنى لانغمير وتمكين لمركب ملح السلفرم

- 56..... الشكل (15.V) منحنى المطيافية خاص ب Blanc1 ومركب السلفرلم
- 57..... الشكل (16.V) منحنى المطيافية الخاص ب Blanc2 ومركب ملح السلفرلم
- 58..... الشكل (17.V) منحنى مردود التثبيط بدلالة تغيير تركيز في درجات حرارة مختلفة للفولاذ XC70
- 58..... الشكل (18.V) منحنى سرعة التآكل بدلالة درجة الحرارة للفولاذ XC70
- 59..... الشكل (19.V) منحنى تافال والاستقطابية في غياب المثبط
- 59..... الشكل (20.V) منحنيات الاستقطابية لفولاذ XC70
- 60..... الشكل (21.V) الاستقطابية وتافال في غياب المثبط للوسط H_2SO_4
- 60..... الشكل (22.V) الاستقطابية وتافال في جميع تراكيز المثبط للوسط H_2SO_4
- 61..... الشكل (23.V) منحنى المطيافية $Z_i=f(Z_r)$ الخاص بالمحلول H_2SO_4
- 62..... الشكل (24.V) تغيير فاعلية التثبيط بدلالة التركيز لمستخلصين (B-A) بتغيير درجة الحرارة
- 63..... الشكل (25.V) تغيير سرعة التآكل بدلالة التركيز لمستخلصين (B-A) بتغيير درجة الحرارة
- 64..... الشكل (26.V) تافال والاستقطاب في غياب المثبط
- 64..... الشكل (27.V) الاستقطاب للمثبط (A)
- 64..... الشكل (28.V) الاستقطاب للمثبط (B)
- 64..... الشكل (29.V) تافال للمثبط (A)
- 64..... الشكل (30.V) تافال للمثبط (B)
- 66..... الشكل (31.V) نيكويست الخاص ب Blanc
- 66..... الشكل (32.V) نيكويست الخاص بالمثبط (A)
- 66..... الشكل (33.V) نيكويست الخاص بالمثبط (B)

قائمة الرموز

الرمز	اسمه
θ	نسبة تغطية السطح
B_c	معامل الكاثودي
B_a	معامل الانودي
ac	ثوابت كاثودية
bc	
aa	ثوابت انودية
ba	
E	جهد الاتزان
E_0	الجهد القياسي
E_C	العمل الكهربائي
R	ثابت الغازات المثالية $J/mol.K8.31$
$R\%$	مردود التثبيط
η	فرق الجهد
F(HZ)	التردد
I	شدة التيار
i	كثافة التيار
S	مساحة الفولاذ
z	الممانعة
R_t	مقاومة الانتقال
C	سعة الطبقة المضعفة
i_c	كثافة التيار الجزئي الكاثودي
ia	كثافة التيار الجزئي الانودي
I_0	كثافة التيار المتبادل للتفاعل الالكترود(تيار التآكل)

مقدمة عامة

بعد التآكل من الظواهر التي عرفت منذ اكتشاف المعادن بحيث اهتم بها العلماء منذ أن ظهر الصدأ على الأشياء لذلك يعتبر من أكبر مشاكل العصر التي هددت وتهدد الاقتصاد العالمي .
سعى الباحثون ولا زالوا لحد الآن يحاولون القضاء عليه أو الحد من أخطاره أو حتى التقليل منها لأبعد الحدود وكانت هناك العديد من الطرق ومن بينها استعمال المثبطات للدفاع على المنشئات ضد ظاهرة التآكل . شهد استعمال المثبطات تطورا كبيرا رغم وجود بعض العيوب والمعوقات . فتعددت الأبحاث حول دراسة الفعل التثبيطي وذلك مع أوساط أكالة مختلفة (حمض الكبريت – حمض كلور الماء) وباستعمال معادن مختلفة أيضا . لا تزال هذه الأبحاث مستمرة في هذا المجال (التثبيط) وكلا يسعى لإيجاد مثبطات اقتصادية امنة بيئيا وذلك عن طريق دراسة مردودها التثبيطي [1, 2].

قد قمنا في هذا المجال بهذا البحث المتواضع والمتمثل في دراسة مدى فاعلية التثبيط لمستخلص نبتة العلندة في الوسط الحمضي (حمض الكبريت بتركيز 1 مولاري) لمعدن XC52.

تم تقسيم هذا العمل إلى جزئين نظري وعملي:

أولاً: النظري يحتوي على ثلاثة فصول

✓ التآكل وطرق الحماية.

✓ الدراسة النظرية للنبتة.

✓ طرق حساب سرعة التآكل.

-ثانياً: العملي و لسوء الحظ تزامن مع أزمة عالمية (كورونا) لم تتمكن من إتمام التجارب فقمنا فقط بإنجاز طريقة فقدان الوزن أما الطريقة الإلكتروليتية قمنا بمقارنة الدراسات السابقة وكان هذا الفصل:

✓ دراسة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبتة العلندة على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي وهو حمض

الكبريت بتركيز واحد مولاري بطريقة فقدان الوزن في درجة حرارة عادية.

✓ أما الجزء الثاني الطريقة الإلكتروليتية قمنا بإحصائية لبعض الأعمال السابقة ومقارنة نتائج عملنا مع

نتائجهم.

✓ تفسير النتائج.

✓ خلاصة عامة.

الجزء النظري

الفصل الأول

التآكل وطرق الحماية

1.I مقدمة

كثيرا ما نشاهد ظاهرة التآكل (*corrosion*) ويكون ذلك بشكل يومي، فقد ترى ذلك مباشرة أو نرى شيء من آثار التآكل. فمثلا نرى طبقات وترسبات ذات لون اصفر على الأرض النحاسية أو ظهور طبقات على نوافذ وأبواب المنازل المصنوعة من فلز الحديد كل هذه الظواهر نتيجة تأكسد (تآكل) الفلز أو السبيكة ويعتبر التآكل إحدى المشاكل التي تتعرض وتعاني منها الكثير من المنشآت [1]. خلال هذا الفصل سنتطرق إلى الجواب على هذا السؤال بشكل مختصر: فما هو التآكل؟ وما انواعه؟ وما مشاكله؟.

2.I تعريف التآكل

يمكن تعريف التآكل على انه هو انحلال المعادن بسبب تفاعلها مع بيئتها بمعنى آخر عبارة عن تلف للمادة ويكون عادة في المعادن (التفاعل الكيميائي مع المجال الملاصق). ويعرف التآكل أيضا بأنه ظاهرة يتعرض لها أي معدن في ظروف معينة للرجوع إلى حالته الأصلية أي حالة التوازن ودرست في جميع المجالات سواء الفيزيائية أو الكيميائية أو الالكتروكيميائية أو الحركية أو الترموديناميكية وتعتمد على الخصائص الميكانيكية للمعدن [2,3]. ومعظم الناس تمثل صورة التآكل في الصدأ وهو خاص بالحديد، إلا أن كل المعادن تتآكل وتتأثر بالتآكل. كما يتأثر الزجاج بالبكتيريا والاسمنت يتفكك ويتبخر والبلاستيك يتحلل بالشوائب الجوي [1,2,4]. والأوساط المساعدة على التآكل هي الماء الأتربة والأحماض....

3.I العوامل المؤثرة في التآكل



الشكل (1.I) العوامل المؤثرة في التآكل

4.I تصنيف التآكل

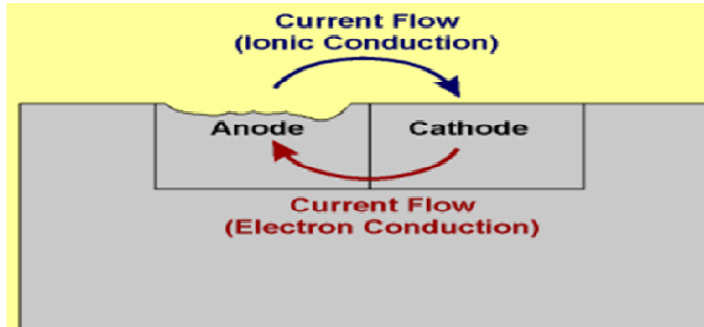
يمكن تصنيف التآكل بعدة طرق منها [2]:

1.4.I تصنيف التآكل على أساس درجة الحرارة

- ✓ التآكل عند درجات الحرارة العالية (من 100م⁰ إلى 1000م⁰)
- ✓ التآكل عند درجات الحرارة المنخفضة (من 25م⁰ إلى 80م⁰)

2.4.I تصنيف التآكل على أساس المنشأ

- ✓ **التآكل الكيميائي:** وهو التآكل الذي ينشأ بسبب التفاعل المباشر بين الفلز (أو السبيكة) والبيئة المتصلة بها وهو موجود بكثرة في المنشآت الصناعية التي تنتج أو تستعمل الأوساط الحمضية [5,6].
- ✓ **التآكل الالكتروكيميائي:** وهو التآكل الذي ينشأ بسبب تيار كهربائي يتعرض له الفلز أو السبيكة وهذه التيارات تنشأ بسبب تطبيق جهد خارجي أو وجود ازدواج جلفاني أو وجود خلايا تركيزية.



الشكل (2.I) التآكل الالكتروكيميائي.

✓ التآكل البكتيري

هذا النوع من التآكل ناتج أساسا من النشاط الحيوي لمختلف كائنات الدقيقة في وسط خالي من 2 التي تستعمل المعدن مغذي أو وسط للإفراز نواتج تتلف أو تفسد المعدن .. يحدث نتيجة للنشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة عند قيامها بوظائفها الحيوية حيث تفرز نواتج مثل كبريت الهيدروجين الذي يسبب التآكل.

هذه المجموعة كثيرة الانتشار في الطبيعة وتتكون من خمسين نوعا. دراستها صعبة جدا مع غياب وسيلة التشخيص والتعليم [2,3,5].

I.4.3 تصنيف التآكل على أساس وجود الرطوبة من عدمها.

✓ التآكل الرطب: وهو الذي يحدث في وسط سائل كتآكل الحديد في الماء أو الحمض.



الشكل (I.3) التآكل الرطب

✓ التآكل الجاف:

وهو ما يحدث في غياب السائل أو عند درجة حرارة أعلى من درجة تكثف بخار السائل والوسط المسبب للتآكل في هذه الحالة عبارة عن الأبخرة والغازات وهو مرتبط دائما بدرجات الحرارة العالية ومثال هذا النوع هو تآكل الحديد بواسطة غازات الافران [7].



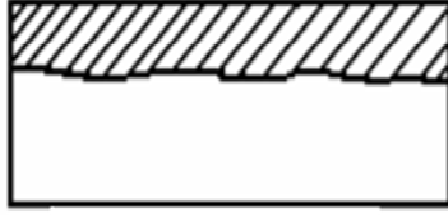
الشكل (I.4) التآكل الجاف

I.4.4 تصنيف التآكل على أساس نوع التآكل

لان تأثير التآكل على سطح المعدن يتخذ أشكالا مختلفة يعتمد على طبيعة هذا التآكل وحالة الوسط وظروفه التي تؤدي الى حدوثه وعلى هذا يمكن تمييز أنواع التآكل [3,4,5,6,7]:

✓ التآكل المنتظم:

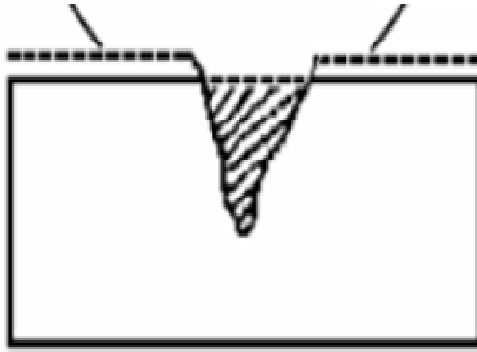
يسمى أيضا بالتآكل العام وهو الأكثر شيوعا وفيه يتم حصول التآكل على جميع أجزاء المعدن بنفس المعدل أشهر مثال على هذا النوع هو تآكل الحديد في المحاليل الحمضية [8].



الشكل (5.I) التآكل المنتظم

✓ التآكل الموضعي بالنقر:

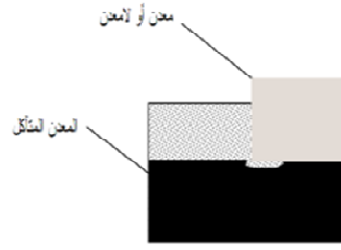
هذا النوع من التآكل يحدث في مواضع معينة من المعدن ويتسبب في نقص ضئيل في وزن المعدن ويمكنه إحداث ثقوب أو كسور في المعدن وهو الأكثر انتشار سببه عدم التجانس في بنية المعدن أو في الوسط المحيط بالمعدن. [9,8].



الشكل (6.I) التآكل بالنقر

✓ التآكل التصدعي:

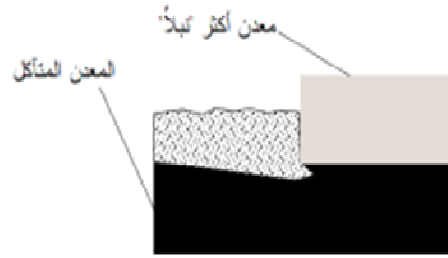
في هذا النوع من التآكل التلف الحاصل لهذا المعدن سببه تغلغل الهيدروجين الذري إلى داخل المعدن ويتسبب في حدوث تصدعات وشقوق في المعدن مما يفقده خصائص الميكانيكية [10].



الشكل (7.I) التآكل التصديعي

✓ التآكل الغلفاني:

يحدث هذا التآكل عند اتصال كهربائي لمعدنين مختلفين في الجهد الكهربي بواسطة محلول الكتروليتي. يشكل احد المعدنين منطقة أنود والأخر منطقة كاثود ويمكن معرفة ذلك بدراسة السلسلة الكهروكيميائية [10,11].



الشكل (8.I) التآكل الغلفاني

✓ التآكل بين الحبيبات:

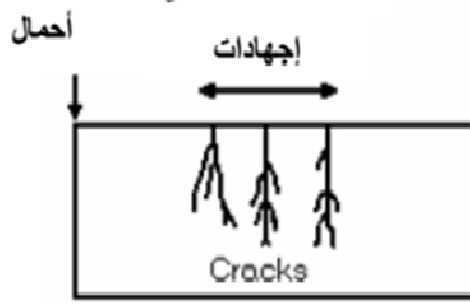
يعرف التآكل الحبيبي أو بين الحبيبات بأنه هجوم موضعي يحصل بسبب وجود تفاوت أو اختلاف في طبيعة الخواص المعدنية من منطقة إلى منطقة [12].



الشكل (9.I) التآكل بين الحبيبات

✓ التآكل الاجهادي:

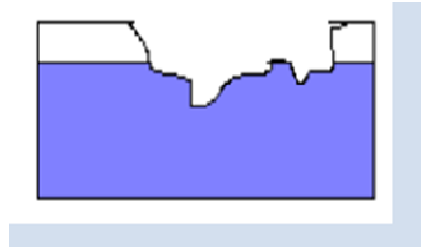
هو عبارة عن ظاهرة معدن يتحطم بشقوق رقيقة ومرئية داخل الثقوب لا يمكن رؤيتها بالعدسة ويمكن إن تصبح مرئية بالترشيح أو بجزئيات مغناطيسية وهذه ناتجة عن تحطم المعدن.



الشكل (10.I) التآكل الاجهادي

✓ التآكل بالتعرية :

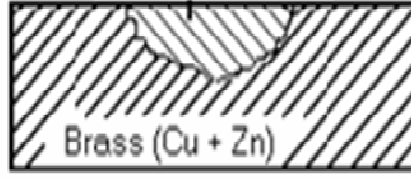
وينتج عن فعل ميكانيكي مقترن بتفاعل الكترولوكيميائي ذا اتجاهات متميزة يعتمد على سرعة النسبية للسائل على سطح المعدن التي تزيد سرعة الإلتلاف وذلك بحذف من السطح المعدن أما شوارد أو ايونات أو في هيئة ناتج صلب يسمح ميكانيكيا كل السطح [13]



الشكل (11.I) التآكل بالتعرية

✓ التآكل الاختياري:

يحدث هذا النوع من التآكل فقط بالنسبة للسبائك التي تتكون من معدنين أو أكثر بسبب اختلاف موضعي في التركيب ونتيجة لذلك يبقى المعدن الأكثر كاثودية بينما يتآكل المعدن الأكثر انودية. مقاومة السبيكة للتآكل تعتمد على تركيبها وتزداد هذه المقاومة بزيادة تركيز المعدن الأكثر كاثودية في السبيكة [12, 13].



الشكل (12.I) التآكل الاختياري

5.I أضرار التآكل

للتآكل تأثير واسع على كل مورد صناعي وكأنه وباء قاتل ينتشر فيه, منذ وقت ليس ببعيد الحق هذا الوباء خسائر مكلفة وضياعا كبيرا للطاقة. وهناك العديد من الأسباب التي تدفعنا لدراسة التآكل ومحاولة التحكم فيه والحد من آثاره الضارة ومن هذه الأسباب [1,2,3,5,6,8].

1.5.I الأسباب الاقتصادية

إن التآكل مكلف جدا ففي عام 1980م قدرت تكاليف التآكل في الولايات المتحدة الأمريكية بحوالي 80 بليون دولار. حاليا تقدر بـ 286 بليون دولار سنويا أما في بريطانيا فقد قدرت تكاليف التآكل بحوالي 14 بليون جنيه إسترليني عام 1971م أي حوالي ثلاثة بالمائة من الناتج الوطني. وبسبب التآكل هناك دائما الحاجة إلى الدهان وإعادة الدهان للحديد الصلب بالإضافة إلى مئات آلاف الدولارات التي تنفقها الشركات لتصنيع مواد جديدة أكثر مقاومة للتآكل. وهناك تكاليف إغلاق المصانع للصيانة وكذلك تكاليف الأجهزة التي تتعطل بسبب التآكل.

2.5.I الأسباب الامنية

يسبب التآكل مضايقات للناس وقد يفقدون حياتهم فهناك العديد من الحوادث تسبب فيها التآكل من سقوط طائرات (حادثة طائرة في الدانمرك) إلى غرق السفن وانفجار مفاعلات نووية (ثري مايل ايلاند عام 1979) وغيرهم....

3-5-I الأسباب الصحية

عند تأكل الأنابيب النفطية المدفونة في الأرض فان هذا يؤدي إلى تلويث البيئة وتسرب مواد سامة إلى النباتات والمياه وبالتالي إلى الإنسان مما يعرضه لمشاكل صحية خطيرة ويمكن مسرطنة.

يمكن تجنب التآكل أو تأخيرها بالخطوات التالية:

-استكشاف خطر التآكل في المراحل المبكرة وإيقاف تفاعلاته الغير المرغوبة.

- اختيار المعدن المناسب للبيئة المطلوبة.

- توفير وتطوير التغليف المقاوم للصدأ.

-وضع تصاميم واليات تقلل آثار التآكل إلى أقصى حد ممكن.

-تقليل قابلية التآكل التي سببها المحيط من خلال المعالجة الكيميائية مثل استخدام مثبطات التآكل.

للحماية من التآكل استعملت عدة طرق مختلفة سواء على مستوى تغيير المعدن أو على مستوى تغيير الوسط الأكال ويتم هذا الأخير بإضافة مركبات إلى الوسط الأكال تسمى المثبطات تقوم بالتقليل أو الحد من التآكل باليات حماية مختلفة ويجذب استعمالها صناعيا نظرا لسهولة الاستعمال والتواجد والتكلفة.

تؤثر وتغير في آلية التآكل ولا تؤثر في الخصائص الفيزيائية للوسط [14].

6.I تعريف المثبط

هي مركبات كيميائية (عضوية أو معدنية) التي يمكنها التقليل من معدل التآكل عند تواجدها بكميات ضئيلة في الوسط الأكال لتخفيض من سرعة التآكل. حيث تعمل على تكوين طبقة رقيقة على سطح المعدن وتفاعل مع السطح الملامس له أو بالتقليل من احتمال حدوثها أو الاثنين معا [9,15].

وتحسب مردود التثبيط بالعلاقة التالية:

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

مردود التثبيط $R\%$

السرعة بدون المثبط V_0

السرعة بوجود المثبط V

1.6.I تصنيف المثبط

تصنف المثبطات حسب عدة عوامل منها [9,16,17]:

✓ مجال التطبيق.

✓ آلية التفاعل.

✓ تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية.

✓ طبيعتها.

2.6.I مجال التطبيق

✓ في الأوساط المائية: يمكن أن نميز نوعين المثبطات المستخدمة في الأوساط الحمضية والتي يمكنها منع عملية

الهجوم الكيميائي على سطح المعدن عند تنظيفه. والمثبطات المستخدمة في الأوساط المعتدلة.

✓ في الأوساط العضوية: تستعمل كميات معتبرة من مثبطات التآكل في زيوت تشحيم المحركات والوقود.

✓ في الأوساط الغازية: عموماً تستخدم المثبطات في الأوساط الغازية من أجل حماية الأجهزة الدقيقة والحساسة

وكذلك القطع الالكترونية أثناء نقلها أو تخزينها لحمايتها من التآكل الذي يمكن أن يسببه الهواء.

3.6.I حسب آلية التفاعل

يمكن أن نميز التشبيط:

✓ بالخمولية: هي مركبات تفاعل مع سطح المعدن مكونة أكاسيد حاملة كيميائياً اتجاه الوسط الأكال.

✓ بالترتيب بإزالة العنصر الأكال: يعمل هذا النوع من المثبطات على إزالة العامل المساعد على التآكل في

الوسط التآكلي وذلك بالتفاعل الكيميائي مع هذا العامل ومن أهم أنواع هذه المثبطات كبريتيد الصوديوم

والهيدراين.

✓ بالامتزاز: في هذا النوع تكون المثبطات عبارة عن مركبات عضوية تضاف إلى الوسط التآكلي فيحدث لها

امتزاز على سطح المعدن المعرض للتآكل فتمنعه من تفاعل مع الوسط [3,9,16].

● الامتزاز الفيزيائي: هي ظاهرة تلقائية ناشرة للحرارة. وتكون القوى التي تربط المعدن بالمثبط

قوى الكترولستاتيكية ضعيفة حيث هذا النوع من الامتزاز يحفظ هوية الجزيئات المدمصة. ونميز

ثلاث أنواع من القوى :

✓ قوى الانتشار van der waals دائماً موجودة.

✓ القوى القطبية وتكون حصيلة وجود حقل كهربائي.

✓ الروابط الهدروجينية الناتجة من مجموعة الهيدروكسيل أو الأمين.

- الامتزاز الكيميائي: على عكس الامتزاز الفيزيائي فان الامتزاز الكيميائي يشتمل على تكون مركب كيميائي على سطح الصلب (المعدن) يسمى مركب السطح ويشتمل على تبادل أو مشاركة الكترونية من السطح الماز والجزئي أو الذرة الممتزة. حيث تنشأ روابط كيميائية مستقرة على أساس طاقات الروابط وأغلبية الالكترونات آتية من الأزواج غير الظاهرة في الجزئيات المثبطة O.N.S.P وهذه الذرات تتميز بكهروسالبيتها العالية عن بقية الذرات ويتميز الامتزاز الكيميائي دائما بالية عكوسة [18].

الصفات المميزة للامتزاز الفيزيائي والكيميائي:

الجدول (1.I) صفات الامتزاز الفيزيائي و الكيميائي.

الامتزاز الكيميائي	الامتزاز الفيزيائي
حرارة الامتزاز من حوالي 80 كيلو جول /المول عندما يمكن ان يحدث الامتزاز عند درجات حرارة عالية .	حرارة الامتزاز اقل من 40 كيلوجول /المول الامتزاز يكون بكمية مقدرة فقط عند درجات حرارة اقل من نقطة الغليان المادة الممتزة .
مقدار الزيادة في الكمية التي يمكن أن تمتز تنقص مع كل زيادة في ضغط المادة الممتزة .	مقدار الزيادة في الكمية التي يمكن أن تمتز تزداد مع كل زيادة في ضغط المادة الممتزة .
الكمية التي يمكن أن تمتز على السطح تعتمد على كليهما المادة الممتزة والمادة المازة .	الكمية التي يمكن أن تمتز على السطح دالة أكثر بالنسبة للمادة الممتزة على المادة المازة .
يمكن أن تتضمن عملية الامتزاز وطاقة التنشيط .	طاقة تثبيط عملية الامتزاز ليست ذات قيمة .
على الأكثر طبقة ممتزة واحدة قد تتكون.	الطبقات الممتزة متعددة .

ايزوتارم الامتزاز: هو العلاقة بين كمية المادة الممتزة في المواقع النشطة وكمية المادة في الطور الغازي أو الطور السائل المتصل بالسطح عند درجة حرارة معينة .

عموما تعطى كمية المادة الممتزة في المواقع بتغطية السطح Θ . تمثل المواقع المشغولة في السطح . أكثر انواع ايزوتارم الامتزاز المطبقة علميا هي لانغمير وتمكين .

ايزوتارم لانغمير: هي معادلة تربط بين نسبة امتزاز الجزيئات على السطح الصلب وضغط الغاز أو تركيز الوسط عند درجة حرارة ثابتة.

4.6.I حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزيئية :

(ا) الانودية: هي مركبات تعمل على التقليل من سرعة التفاعل الانودي للاكسدة حيث تخفض كثافة التيار الانودي وتزيح كمون التآكل نحو اليمين وذلك بتمغنط المسامات المصعدية في المعدن باتحادها مع ايونات Fe^{+2} لتشكيل راسب يؤدي الى سد المناطق المتآكلة .

(ب) الكاتودية: هي مركبات الكتروفيلية لها الميل لاكتساب الإلكترونات تؤدي الى تغطية المنطقة المهبطية من المعدن وتحدث لها عملية امتزاز على هاته المنطقة. اما الجزء الهيدروكربوني الجاف يشكل الطبقة الواقية للمنطقة المهبطية .

(ج) المثبطات المختلطة: هي مثبطات تعمل على تخفيض كثافة التيار للتفاعلين المصعدي والمهبطي معا مع تغيير طفيف في كمون التآكل.

5.6.I حسب تركيبها:

- غير عضوية (معدنية): هي أساسا مركبات من مصادر معدنية عادة لا تحتوي على الكربون في بنائها غالبا ما تكون عبارة عن أملاح بلورية مثل كرومات الصوديوم . تتحلل في الماء مكونة الكاتيونات أو الايونات يعد الأثر التثبيطي لهذه الأملاح إلى الايون السالب . ومن امثلة ذلك الايون الكرومات انيون السيليكات وانيون الفوسفات وانيون الموليبدن. تستعمل هذه المثبطات بشكل واسع خاصة في الأوساط القاعدية . أما في الأوساط الحمضية فأكثرها استعمالا هي تلك التي تحمل ايون اليود . في حين تمت دراسة الايثر التثبيطي ايونات الليثيوم و المغنزيوم على الالمنيوم في الأوساط المتعادلة [9].
- عضوية : هي عبارة عن مركبات كيميائية لها أزواج قطبية في تركيبها الجزيئي .

7.I المبادئ العامة لاستخدام المثبط:

- تعيين الطبيعة الكيميائية وخواص الإذابة للمثبطات.
- يجب ان يكون المثبط قادرا على الالتصاق بالمعدن المطلوب حمايته ليكون مؤثرا.
- يجب ان يكون التركيز 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.

8.I موانع استعمال المثبطات:

- لا تضاف المثبطات إلى كل الأنظمة التاكليية. إنها قد تؤدي إلى تلوث الوسط.
- معظم أنواع المثبطات تكون سامة، لذا فهي لا تستخدم في الوسط الخاص بتحضير المواد الغذائية 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.

الفصل الثاني

الدراسة النظرية للنبته

1.II نبتة العلندة

هذه النبتة العشبية استطاعت تجاوز 1م من الطول مع رائحة صنوبر قوية وطعم لاذع، نباتات العائلة تتكون أساسا من شجيرات مقاومة ودائمة. ونباتات عشبية ذات مدى حياة طويل. وهي تعود إلى نباتات ثنائية المسكن حيث البعض منها أحادي المسكن والتي تظهر بأوراق متمو ضعة حول الساق بطريقة دائرية وقابلة للتساقط حيث الأوراق المتقابلة تأخذ شكل حراشف (قشور) حيث الأزهار أحادية الجنس (الزهور الذكرية والأنثوية منفصلة يمكن لبعض منها إن تكون ثنائية المسكن (ذكرية وأنثوية في نفس الوقت) [19].

2.II الجنس: يحتوي جنس Ephédra على 60 نوع .



الشكل (1.II) نبتة العلندة.

3.II الأسماء الشائعة لعشبة العلندة

العربي = العلندة.

العلمي = Ephédra alata.

الانجليزي = Joint pine éphédra leafless.

الفرنسي = Alanda .

4.II التصنيف العلمي لعشبة العلندة

الجدول (1.II) التصنيف العلمي للعلندة.

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Gnetopsida
Ordre	Ephedrales
Famille	Ephedraceae
Génère	Ephedra
Espèces	Ephédra alata

5.II التوزيع الجغرافي

يتوزع نبات *Ephédra alata* بكثرة في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية . كما تتواجد في الصحراء الكبرى العربية في شمال أفريقيا (المغرب - ليبيا - مصر - الجزائر) وفي آسيا خصوصا المملكة العربية السعودية والمناطق الاستوائية في أوروبا كما تتواجد شمال ووسط أمريكا وأمريكا الجنوبية على طول جبال الانديز من الإكوادور إلى الأرجنتين أما في الجزائر يكثر تواجد النبات في الصحراء الشمالية الغربية على مستوى الأراضي الرملية تحديداً في المناطق الرملية في الجزء الصحراوي الشرقي وولاية الوادي (المنطقة المأخوذة منها العشبة التي تمت عليها تجاربنا) بلدية انقوسة ديبش - ورقلة).

6.II الاستعمالات الطبية

- حالة اضطرابات الدورة الدموية أمراض الكلى واضطرابات الجهاز الهضمي . أمراض المناعة الذاتية.
- مضادة السرطان حيث أثبت دار التجارب أن لها تأثير مباشر وسريع على سرطانات الجهاز الهضمي خاصة في بدايته وبينت قدرتها على مقاومة الخلايا السرطانية والحد من انتشارها.

- يستخدم لعلاج الربو واحتقان الأنف مضاد للفيروسات وخصوصا فيروس الايدز.
- استخدم المستخلص المائي للنبات ضد نمو وإنتاج مركب المسبب لأمراض الفطرية
- يمنع انخفاض ضغط الدم أثناء التحذير الموضعي يعطي بالحقن العضلي تحت الجلد قبل إجراء التحذير.
- كذلك استخدم لعلاج سلس البول من خلال تحفيز لعضلات المثانة.

كما تستعمل خارج الطب في:

- مصدر هام للحطب تستخدم في الصباغة والذبابة عن طريق طحن الأغصان ووضع المسحوق المتحصل عليه مع المواد المراد صباغتها في ماء.
- تستخدم استهلاك الحيوانات مثل الماعز [20].

7.II المركبات الكيميائية للنبات

يصنع النبات مركبات كيميائية بفضل عمليات عالية الخصوصية تدعى بعمليات الايض وتتضمن عمليات البناء وعمليات الهدم وبين أن الخلايا النباتية تصنع العديد من المركبات مثل الليبيدات والسكريات والبروتينات وتسمى بمركبات الايض الاولي. وبفضل هذه المركبات تنج مركبات أخرى تعرف بمركبات الايض الثانوي. هذه المركبات لا تتدخل في الدور المباشر على مستوى الفعالية الأساسية في العضو النباتي. لكنها تقوم بدور هام في النبات من اجل المحافظة على استمراره وبقائه [19,20].

8.II بعض المركبات المفصولة من العنقدة

- ✓ القلويدات : Ephédrine (-) / Pseudo éphédrine (+).
- ✓ الفلافونويدات : Quercetin 3-rhamosi / digalloylgucopyranose

الفصل الثالث

طرق حساب سرعة التآكل

1.III الطرق المستعملة في دراسة سرعة التآكل:

لقد ظهرت طرق دراسة سرعة التآكل عند ظهور مشكل التآكل وهذا للمساعدة على إيجاد الحلول والتخفيف من أضراره وأخطاره. فاختلقت باختلاف الوسائل التي تستعمل في الدراسة من بين هذه الطرق نذكر:

- الطرق الكلاسيكية (طريقة الضياع في الكتلة و طريقة المعايرة)

- الطرق الحديثة (الطرق الكهروكيميائية) [8,7,6,3].

1.1.III طريقة الضياع في الكتلة

هي طريقة يدوية كلاسيكية نقدم من خلالها يمكن تحديد بعض شروط الطرق الحديثة.

• طريقة العمل:

- تحضير قطع من الفولاذ المراد إجراء الدراسة عليها تكون القطعة منتظمة باستطاعتنا حساب مساحتها ولتكن

عبارة عن متوازي المستطيلات [4,1]

- صقل هذه القطع بواسطة أوراق الكشط مختلفة الحجم والأبعاد.

- تحسب الكتلة والمساحة لهذه القطع.

- تغمر هذه القطع في المحاليل المراد اختبارها ولمدة معينة.

- تحسب كتل القطع بعد الغمر.

لإجراء كل هذه الحسابات نستعمل قوانين واضحة وهي:

• لحساب سرعة التآكل:

$$V_{corr} = \frac{\Delta m}{St} \quad (1. III)$$

V_{corr} : سرعة التآكل في غياب المثبط.

Δm = فرق الكتلة قبل وبعد الغمر.

S = مساحة قطعة الفولاذ.

t = زمن الغمر.

● لحساب مردود التثبيت:

$$R\% = \frac{V_{corr} - V_{inh}}{V_{corr}} \times 100 \quad (2. III)$$

R% = مردود التثبيت.

Vinh = سرعة التآكل بوجود مثبط .

● ايجابيات طريقة فقدان الوزن:

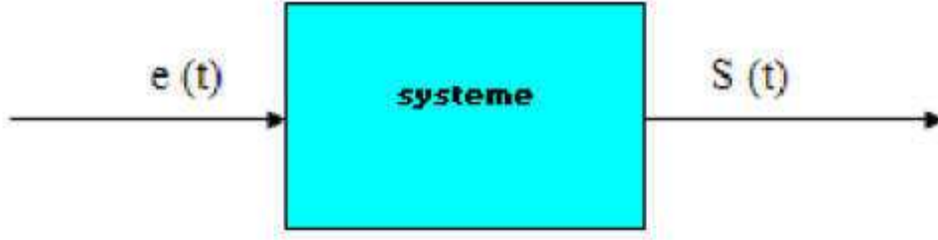
- سهولة إجرائها.
- خلوها من التعقيدات.
- لا تتطلب أجهزة خاصة.

● سلبياتها:

لا تصلح لقياس معدل التآكل لجميع المعادن. لاسيما تلك التي تتعرض للتآكل عن طريق الشغرات أو الفجوات، ذلك لان مساحة انتقال الكتلة في هذه الحالة تكون مستمرة التغير، إضافة إلى أن هذه الفجوات قد تكون عميقة إلى القدر الذي يسمح لها 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 [8,15].

III.1.2 الطرق الالكتروكيميائية :

يؤثر على الجملة الالكتروكيميائية بمؤثر خارجي وهو عبارة عن إشارة ذات طابع فيزيائي مثل إشارة خارجية ضوئية حرارية كيميائية مغناطيسية. ثم نقوم بتسجيل استجابة الجملة S(t) لهذا التأثير [3].

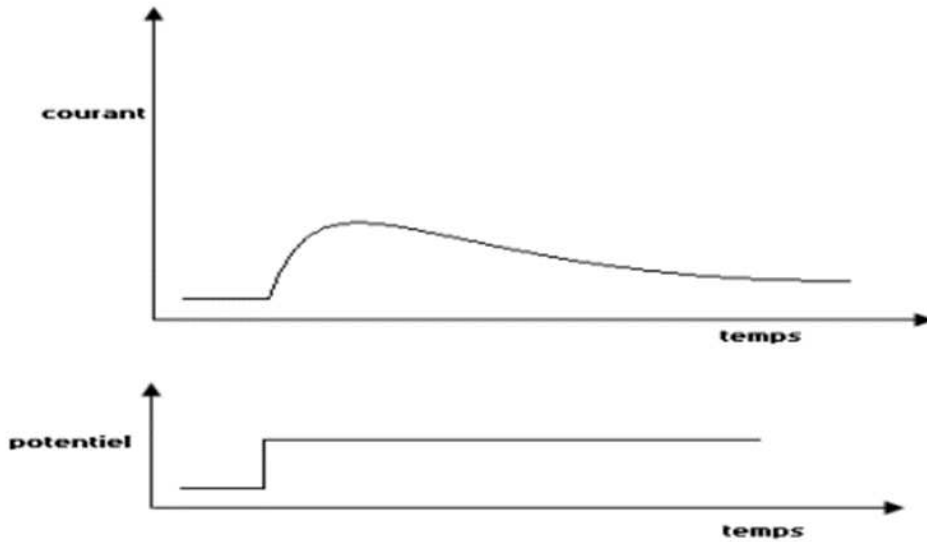


غالبا ما تكون إشارة الدخول كهربائي. إما إحداث تغيير في الكمون $E(t)$ أو تغيير في التيار $I(t)$ ثم تقاس الاستجابة الحاصلة والتي هي على الترتيب تغيير في التيار أو في الكمون. وعلى حسب إشارة الدخول $e(t)$ كونها ثابتة خلال الزمن *statique* أو متغيرة *évaluation* طرق الالكتروكيميائية تقسم إلى نوعين:

1.2.1.III الطرق الالكتروكيميائية المستقرة وهي نوعان:

• Methode potentiostatique

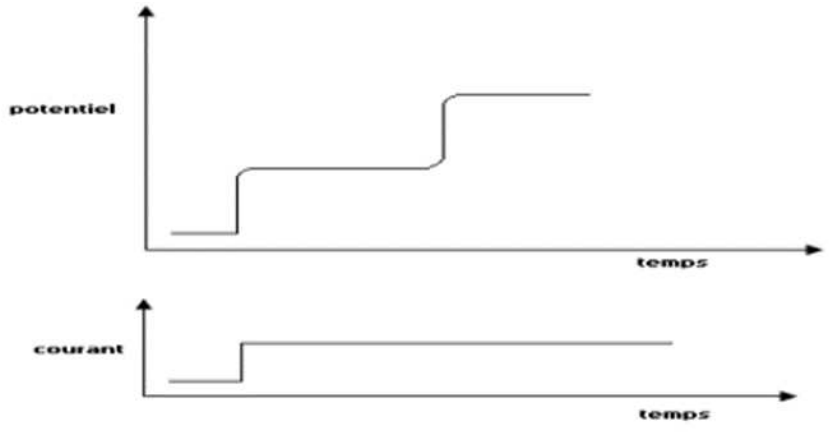
حيث يفرض على الجملة كمون ثابت ثم نقوم بقياس تغيرات التيار الحاصلة خلال الزمن. تفيد في دراسة طرق نقل المادة داخل المحلول أو لدراسة تكون طبقة خمالية.



الشكل (1.III) منحنى استجابة الجملة لتغير في الكمون.

• Methode intentiostatique

تفرض على الجملة تيار ثابت ثم نقيس تغيرات الكمون خلال الزمن

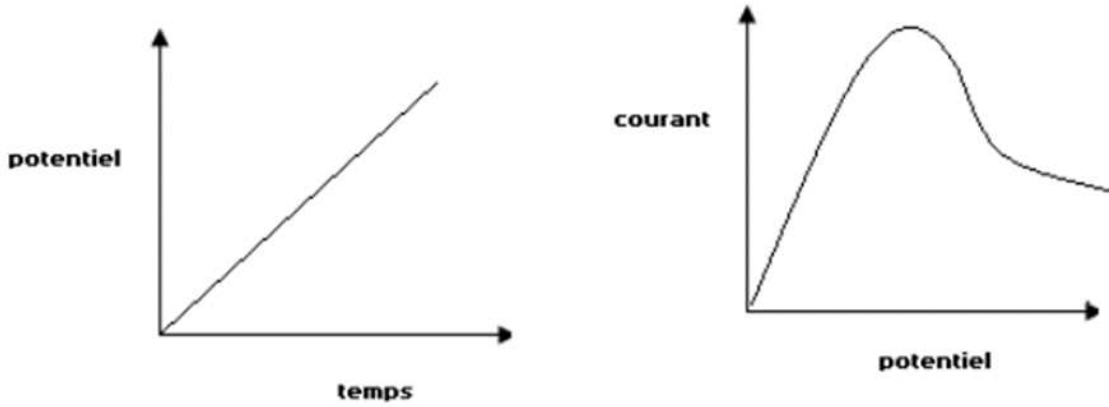


الشكل (2.III) منحني استجابة الجمللة لتغير في التيار.

III.2.1.2 الطرق الالكتروكيميائية المتغيرة:

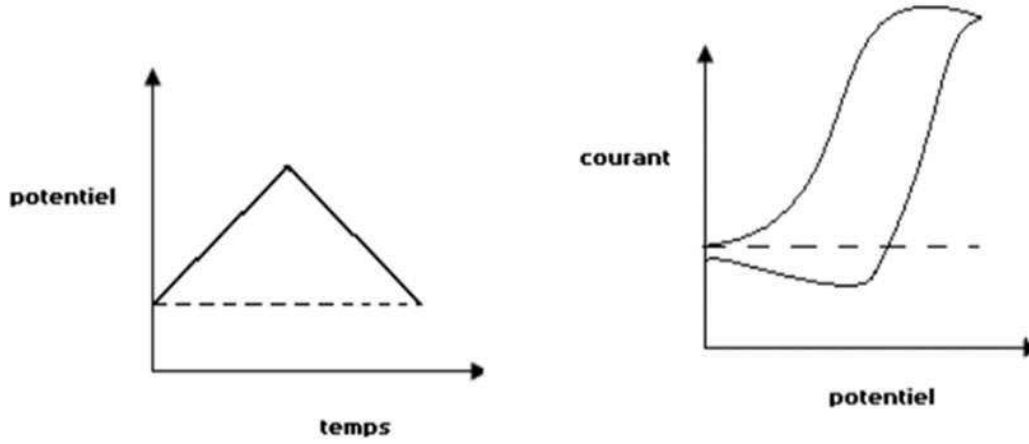
الإشارة المعطاة للجمللة (سواء كانت تيار او كمونا) غير ثابتة خلال الزمن من بين هذه الطرق نذكر:

- الفولطامترية البسيطة



الشكل (3.III) منحني الاثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية البسيطة.

• الفولطامترية الحلقية



الشكل (4.III) منحني الاثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية الحلقية.

3.2.1.III مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية:

تعريف الطريقة

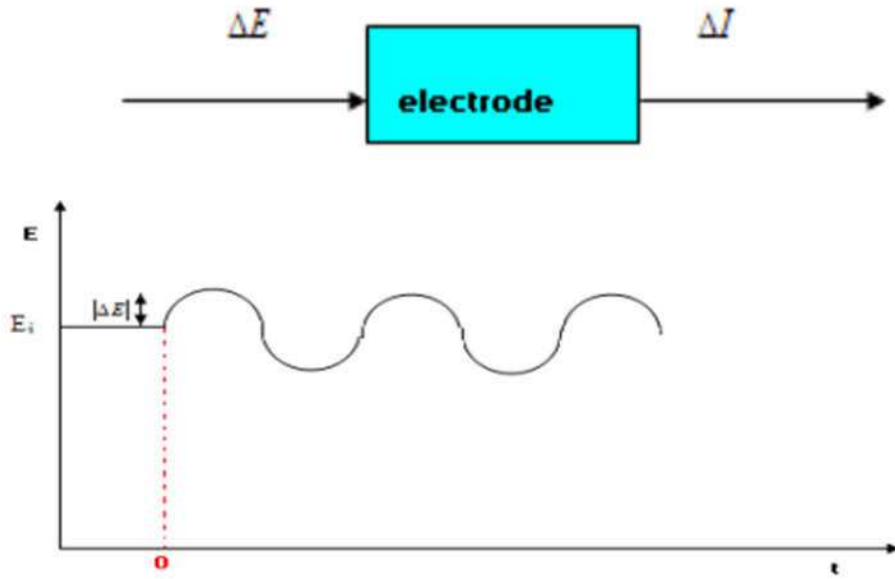
هي واحدة من الطرق الالكتروكيميائية المتغيرة، وهي الطريقة الأكثر استعمالا لدراسة التآكل واليات التفاعل وتشكل الطبقات على المساري وقياس سرعة التفاعل المنتظم. تتمثل هذه الطريقة في قياس استجابة المسرى لتغير جيبى في كمونه (وذلك بالتغيير في قيمة التواتر) ويعطى بالعلاقة:

$$\Delta E = |\Delta E| \sin(2\pi ft) \quad (3.III)$$

$|\Delta E|$ سعة التغير وقيمتها ضعيفة لا تتجاوز 10mv هذا التغيير نحدثه على كمون المسرى الابتدائي Et سواء أكانت مصعدا أو مهبطا في الخلية تحليل كهربائي أو في بيل كهربائي.

استجابة المسرى للتغيير في الكمون تكون على شكل تغير جيبى في التيار عبارته:

$$\Delta I = |\Delta I| \sin(2\pi ft - \emptyset) \quad (4.III)$$



الشكل (5.III) منحنى الاثارة الجيبية لكمون المسرى.

نتيجة لذلك تنشأ داخل الجملة ممانعة Z تعطى بالعلاقة:

$$Z = \frac{\Delta E}{\Delta I} \quad (5.III)$$

بتغيير قيم التواتر بواسطة مولد الإشارات نحصل في كل مرة على قيمة للممانعة Z التي تكتب على شكل عدد مركب بشقيه الحقيقي Z_{im} والتخيلي Z_{Re} :

$$Z = Z_{Re} + iZ_{im} \quad (6.III)$$

مجموع قيم الممانعة المتحصل عليها ترسم في المعلم المركب plan complexe و ندعو المنحنى الناتج بمنحنى نيكويست (Diagramme de Nyquist).

الممانعة الكهربائية Z

هي مقدار فيزيائي يعبر عن مدى الإعاقة أو المقاومة التي يبديها عنصر كهربائي في دائرة كهربائية عند مرور تيار متناوب وحدتها الاوم Ω .

حساب الممانعة

عند إحداث فرق كمون جيبي بين طرفي جزء في دائرة كهربائية عبارته على الشكل:

$$\Delta E = |\Delta E| \sin 2\pi ft \quad (7.III)$$

فانه يتولد في الدارة جيبي عبارته من الشكل:

$$\Delta I = |\Delta I| \sin(2\pi ft - \phi) \quad (8.III)$$

ϕ فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون.

الممانعة الناشئة داخل الدارة تعطى بالعبارة:

$$Z = \frac{\Delta E}{\Delta I} \quad (9.III)$$

لدينا:

$$\exp(ia) = \cos a + i \sin a \quad (10.III)$$

بتعويض العلاقة (10.III) على العلاقتين (7.III) و (8.III) يكون لدينا:

$$\Delta E = |\Delta E| \exp(i2\pi ft) \quad (11.III)$$

$$\Delta I = |\Delta I| \exp[i(2\pi ft - \phi)] \quad (12.III)$$

بقسمة على طرف لطرف:

$$Z = |Z| \exp(i\phi) \quad (13.III)$$

$$|Z| = \frac{|\Delta E|}{|\Delta I|} \quad (14.III)$$

وباستعمال التحويل الرياضي السابق (10.III) يكون لدينا:

$$Z = |Z| \cos \phi + i |Z| \sin \phi \quad (15.III)$$

بمقارنة مع المعادلة (6.III):

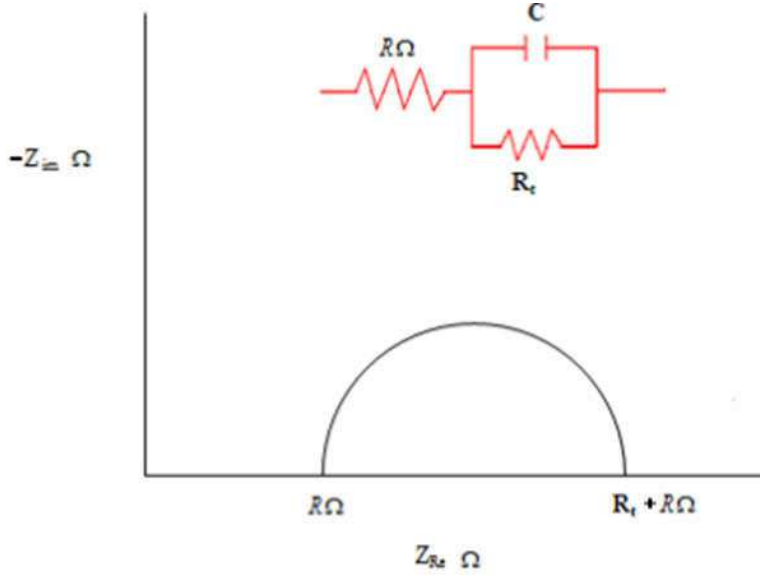
$$Z_{Re} = |Z| \cos \phi, \quad Z_{Im} = |Z| \sin \phi \quad (16.III)$$

ترسم الممانعة في معلم مركب حيث تمثل بشعاع طويلة $|Z|$ و عمدته ϕ و التي تتغير بتغير التواتر:

$$\phi = 2\pi f \Delta t$$

(17.III)

تغير في كل مرة قيم التواتر لنحصل على قيمة جديدة للممانعة مجموع القيم المتحصل عليها ترسم في المعلم المركب معطية للمنحنى المعروف منحنى نيكويست.

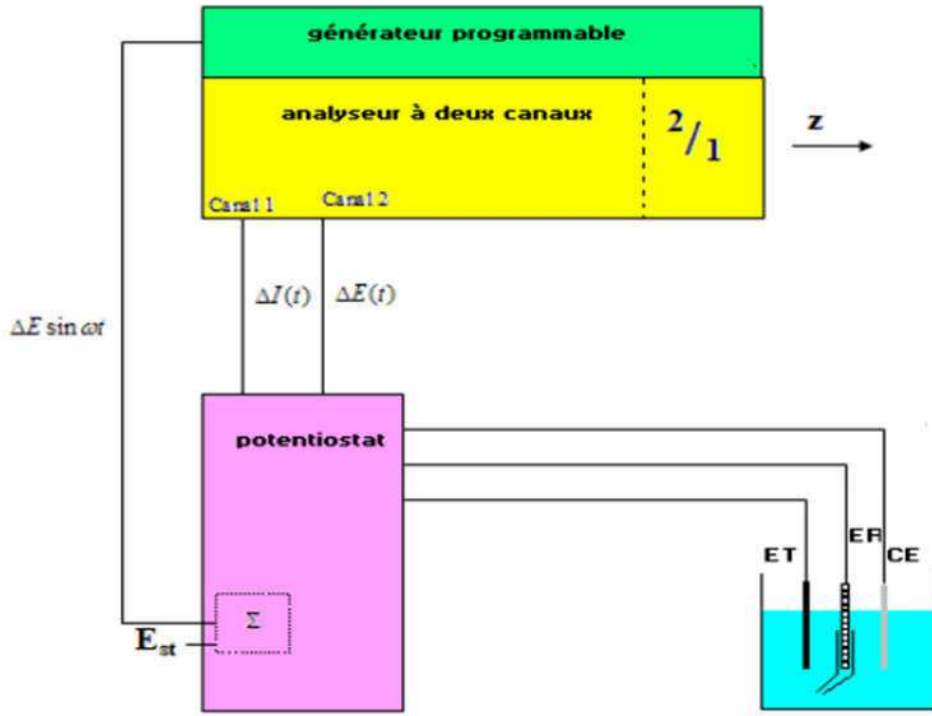


الشكل (6.III) منحنى نيكويست لدارة مكافئة بسيطة.

القياس التجريبي للممانعة الالكتروكيميائية

الاجهزة المستعملة:

- خلية الالكتروكيميائية بثلاث مساري
- خلية
- مواد الاشارات
- محلل دوال الانتقال
- جهاز كمبيوتر



الشكل (7.III) تركيبية قياس الممانعة.

2.III الدراسة الحركية والترموديناميكية للتآكل:

✓ كمون النظامي لمسري

يقصد بالمشري كل ناقل معدني في تماس مع الالكتروليت. و الالكتروديميائيا المشري هو تفاعل الأكسدة أو الإرجاع (انتقال الشحنات) حيث لا يمكن قياس كمون المشري إلا بالنسبة لمسري آخر تتخذه كمرجع للقياس [1].

✓ معادلة نرنست

تطبق العلاقة على مشري في حالة توازن حيث يعطى كمونه العكوس بالعلاقة:

$$E_{rev} = E_0 + \frac{RT}{nf} \log \frac{[OX]}{[red]} \quad (18.III)$$

OX/red : الكمون النظامي للثنائية E_0 .

كمون الحماية لمسرى لكي يحدث تآكل للمسرى لا بد أن يحقق كموه العلاقة:

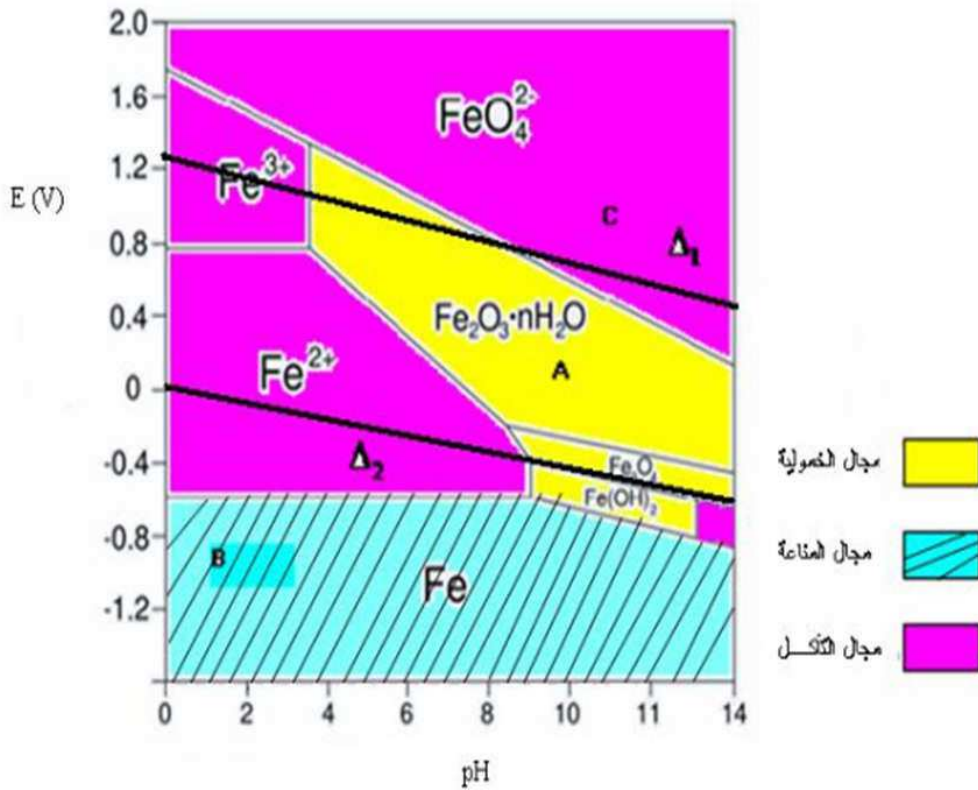
$$E > E_{rev}$$

(19.III)

ونقول انه حدث استقطاب.

✓ منحنى بوربييه

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

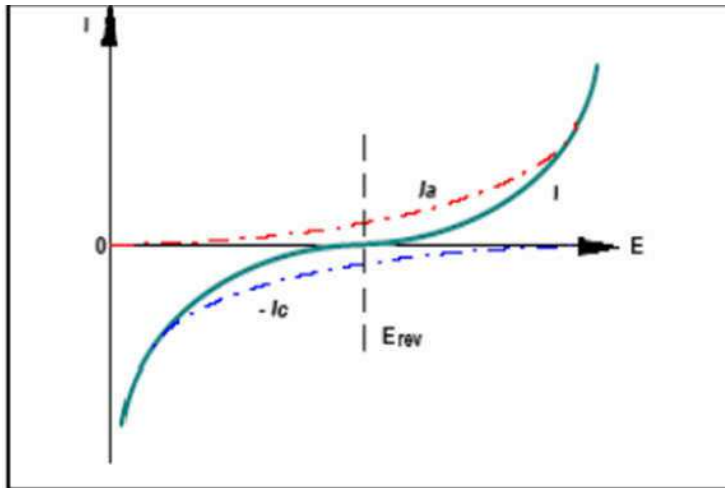


الشكل (8.III) منحنى بوربي لحديد في وسط مائي عند درجة حرارة 25م⁰

- **منطقة التآكل:** وهي منطقة التي يتفكك فيها المعدن وتشكل مركبات قابلة للذوبان في المحلول الكتروليتي وتكون عند الحديد ابتداء من الكمون $E = -0.44V$.
- **منطقة الخمولية:** وهي التي تتشكل فيها طبقة واقية من الأكسيد Fe_3O_4 بوجود الأوكسجين وذلك بتركيز عالية وبذلك تحد 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 ي هذه حماية كاتودية للمعدن [22,21,3].

III.3 دراسة الحركية لتفاعلات التآكل:

- ✓ **المسرى البسيط:** عند حدوث تفاعل واحد في الجملة (معدن / الكتروليت) ندعو الجملة عندئذ بالمسرى البسيط.
- ✓ **المسرى المختلط:** يحدث في الجملة تفاعلي أكسدة إرجاعيه أو أكثر.
- ✓ **منحنى الاستقطاب:** تدرس سرعة التفاعل الكتروليتي تغيرات التيار بدلالة الكمون هذه التغيرات تعطى منحنى $E = f(i)$ او $i = f(E)$ و هي منحنيات الاستقطابية للتفاعل.



الشكل (9.III) منحنى الاستقطابية

✓ منحنى تافال: يعطى بالعلاقة بين اللوغاريتم كثافة التيار وفرق الجهد $\eta = E - E_{corr}$ من علاقة بولترفولمار:

$$i = i_0 \exp\left(\frac{\eta}{B_a}\right) - i_0 \exp\left(\frac{\eta}{B_c}\right) \quad (20.III)$$

يمكن تحديد مجال تافال الاندودي (مجال الكمون):

$$i = i_0 = i_0 \exp\left(\frac{\eta}{B_c}\right) \quad (21.III)$$

$$\eta = -B_a \ln(i_0) + B_a \ln(i) \quad (22.III)$$

بإدخال اللوغاريتم العشري وتعريف ثوابت تافال نحصل على:

$$\eta = aa + ba \log(i) \quad (23.III)$$

$$aa = -2.303B_a \log(i_0) \quad (24.III)$$

$$ba = 2.303B_a \quad (25.III)$$

مجال تافال الكاتودي هو المجال الذي يكون فيه:

$$i = i_c = -i_0 \exp\left(-\frac{\eta}{B_c}\right) \quad (26.III)$$

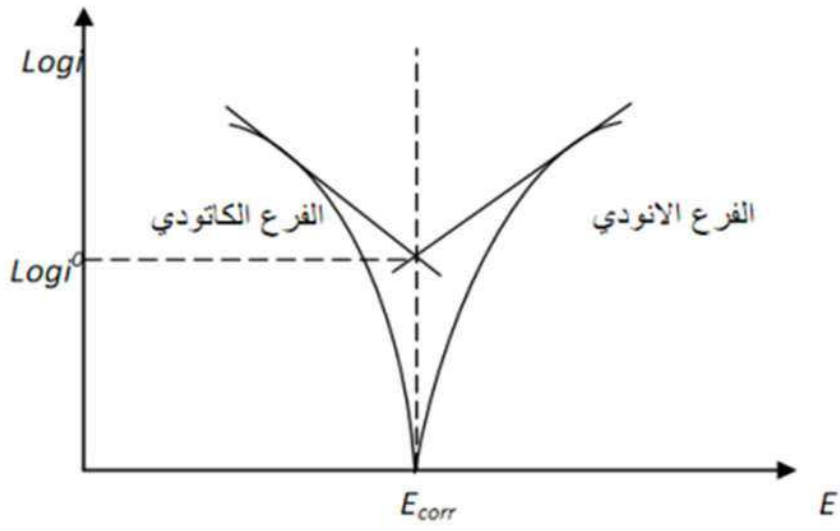
$$\eta = B_c \ln i_0 - B_a \ln |i| \quad (27.III)$$

ومنه نجد ثوابت تافال:

$$\eta = ac + bc \log |i| \quad (28.III)$$

$$ac = 2.303B_c \log i_0 \quad (29.III)$$

$$bc = -2.303B_c \quad (30.III)$$



الشكل (10. III) منحنى تافال.

الجانب العملي

الفصل الرابع

الدراسة التثيضية بطريقة فقدان

الوزن

1.IV مقدمة

تطرقنا في الجانب العملي إلى تأثير الفاعلية التثبيطية لمستخلص عشبة العلندة على الفولاذ XC52، في وسط حمضي (حمض لكبريت بتركيز واحد مولاري). و ذلك بتغيير من تركيز المثبط واستعملنا طريقتين هما:

✓ الطريقة الكلاسيكية (فقدان الوزن).

✓ الطريقة الالكتروكيميائية (منحنيات الاستقطاب واستخراج منحنيات تافال).

لكن نظرنا للظروف (انتشار فيروس كورونا) تعذر علينا استعمال الطريقة الثانية فاستبدلناها بطريقة مقارنة النتائج في نفس الظروف لدراسات سبقتنا).

وكانت طريقة العمل كمايلي:

✓ استعراض الوسط الأكال والفولاذ.

✓ الشروط التجريبية.

✓ استعراض تحضير المثبط المدروس.

✓ دراسة الفاعلية التثبيطية عن طريق فقدان الوزن.

✓ حساب زمن الغمس.

✓ حساب سرعة التآكل والمردود من دون المثبط ثم بوجوده مع التغيير في تركيزه.

✓ رسم المنحنيات بدلالة التركيز.

✓ دراسة الامتزاز برسم منحني لانغمير.

✓ منحني تمكين.

✓ مقارنة الطريقة الالكتروكيميائية بدراسة سابقة.

✓ تفسير النتائج.

✓ خلاصة عامة.

2.IV استعراض الوسط الأكال والفولاذ

1.2.IV الوسط: اخترنا حمض الكبريت لأنه من الأوساط الأكثر استعمالاً في الصناعة ويمتاز بأنه حمض قوي جداً. تم اختياره كمحلول إلكتروليتي راجع إلى:

- ✓ الذوبانية الجيدة للمركبات في هذه الوسائط.
- ✓ تآكل الناتج في أبسط حالات وهو التآكل المعمم.
- ✓ المسؤول على التآكل هو البروتون H^+ فقط والايون المقابل ليس له أي تأثير [24,7,6].
- ✓ تخزن حمض الكبريتيك المركز في الفولاذ الكربوني صلب.

الجدول (1.IV) مميزات حمض الكبريت المستعمل.

الوسط	صيغته	درجة النقاوة	تركيزه المستعمل
حمض الكبريت	H_2SO_4	98%	M1

2.2.IV الفولاذ المستعمل

يعد الفولاذ XC52 من أهم المعادن المستعملة في المنشآت الصناعية، وخصوصاً البترولية ويمتاز بالصلابة وقلة التكلفة. وكغيره من المعادن يتعرض كثيراً لمشاكل التآكل وخصوصاً عندما يكون الوسط حمضي كحمض الكبريت، لذلك ارتأينا إلى دراسة هذه الظاهرة، واخترنا استعمال مستخلص نبتة العنودة الشهيرة كمثبط مع التغيير في تركيز هذا الأخير. الفولاذ المستعمل مأخوذ من أنابيب النفط لمنطقة حاسي مسعود ورقلة ويمتاز بالتركيب الكيميائي الموضحة في الجدول (2-IV).

الجدول رقم (2.IV) التركيب الكيميائي للفولاذ المستعمل.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
0.1038	0.1261	0.971	<0.0021	0.0021	<0.0100	<0.005	<0.0050	0.0320
Co	Cu	Nb	Ti	V	W	Sn	Fe	
<0.0500	<0.0100	0.0419	0.0025	<0.005	<0.0500	<0.0050	<98.7	

حضرنا الفولاذ السابق عبارة عن قطع متوازية المستطيلات ليسهل علينا حساب المساحة لدراسة الطريقة الكلاسيكية و قطع أخرى اسطوانية الشكل بمساحة 1 سم^2 لدراسة الطريقة الالكتروكيميائية.



الشكل (1.IV) قطعة متوازية المستطيلات وأخرى اسطوانية.

قبل أي تجربة نقوم بصقل العينات، وذلك بتمريرها في جهاز الصقل المزود بمصدر مائي للتخلص من الحرارة المنطلقة أثناء الصقل ونستعمل في ذلك أوراق زجاجية كاشطة مثبتة على الجهاز ذات أقطار مختلفة 60-100-400-800-1000-1500-2000، ثم نجفف العينات إلى أن يصبح مظهرها كالمرآة.



الشكل (2.IV) جهاز الصقل الميكانيكي.

3.IV طريقة فقدان الوزن

1.3.IV الشروط التجريبية طريقة فقدان في الوزن



الشكل (3.IV) التجربة المستعملة.

2.3.IV الأدوات المستعملة

الجدول (3.IV) الوسائل المستعملة.

الاسم	الصورة
بيشر 150 مل	
ميزان بدقة 0.01	
قلمة قنوية بدقة 0.01	
الأوراق الزجاجية الكاشطة	

3.3.IV مبدأ طريقة فقدان الوزن

تتلخص في تنظيف العينة المدروسة، وذلك بصقلها جيدا وأخذ أبعادها ثم وزنها ووضعها في الوسط المدروس لمدة معينة، وبعد مرور الفترة نقوم بوزن العينة، وحساب أبعادها. وبحساب الوزن المفقود نقوم بحساب سرعة التآكل. ونفس الخطوات التجريبية نقوم بها بوجود المثبط مع التغيير في تركيزه.

$$V = \frac{\Delta m}{St} \left(\frac{mg}{cm^2} \cdot h \right) \quad (1.IV)$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 \quad (mg) \quad (2.IV)$$

$$S = 2(LD + LH + DH) \quad (mm^2) \quad (3.IV)$$

L الطول، D العرض و H الارتفاع .

ومن اجل تحويل وحدة السرعة الى mm/an نضرب في الثابت k حيث $V = k \cdot v$.

حيث $k = 673846.15$ ولحساب مردود التثبيط نطبق العلاقة التالية :

$$R\% = \frac{V_0 - V}{V_0} * 100 \quad (4.IV)$$

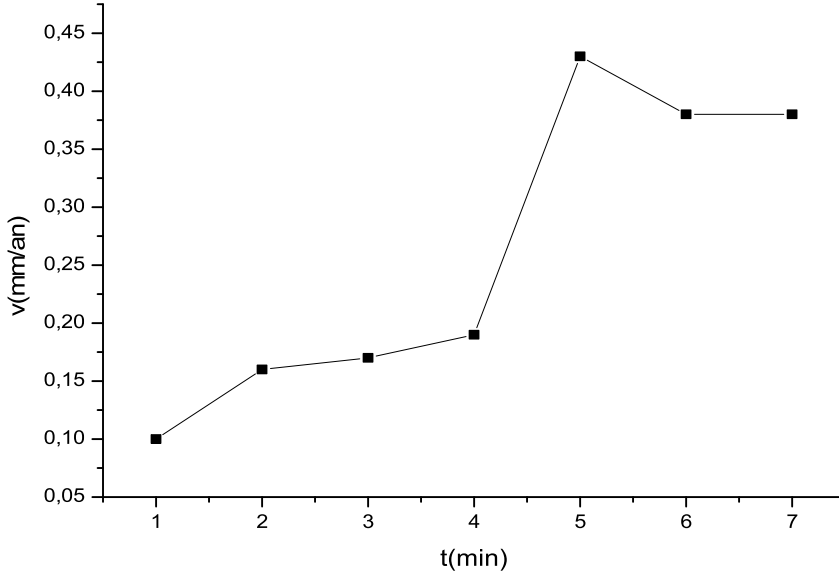
4.3.IV تحديد زمن الغمس

قمنا بتغيير الأزمنة ابتداء من 5 دقائق إلى غاية ساعة مع حساب في كل مرة التغيير في وزن وأبعاد العينة وتم اختيار زمن الغمس 30 دقيقة حيث ازدادت سرعة التآكل ثم ثبتت فيه. كما هو موضح في الجدول التالي.

الجدول (4.IV) تغيرات سرعة التآكل بدلالة الزمن .

V (mm/an)	V* 10 ⁻⁷	Δm (mm)	M2	M ₁	S (mm ²)	H (mm)	D (mm)	L (mm)	T (min)
0.1	1.52	0.007	27.836	27.843	1527.54	8.04	17.57	24.32	5
0.17	2.62	0.012	27.8	27.812	1525.52	8.02	17.57	24.30	15
0.198	2.94	0.009	27.785	27.794	1525.82	8.03	17.57	24.29	20
0.43	6.52	0.024	23.354	23.378	1471.64	7.33	17.64	24.29	25
0.38	5.7	0.026	27.750	27.776	1519.58	7.99	17.47	24.36	30
0.38	5.65	0.029	23.321	23.350	1466.1	7.30	17.60	24.28	35

ومن خلال الجدول نستطيع رسم المنحنى الذي يبين تغير سرعة التآكل بدلالة الزمن وهذا في حالة عدم وجود مشط. ونستطيع رسم المنحنى $V = f(t)$.



الشكل (4.IV) منحنى تحديد زمن الغمر $V = f(t)$.

نلاحظ أن سرعة التآكل تبدأ في الزيادة شيئاً فشيئاً حتى تثبت وهذا لان تشكلت طبقة من الصدأ تتوقف السرعة عن الزيادة تم اختيار زمن الغمر من خلال ذلك وهو 30 دقيقة.

IV-3-5 تحضير المشط

- ✓ قمنا بأخذ نبتة العلندة من منطقة الدبيش (انقوسة ولاية ورقلة) الأغصان والفروع.
- ✓ تجفيف النبتة فوق قطعة قماش نظيفة في مكان جاف بعيداً عن الشمس.
- ✓ تقليبها من حين لآخر.
- ✓ طحنها بعد التأكد من جفافها التام وغربلتها.



الشكل (5.IV) المطحنة.

تحصلنا على المسحوق التالي:



الشكل (6.IV) مسحوق العنقدة .

6.3.IV عملية ترشيح المسحوق (استخلاص المثبط)

✓ قمنا بوزن 100 غ من المسحوق نبتة العنقدة.

✓ وضعه ونقعه في 150 ملل من الماء المقطر.

✓ تركه مع الرج لمدة 24 ساعة.

بعد 24 ساعة قمنا بتشريح المستخلص بأوراق الترشيح والمضخة فتحصلنا على سائل لونه اخضر. تركنا السائل

لمدة 24 ساعة أخرى في الفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية، فتحصلنا بعد جفاف المحلول تماما على

مستخلص لزج بني اللون (احتواء نبتة العنقدة على السكريات).



الشكل (7.IV) المثبط المتحصل عليه.

7.3.IV استعمال المثبط :

قمنا بعد دراسة باختبار عدة تراكيز للمثبط 350 ppm – 300ppm –200ppm –150ppm

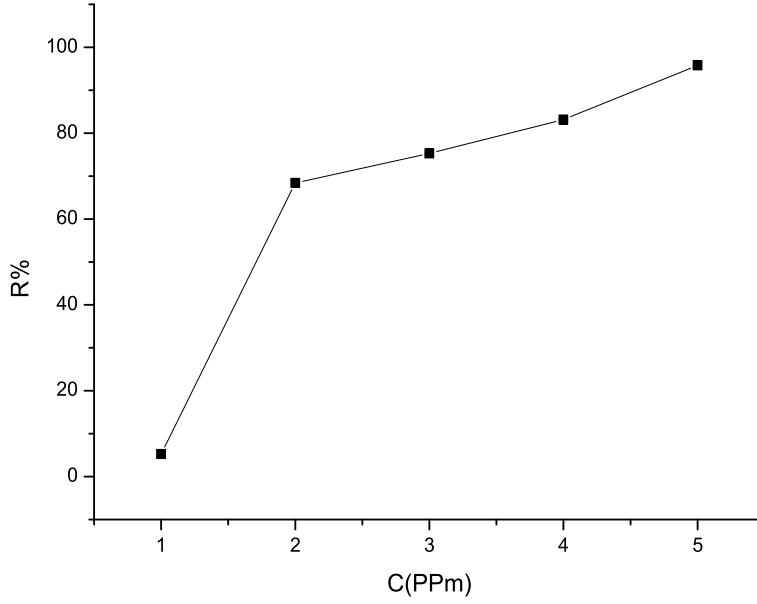
– نتائج بوجود المثبط:

الجدول (5.IV) نتائج التجارب بوجود مثبط.

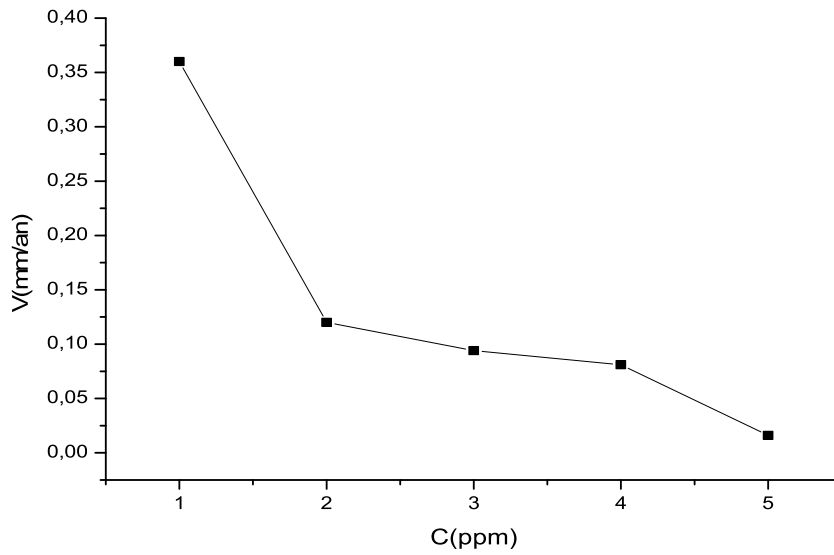
R%	Vmm/an	Δm	M_2	M_1	$S(\text{mm}^2)$	H(mm)	D(mm)	L(mm)	C ppm
5.26	0.36	0.024	23.425	23.449	1465.87	7.24	17.75	24.19	150
68.42	0.12	0.008	27.725	27.733	1450.24	7.17	17.6	24.18	200
75.26	0.094	0.006	23.251	23.257	1426.88	6.91	17.55	24.21	250
83.15	0.081	0.004	23.246	23.250	1384.27	6.51	17.58	24.07	300
95.78	0.016	0.001	23.242	23.243	1387.26	6.50	17.58	24.06	350

يمكننا الجدول من رسم منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة التركيز بوجود المثبط، ثم نرسم منحنى المردود بدلالة تركيز المثبط.

رسم منحنى $V = f(C)$ ومنحنى $R = f(C)$:



الشكل (8.IV) منحنى تغير المردود بدلالة التراكيز.



الشكل (3.IV) منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة التراكيز.

8.3.IV دراسة الامتزاز

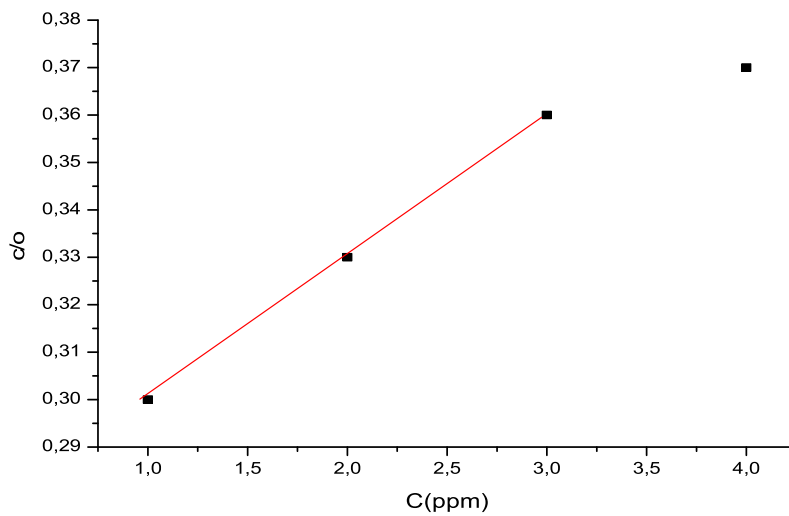
1.8.3.IV ايزوتارم الامتزاز:

لأي معدن صلب عدد معين من المراكز الفعالة على سطحه، والذي ينتج عنه مقدار θ الذي يمثل نسبة التغطية السطح. ولربط بين التركيز الحجمي للمثبط ونسبة التغطية θ المرتبطة بتركيز المثبط. وذلك برسم المنحنى $\frac{C}{\theta} = f(C)$.

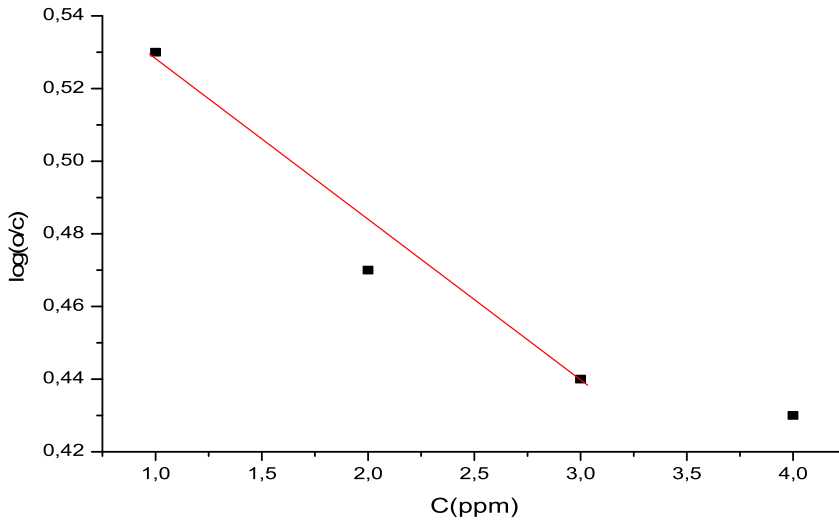
امتزاز التمكين يحدد نسب الترابط بين الجزئيات وذلك برسم المنحنى $\theta = f(\log(\frac{\theta}{C}))$.

الجدول (6.IV) تغير تغطية السطح بدلالة التراكيز.

C	θ
0.2	0.68
0.25	0.75
0.30	0.83
0.35	0.95



الشكل (10.IV) منحنى لانغمير.



الشكل (11.IV) منحنى تمكين.

9.3.IV نتائج طريقة فقدان الوزن

1. حددنا بعد عدة تجارب زمن الغمس والذي قدر 30 دقيقة ثبتت سرعة التآكل فيه وقمنا بحساب سرعة التآكل من دون وجود مثبت ورسمنا منحنى السرعة بدلالة الزمن.
2. في نفس الظروف قمنا بحساب السرعة والمردود بإدخال المثبط، وذلك بتراكيز مختلفة ابتداء من 150 ppm وبدأت سرعة التآكل بالنقصان تدريجياً في كل مرة نزيد من التركيز تناسب عكسيا كلما زاد التركيز نقصت السرعة و لكن المردود كان في ازدياد إلى غاية القيمة % 95.78 حيث بلغ أعلى مردود ويعتبر مردود ممتاز عند تركيز المثبط 350 ppm وهذه نتيجة ممتازة لان الحمض جد قوي والتركيز كان قليل والسرعة تناقصت .
3. من خلال منحنى الامتزاز نجد انه سلك سلوك لانغمير، حيث بلغت قيمة معامل التصحيح $r^2 = 0.999$ مما يبين انه حدث امتزاز على سطح المعدن ويعني نسبة التغطية كانت جيدة.

الفصل الخامس

الدراسة التثبوتية بالطريقة الالكتروكيميائية

دراسات سابقة

1.V الطريقة الالكتروكيميائية

لقد سبقت عدة دراسات للتآكل في وسط حمض الكبريت، تم اعدادها من طرف عدة طلبة واستعملوا أنواع متعدد من لمبطات وتراكيز مختلفة. وكانت النتائج مختلفة.



الشكل (1.V) الطريقة الالكتروكيميائية.

التقييم الأولي للتفاعلية التثبيطية كانت طريقة فقدان الوزن. أما معرفة حقيقة آلية تفاعل التآكل نستعمل طريقة أكثر دقة للتعرف على الظاهر الالكتروكيميائية للتآكل المتمثلة في الانتقال الالكتروني أي تبادل الايونات بين المعدن والوسط الالكتروليتي. فيتم تحديد فعالية المثبط على سلوك الفولاذ XC52. بواسطة الطريقة المستقرة التي تعتمد على رسم منحنيات الاستقطاب $i = f(E)$ ، ومنحنيات تافال $\log |i| = f(E)$ و الطريقة المتغيرة لرسم منحنيات نيكويست للجزء الحقيقي بدلالة الجزء التخيلي. معظم الدراسات السابقة أثبتت تطابق لحد ما بين الطريقتين فقدان الوزن الالكتروكيميائية من ناحية النتائج فإذا كان المثبط جيد النتائج كانت جيدة في كلا الطريقتين والعكس صحيح.

1.1.V الطرق الالكتروكيميائية المستقرة:

يندرج ضمن الطرق رسم منحنيات الاستقطاب. حيث تفيد هذه الطريقة في دراسة حركة انتقال الالكترونات وسرعة التآكل انطلاقا من منحنيات تافال. بما أن مجال الجهد الذي يتم الدراسة فيه أكبر من 120 mV. فانه يمكن الاعتماد كليا على منحنيات الاستقطاب $i = f(E)$ وبذلك رسمت منحنيات تافال.

2.1.V الطرق الالكتروكيميائية المتغيرة:

مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية هي واحدة من الطرق الالكتروكيميائية المغيرة *évolutif* و هي الطريقة الأكثر استعمالا لدراسة التآكل واليات التفاعل وتشكل الطبقات على المساري وقياس سرعة التفاعل المنتظم.

2.V الأجهزة المستعملة:

✓ خلية الكتروكيميائية .

✓ الكترودات .

✓ جهاز Galvanostat- Potentionstat من نوع PGZ 301.

كما نلاحظ في الشكل التركيب متكون من جهاز Potentiostat –galvanostat من جهة متصل بجهاز كمبيوتر مزود ببرنامج 1 voltmaster . ومن جهة اخرى متصل بخلية زجاجية بها ثلاث فتحات لادخال الكترود العمل و الكترود المرجع و الكترود الشاهد . هذه الخلية تسمح بثبيت الحرارة وذلك من خلال وصلها بجهاز التسخين [27,26,25,24].

3.V طريقة العمل

بعد ضبط الشروط التجريبية وتحضير الكترود العمل نقوم بسكب المحلول في الخلية وتبدا التجربة . فيبدا الجهاز يرسم منحنى $i=f(t)$ ثم يرسم منحنى $i=f(E)$ وللحصول على منحنى تافال نرسم $\log(i)=f(E)$.

4.V الشروط التجريبية:

ترسم منحنيات الاستقطاب بسرعة مسح مناسبة $30mV/min$ وفي مجال الكمون $-800mV$ الى $-200mV$ - مدة رسم منحنى الكمون الاستقرار نصف ساعة.

✓ يجب اخذ سرعة المناسبة وتحديد شروط الاستقطاب ثم نبرمج الحاسوب عليها.

✓ بعد تحضير العينة والمحلول نقوم بادخال الكترود العمل مع تنظيم الاجهزة الاخرى.

✓ نسكب المحلول المحضر ثم نضغط على مفتاح البدء مباشرة بعد الانتهاء من السكب تبدا التجربة ويبدأ

الجهاز يرسم منحنى الاستقرار ثم يليه منحنى الاستقطابية ومن هذا الاخر نتحصل على منحنى تافال

بحيث يعطي عدة حسابات كهربائية مهمة وهي:

● الجهد عند التيار يساوي الصفر .

- مقاومة الاستقطابية R_p .
- تيار التآكل ميل المماس الجزء للفرع الكاثودي والانودي للمنحنى تافال.
- سرعة التآكل.

5.V الالكترودات المستعملة



الالكترود المرجع: هو الكترود الكالومال المشبع بملح KCl يتحمل درجة حرارة أقصاها $60^{\circ}C$.



الالكترود الشاهد : من البلاتين مساحته $1cm^2$ الهدف منه غلق الدارة.



الالكترود العمل: هو عبارة عن قطعة اسطوانية الشكل مساحة سطحها $1cm^2$ من الفولاذ XC52.

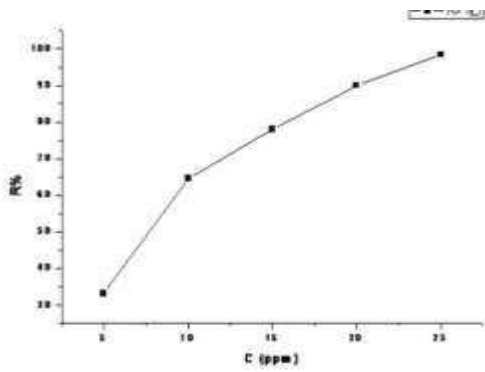
6.V مقارنة الدراسات السابقة

قمنا بتحليل بعض الدراسات السابقة للطريقة الالكتروكيميائية لاجتاث مماثلة لبحثنا ومقارنة النتائج، نظرا لعدم تمكننا من تطبيق الطريقة الالكتروكيميائية وهذا راجع لغلق المخابر بسبب جائحة كورونا العالمية.

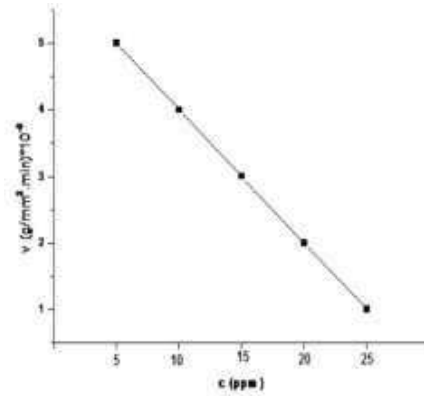
لاحظنا اثناء البحث في دراسات سابقة منها :

1.6.V دراسة فاعلية التثييط لمستخلص نبات *pistacia atlantica desf* على تأكل الفولاذ XC52 في وسط ماء الالبان عند 40°C

❖ كانت نتائج طريقة فقدان الوزن: أن المثبط المستعمل مثبط جيد كلما زاد تركيز المستخلص قلت سرعة التآكل وزاد المردود حتى وصل إلى 98.47% [18].

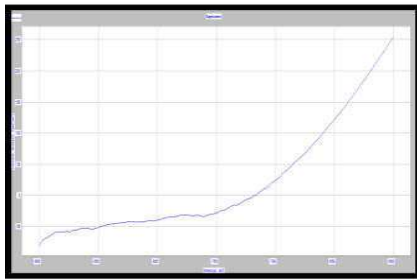


الشكل (3.V) مردود التآكل.

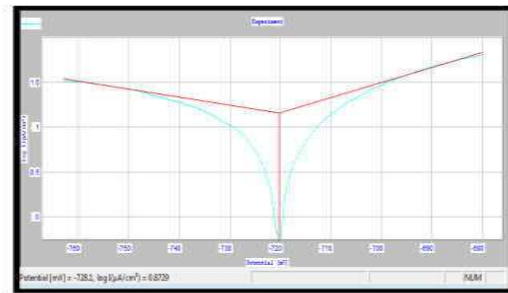


الشكل (2.V) سرعة التآكل.

❖ أما النتائج بالطريقة الالكتر وكيميائية :

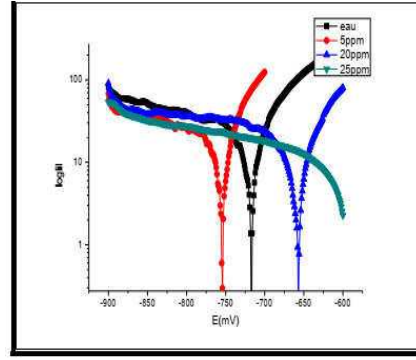
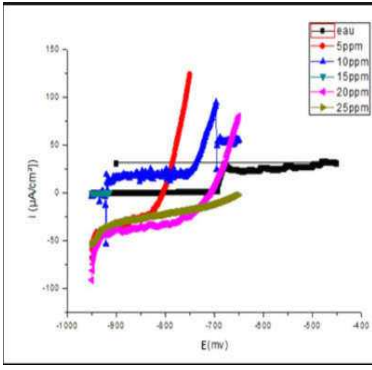


الشكل (5.V) منحنى الاستقطابية لـ Blanc.



الشكل (4.V) منحنى تافال لـ Blanc.

Draw		Save		Close	
Smoothing :	9				
Calcul.zone :	42	mV			
Segment :	8	mV			
Atomic mass :	55.85	g			
Valence :	2				
Density :	7.8				
Results:					
E (mV):	-720.2	mV			
Rp :	863.45				
i cor. :	14.3124				
Ba :	59.3	mV			
Bc :	-112.0	mV			
Coef. :	1.0000				
Corrosion :	167.4	µm/Y			



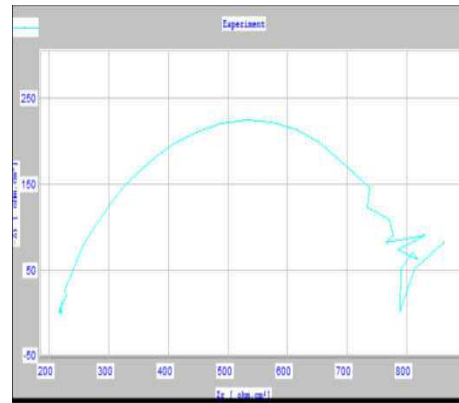
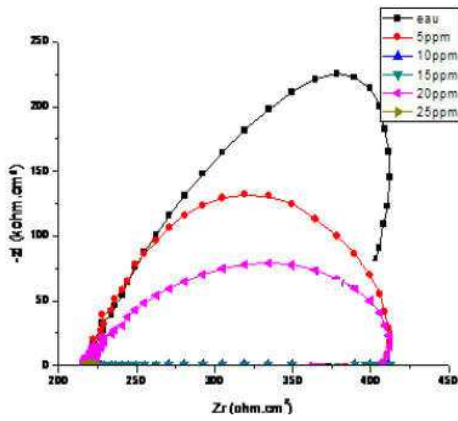
الشكل (7.V) الاستقطابية لمختلف التركيز

الشكل (6.V) منحنى تافال لمختلف التركيز.

جدول رقم (1.V) نتائج منحنيات تافال في وسط ماء الأليان.

C (Ppm)	$-E_{corr}$ (mV)	V_{corr} (mm/an)	R%	R_p (Ohm.cm ²)	$-B_C$ (mV)	B_a (mV)	i_{corr} (mA /Cm ²)
Blanc	720.2	167.4	//	863.45	112.0	59.3	14.3124
5	686.6	71.56	57.25	1.26	58.1	38.5	6.1182
10	887.1	477.4	99.91	132.96	13.8	41.7	40.8246
15	/	/	/	/	/	/	/
20	660.7	96.64	42.27	1.31	88.0	50.0	8.2625
25	/	/	/	/	/	/	/

أثبتت أن المشبط انودي. كما اثبتت صحة نتائج الطريقة الأولى حيث بلغت نسبة المردود 99.91% [18].



الشكل (8.V) منحنيات نيكويست.

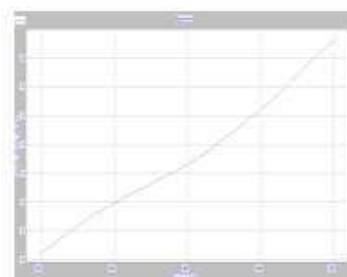
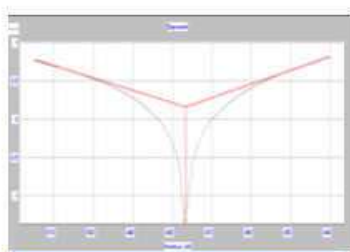
أثبتت طريقة منحنيات نيكويست أيضا صحة الفاعلية. كلما زاد تركيز المستخلص قلت السعة. وذلك يرهنه التناقص في أنصاف الدوائر. السعة تمثل المسافة بين إلكترود الفولاذ XC52 والمحلل الالكتروليتي (ماء الالبان)، ودليل التناقص في السعة هو العمل التثبيطي الجيد للمستخلص، ونسبة المردود قاربت 92.68% عند تركيز 10ppm, مما دل على تقارب في نتائج الطريقتين المستعملتين.

2.6.V دراسة تأثير الفعل التثبيطي لمركب السلفرلم وملحه على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي H_2SO_4 بتركيز 20%

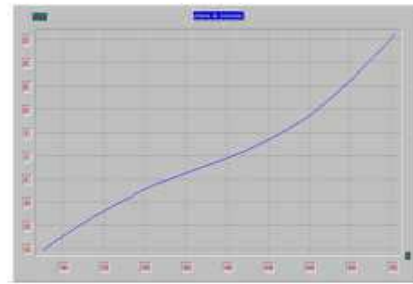
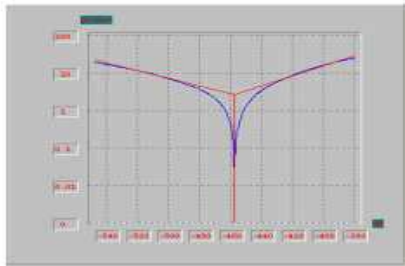
❖ كانت النتائج بطريقة فقدان الوزن أن المركب السلفرلم مركب غير مستقر لان سرعة التآكل متذبذبة من تركيز إلى آخر. أما ملحه فهو ذو فعالية تثبيطية معتبرة وذلك لان سرعة التآكل تتناقص بتزايد التركيز. بلغت نسبة التثبيط 98.46% عند تركيز $6.539.10^{-8} M$ والتي توافق سرعة قدرها $0.085.10^{-6} mm/an$. ونفسر ذلك لان المركب شحيح الذوبانية في المحاليل المائية وبالتالي فان فاعلية التثبيط كانت صغيرة ومتذبذبة على عكس الملح طبيعته تسمح له بالذوبان في المحاليل المائية. كذلك المركبات الكبريتية تعتبر مضادات للأكسدة بالإضافة إلى الجذر الميثيلي الذي يزيد من الكثافة الالكترونية حول ذرات الكبريت ومنه زيادة التغطية والمساهمة في عدم تأكسد الفولاذ وإعطاء مردود جيد [6].

أما دراسة الامتزاز فان الدراسة اثبتت ان مركب السلفرلم لا يحقق كل من لانغمير ولا تمكين، في حين أن ملحه فيحققهما.

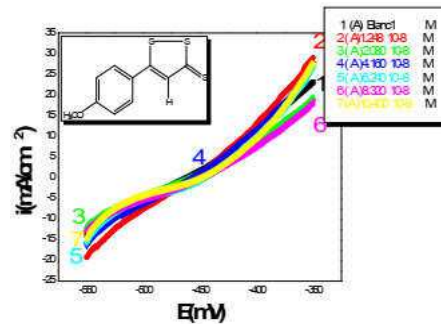
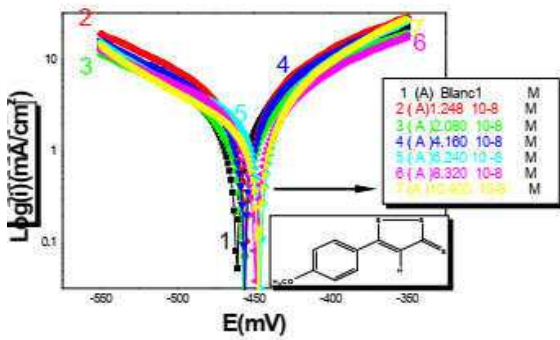
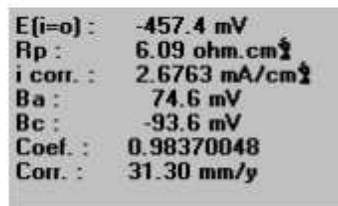
❖ الطريقة الالكتروكيميائية:



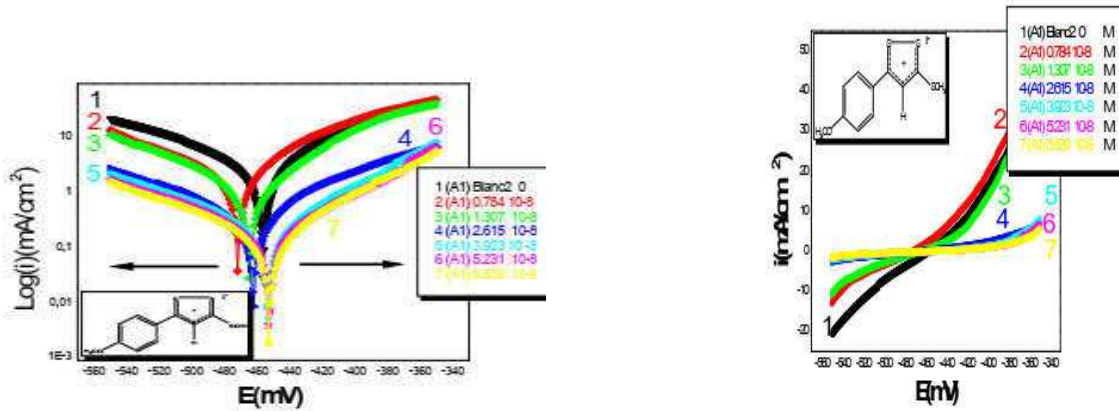
الشكل (9.V) منحنى تافال و الاستقطاب لمركب السلفرلم في غياب المثبط.



الشكل (10.V.) منحنى تافال والاستقطاب للملح السلفرلم في غياب المثبط.



الشكل (11.V) منحنى تافال و الاستقطاب للمركب (A) السلفرلم في وجود المثبط.



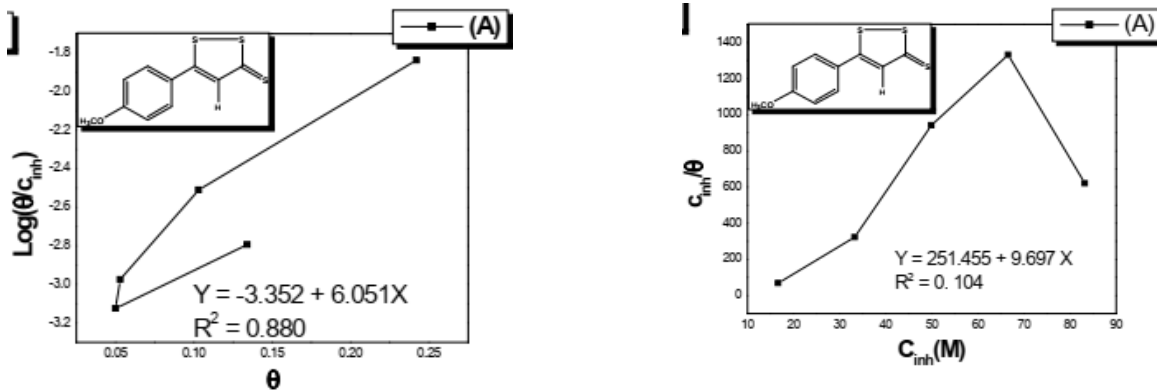
الشكل (12.V) منحني تافال و الاستقطاب للمركب (A1) ملح السلفرلم في وجود المثبط.

أظهرت النتائج أن المركب السلفرلم كان هناك تذبذب في سرعة التآكل وكثافة التيار ومردود التثبيت حيث بلغت أكبر قيمة له 24.24% عند تركيز $(2.680 \cdot 10^{-8} M)$. أما بالنسبة للملح:

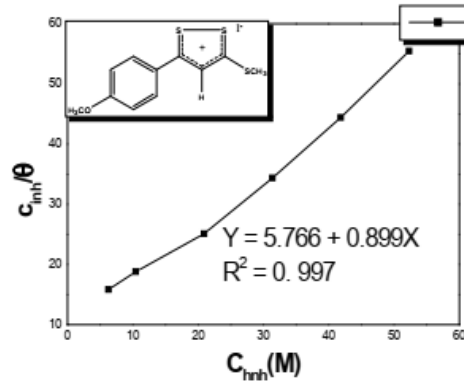
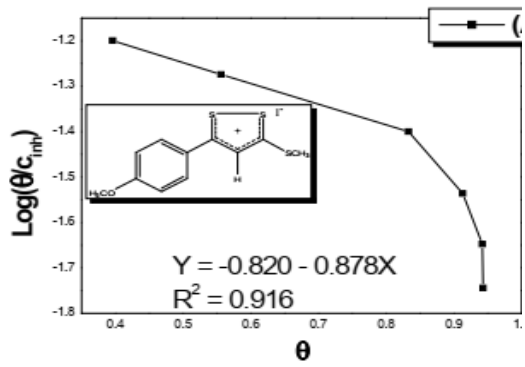
- تتناسب عكسي بين التركيز وسرعة التآكل.
- تتناسب عكسي بين التركيز وكثافة التيار.
- تتناسب طردي بين التركيز والمقاومة.

وصل المردود إلى 94.33% عند تركيز $6.539 \cdot 10^{-8} M$ وفرق الكمون يختلف من تركيز إلى آخر وهذا يدل على أن المثبط يلعب دور مثبط كاثودي في تراكيز وانودي في تراكيز أخرى (مختلط).

ودراسة الامتزاز نفس الشيء المركب لا يحقق لا لانغمير ولا تمكين والملح حققهما.

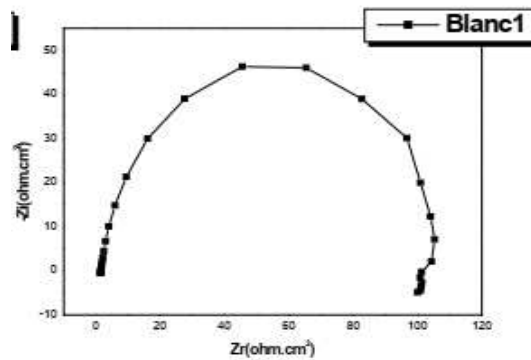
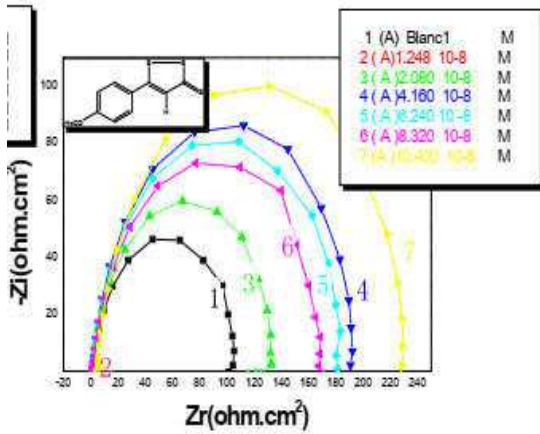


الشكل (13.V) منحني لانغمير وتمكين للمركب السلفرلم.

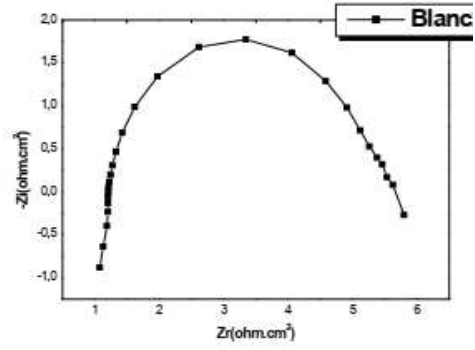
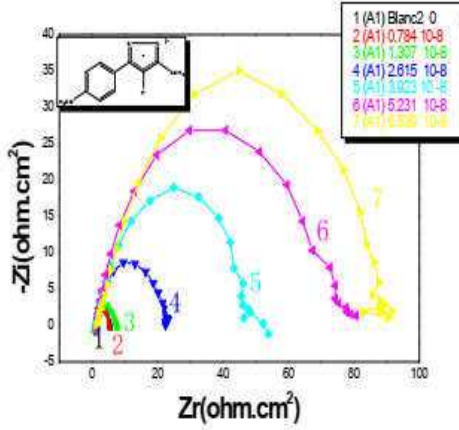


الشكل (14.V) منحنى لانغمير وتمكين للمركب ملح السلفرلم.

قيم R_T للمركب السلفرلم متذبذبة من تركيز إلى آخر. بلغت أكبر قيمة لها $2223.901(\text{Ohm}/\text{cm}^2)$ عند تركيز $10.400 \cdot 10^{-8} \text{M}$ والتي توافق مردود 55.47% وقيم السعة أيضا متذبذبة. في حين قيم R_T للملح تزيد بزيادة تركيز هذا الأخير. أعلى قيمة $8.290(\text{ohm}/\text{cm}^2)$ عند تركيز $6.539 \cdot 10^{-8} \text{M}$ والتي توافق مردود تثبيط في حدود 95.05% وقيم السعة تقل بزيادة التركيز.



الشكل (15.V) منحنى المطيافية الخاص بـ Blanc1 ومركب السلفرلم.



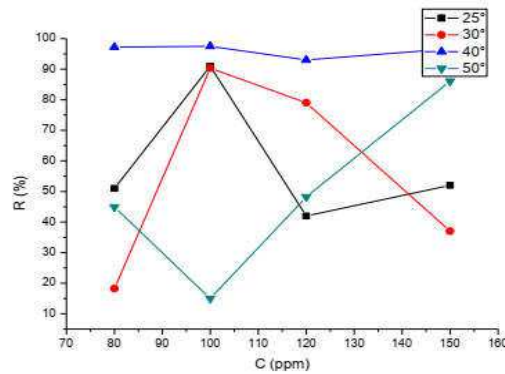
الشكل (16.V) منحنى المطيافية الخاص بـ blanc 2 والمركب ملح السلفرم.

وأثبتت أن الصيغة الكيميائية لمركب السلفرم لا تسمح له بالذوبانية وعدم التجانس ومنه تذبذب في قيم المردود. وبالمقابل فإن الملح يذوب ووجود ذرة الكبريت واليود تساعد على التثبيط وهذا مايفسر قيم R_T المعتبرة وبالتالي فاعلية التثبيط تكون عالية ووجود الجذر المثيلي الذي يزيد من الكثافة الالكترونية حول ذرة الكبريت يؤثر على المردود. أما السعة فتتناقص لان سمك طبقة الحماية تزداد. وكلا الطريقتين أكدت بان فاعلية التثبيطية للأملاح أفضل بكثير من المركبات الأصلية لها وبينت أن هناك توافق بين نتائج الطريقتين (فقدان الوزن والالكتروكيميائية).

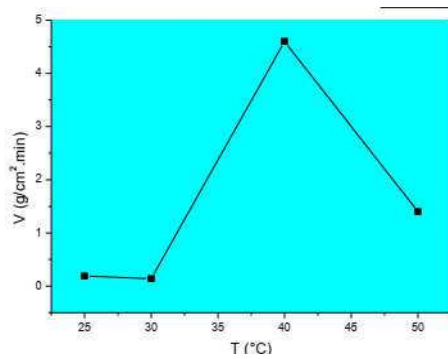
3.6.V دراسة فاعلية تثبيط التآكل لمستخلص حنة الإبل على الفولاذ X70 في وسط حمضي H_2SO_4 بتركيز M1

❖ طريقة فقدان الوزن: أظهرت التجارب أن سرعة التآكل بالنسبة للفولاذ X70 تزداد مع زيادة في الزمن إلى أن وصلت إلى قيمة معتبرة للتآكل العينة الفولاذية حيث قدرت عند 30min بـ $1.9 \cdot 10^5$ g/mm².min ثم انخفضت. ونلاحظ أن سرعة التآكل تزيد بزيادة درجة الحرارة إلى أن تصل إلى قيمتين معتبرتين للفولاذ عند درجة حرارة 40c⁰ و 50c⁰ والتي قدرت بـ $4.96 \cdot 10^{-4}$ g/mm².min و $1.5 \cdot 10^{-4}$ g/mm².min على الترتيب. ونفسر ذلك إن التآكل شأنه شأن أي تفاعل كيميائي تزداد سرعته بارتفاع درجة الحرارة.

وعند تركيز 100ppm في درجة 40c⁰ وصل مردود التثبيط أعلى قيمة 97.5%. كلما زادت درجة الحرارة زادت ذوبانية المستخلص في الوسط الحمضي وبثبت أن المثبط جيد وانه يعمل على تثبيط التآكل بواسطة امتزازه على سطح المعدن وسلك سلوك لانغمير [25].

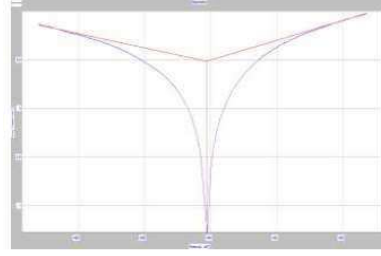
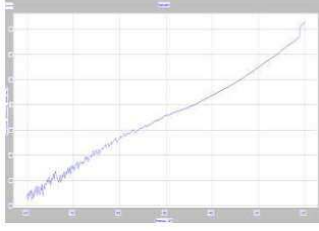


الشكل (17.V) مردود التثبيط بدلالة تغير التركيز في درجات حرارة مختلفة للفولاذ XC70.

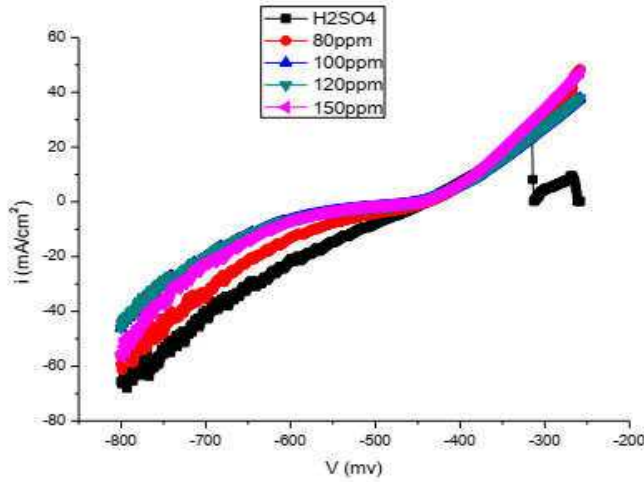
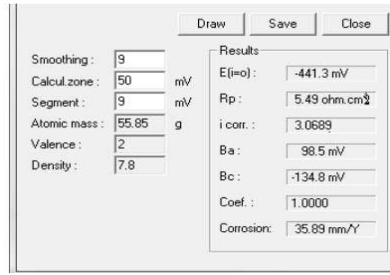


الشكل (18.V) سرعة التآكل بدلالة درجة الحرارة للفولاذ XC70 .

❖ أما الطريقة الالكتركيمايائية:



الشكل (19.V) منحنيات تافال والاستقطابية في غياب المثبط.



الشكل (20.V) منحنيات الاستقطاب للفولاذ XC70.

نلاحظ أن المردود التثبيطي في غياب المثبط يبدأ معدوما في درجة الحرارة العادية ويزداد إلى أن وصل عند تركيز 150ppm إلى أعلى قيمة تقدر ب 83.85% ويعتبر جيد نوعا ما. ونلاحظ أن كثافة التيار وسرعة التآكل تقل كلما زاد التركيز. والمقاومة والاستقطابية تزداد إلى أن بلغت قيمة $11.15(h.cm^2)$ عند التركيز 150ppm. ومن منحنيات تافال والاستقطابية نلاحظ أن المثبط يلعب دور انودي عند بعض التراكيز وكاثودي عند البعض الآخر في درجة الحرارة العادية فهو مثبط مختلط. من خلال منحنيات الاستقطابية نلاحظ تشكل فيلم على سطح الفولاذ للحماية. مما أدى إلى تثبيط جيد. وتقاربت نتائج الطريقتين نوعا ما [27,25].

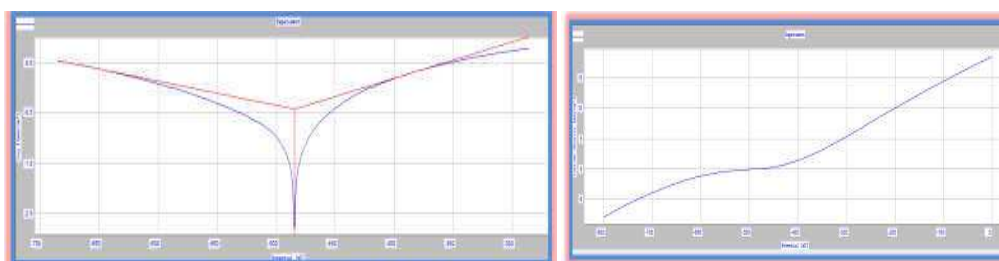
4.6.V دراسة فعالية نبات الشريك *Fagonia cretica* L ضد التآكل بطريقة انخفاض الكتلة

والطريقة الكهروكيميائية

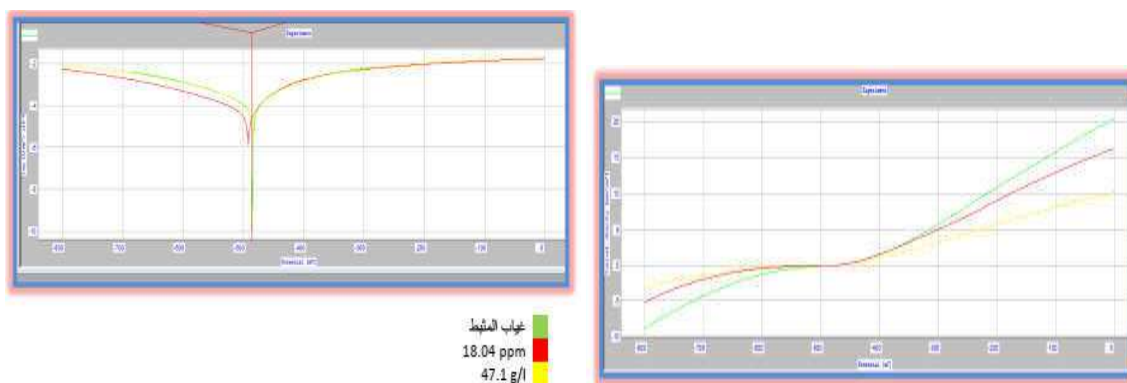
❖ طريقة فقدان الوزن

عند الوسط الحمضي نلاحظ فعالية تثبيطية معتبرة حيث بلغت نسبة التثبيط القيمة (90.10%) عند تركيز (0.125g/l) والتي توافق السرعة قدرها (0.222 mm/an).

❖ الطريقة الاكثروكيميائية



الشكل (21.V) الاستقطابية وتآفال في غياب المثبط للوسط H_2SO_4

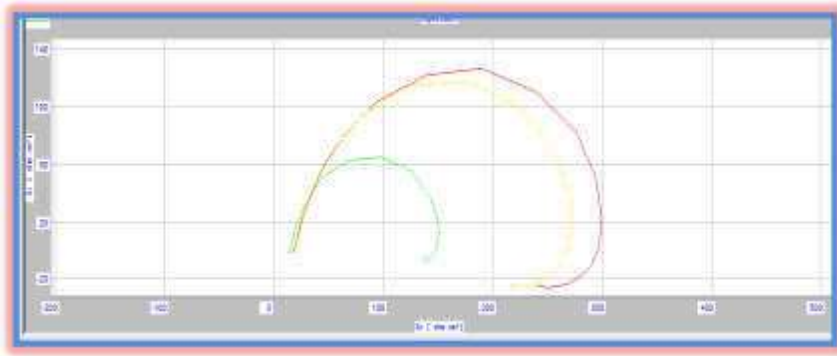


الشكل (22.V) الاستقطابية وتآفال في جميع تراكيز المثبط للوسط H_2SO_4

من خلال منحنيات الاستقطاب نلاحظ أن H_2SO_4 هناك تناقص في سرعة التآكل وزيادة في كثافة التيار ومردود التثبيط وذلك بقيمة قدرها (68%) عند تركيز (47.1g/l)

- تناسب عكسي بين التركيز والسرعة.
- تناسب طردي بين تركيز ومقاومة.
- فرق الكمون ينقص بزيادة التركيز (يدل على أن المثبط يلعب دور كاثودي).

من خلال منحنيات تافال نلاحظ أن سرعة التثبيط تقل كلما زاد تركيز المثبط ومنه المستخلص يقوم بدور التثبيطي إن الطبيعة الكيميائية للمثبط تسمح له بتشكيل طبقة واقية غير قابلة لأي تحول كيميائي مع الوسط (منطقة الامتناع يكون المعدن غير قابل للتآكل) بهذه الحالة تكون الحماية كاثودية [14].



الشكل (23.V) منحنى المطيافية $Z_i=f(Z_r)$ الخاص بالحلول H_2SO_4

قيم المقاومة في الوسط H_2SO_4 تزداد بزيادة تركيز المثبط كانت عند أكبر تركيز ($1.62 \cdot 10^2$) والتي توافق مردود (99.32%) ونفس الملاحظة بالنسبة لقيم السعة فهي أيضا تزداد بزيادة التركيز.

من خلال منحنيات الممانعة نلاحظ أن الممانعة تزيد كلما أضيف المثبط وتزيد بزيادة التركيز، الطبيعة الكيميائية للمثبط تسمح له بالذوبان الكلي في المحاليل المائية وبالتالي تجانس المحلول ومنه زيادة في قيمة مردود التثبيط بزيادة التركيز. والسعة زيادتها تفسير لنقص الطبقة الحامية المتشكلة.

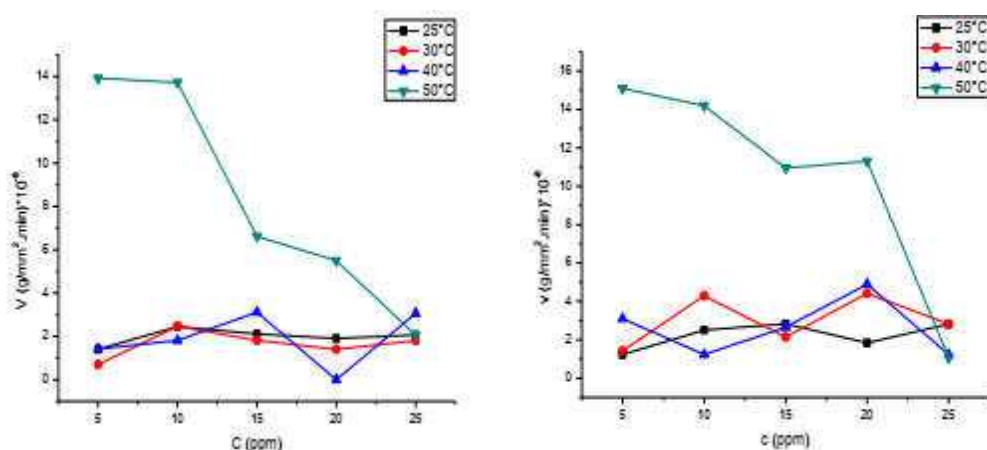
من خلال طريقة الضياع في الكتلة نستنتج أن لدرجة الحرارة تأثير على سرعة التآكل فنلاحظ من خلال النتائج أن السرعة تزيد بزيادة الحرارة وان المستخلص المستعمل له فاعلية في التثبيط وهذا ملاحظ من خلال انخفاض سرعة التآكل عند إضافة المستخلص.

من خلال منحنيات تافال نستنتج أن سرعة التثبيط تنقص في وجود المثبط وتقل كلما زاد تركيز المثبط ومنه المستخلص يقوم بدور التثبيطي وان المردود يزداد بزيادة التركيز .

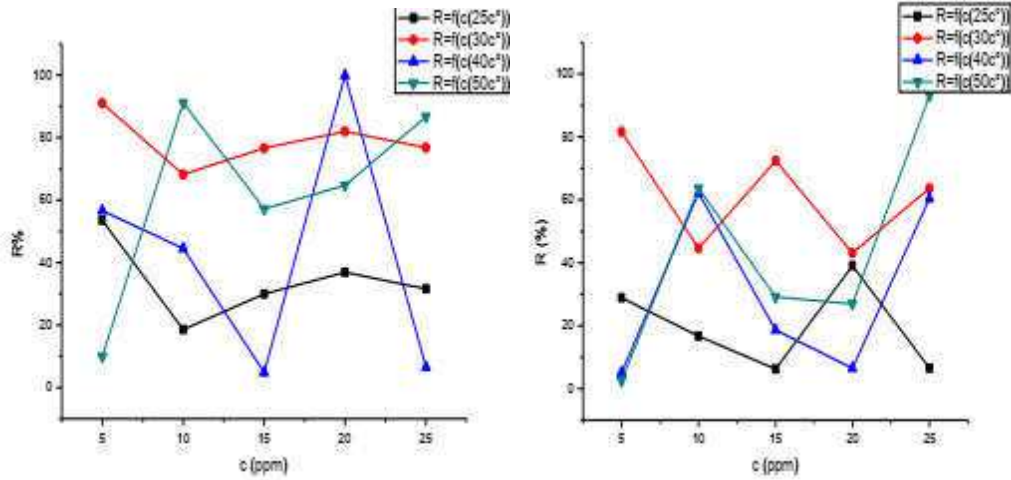
من خلال منحنيات الممانعة نستنتج إن الممانعة تزيد كلما أضيف المثبط وتزيد بزيادة تركيزه والمردود يزداد بزيادة التركيز. ومن خلال النتائج هناك توافق بين الطريقتين المستخدمتين.

5.6.V دراسة فاعلية التثبيط لمستخلص نباتي *Thymeleae* و *Plantago ciliata* على *microphylla* على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي (1M) HCL

في هذه الدراسة مثبطين لنبتي *plantago ciliata* وسمي بالرمز (A) و *Thymelea microphylla* وسمي بالرمز (B).



الشكل (24.V) تغير فاعلية التثبيط بدلالة التركيز للمستخلصين (B-A) بتغير درجة الحرارة

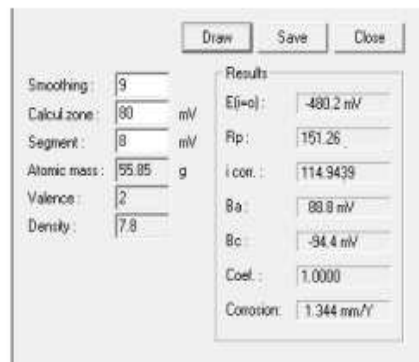


الشكل (25.V) منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة التركيز للمستخلصين (B-A) بتغير درجة الحرارة.

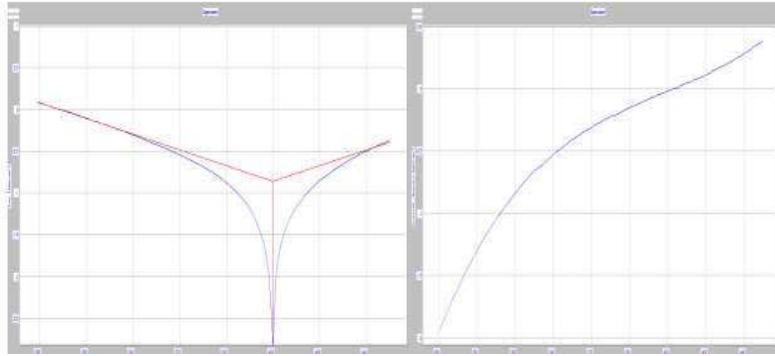
❖ طريقة فقدان الوزن

المثبت الأول غير مستقر من ناحية فاعلية التثبيت فنسب التثبيت تختلف من تركيز إلى آخر، كما أن المردود منخفض كان اللجوء لتأثير درجة الحرارة كحل لزيادة المردود فكانت أعلى نسبة تثبيط 99.99% عند تركيز 20ppm وفي درجة حرارة 40C⁰ الذي يوافق سرعة 1.84*10 g/mm².min، أما المثبت الثاني فهو ذو فاعلية تثبيط معتبرة، هناك تناسب طردي بين مردود التثبيت وتركيز المثبت وعكسي بين سرعة التآكل والتركيز في درجة حرارة 40c⁰ و 50c⁰ حيث بلغت نسبة التثبيت 63.40% عند تركيز 25ppm ويوافق سرعة 1.238*10⁻⁸ وعند 50⁰c حوالي 93.14% عند تركيز 25ppm والذي يوافق سرعة قدرها 1.837*10⁻⁸ وعند درجة حرارة 30⁰c بلغت نسبة التثبيت حوالي 81.66% عند 5ppm والذي يوافق سرعة قدرها 1.425*10⁻⁸. وهذا يرجع إلى امتزاز المثبت على سطح العينة [17].

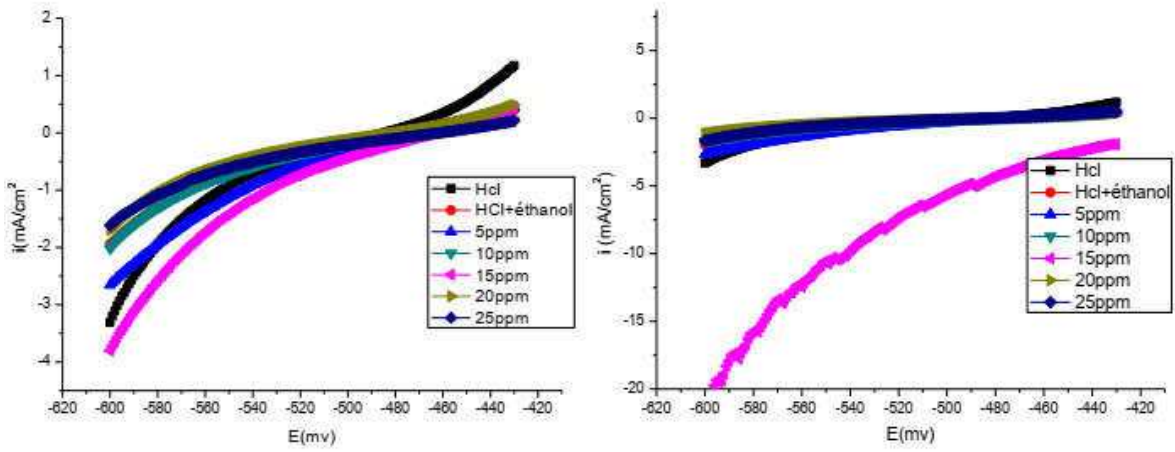
❖ الطريقة الالكتروكيميائية



المقادير الالكتركيمايية لتأثير (HCL+éthanol) على الفولاذ XC52

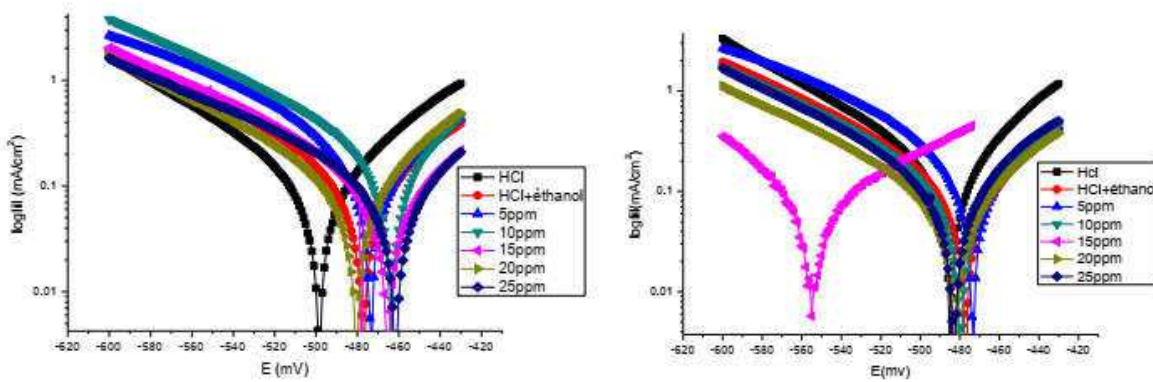


الشكل (26.V) تافال والاستقطاب في غياب المثبط.



الشكل (28.V) الاستقطاب للمثبط (B).

الشكل (27.V) الاستقطاب للمثبط (A).



الشكل (30.V) منحني تافال للمثبط (B)

الشكل (29.V) منحني تافال للمثبط (A)

الجدول (2.V) نتائج منحنيات تافال في وسط HCl.

R%	V (mm/an) $\times 10^{-3}$	RP (Ohm.cm ²)	Bc (mv)	Ba (mv)	i (mA/ cm ²)	E (mV)	C _{inh} (ppm)	
.....	1344	151.26	-94.4	88.8	114.9499	-480.2	00	Blanc
99.81	2477	102.05	-104.8	136.6	0.211	-476.3	5	(A)
7.44	1239	161.27	-93.3	79.3	105.93	-482.7	10	
18.71	1093	183.02	-78.7	118.9	93.45	-513.4	15	
37.49	840.4	215.31	-91.6	72.0	71.855	-485.3	20	
33.47	894.4	237.14	-103.4	84.9	76.472	-474.6	25	
99.80	2477	102.06	-104.8	136.6	0.212	-476.3	5	
98.84	1329	186.73	-104.5	121.1	1.329	-468.2	10	
99.81	2467	87.53	-103.9	100.1	0.211	-466.6	15	(B)
15.25	1139	160.78	-93.5	97.4	97.423	-483	20	
28.45	962	178.93	-94.6	77.8	82.250	-464.7	25	

بحسب مردود التثبيط R% بالعلاقة التالية

$$R\% = ((i_{corr} - i_{inh})/i_{corr}) * 100 \quad (1.V)$$

تيار التآكل في غياب المثبط i_{corr} :

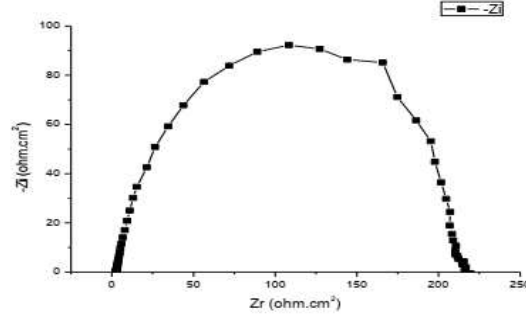
تيار التآكل في وجود المثبط i_{inh} :

من خلال الطريقة المستقرة (منحنيات الاستقطاب) لاحظنا أن:

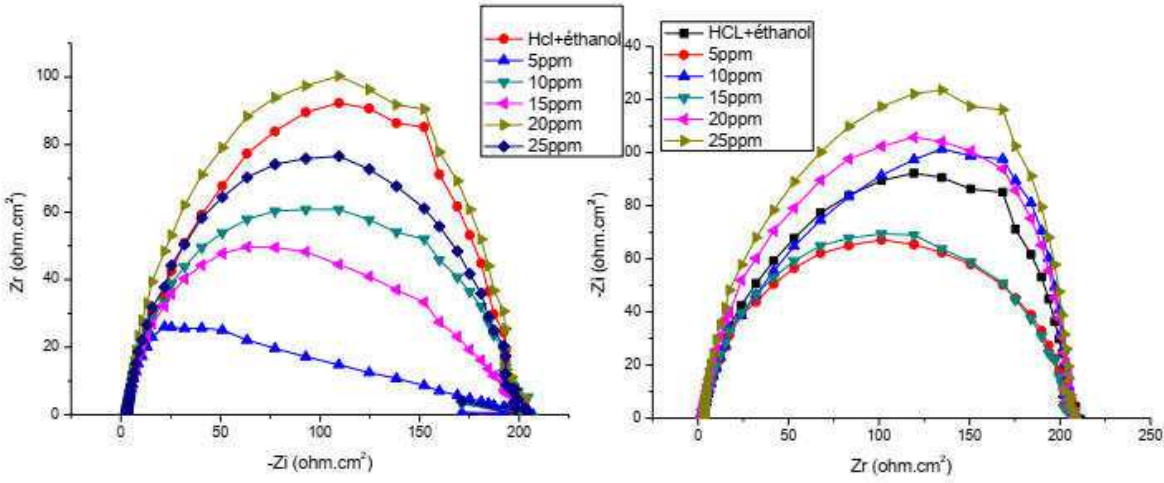
- تغير طفيف في قيمة B_C عند كل إضافة مقارنة بالقيمة B_C الشاهد، وهذا يدل على أن إضافة المثبط لم تؤثر على انطلاق غاز H₂، كما نلاحظ أن هناك تذبذب في سرعة التآكل وكثافة التيار ومردود التثبيط للمثبط (A) حيث بلغت أكبر قيمة له 99.81% عند تركيز (5ppm) وهذا يكافئ سرعة تآكل قدرها 2477×10^{-3} mm/an أما بالنسبة للمثبط (B) فنلاحظ
- تناسب عكسي بين التركيز وسرعة التآكل، كلما يزيد التركيز تقل سرعة التآكل حتى تبلغ mm/an 962×10^{-3} عند (25ppm).
- تناسب عكسي بين التركيز وكثافة التيار، كلما يزيد التركيز تقل كثافة التيار.
- تناسب طردي بين التركيز والمقاومة، كلما يزيد التركيز تزيد المقاومة بين الكترود العمل XC52 والوسط الأكال (Blanc) حيث وصل مردود التثبيط إلى 28.45% عند تركيز (25ppm).

والتفسير هو:

- طبيعة المستخلصين التي لا تسمح لهما بالذوبان الكلي في المحاليل المائية وبالتالي التذبذب في قيم المرود.
- يرجع التذبذب في قيم المرود إلى كون المستخلصين مستخلصين فينولين يمتزان على سطح الالكترود.



الشكل (31.V) منحنى نيكويست الخاص بـ Blanc.



الشكل (33.V) نيكويست الخاص بالمشيط (B).

الشكل (32.V) نيكويست الخاص بالمشيط (A).

منحنيات نيكويست للمشيطين في الوسط HCL (1M) المغموسة لمدة نصف ساعة في درجة حرارة المخبر.

سعة الطبقة المضاعفة C ومقاومة الانتقال R_t وتيار التآكل i_{corr} والتواتر f المحسوبة من منحنى نيكويست للمشيطين.

الجدول (3.V) نتائج مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية.

R %	R _t (ohm. cm ²)	F (HZ)*10 ⁻²	C _{di} (μF.cm ⁻²)	C _{inh} (ppm)	
.....	0.162	6.33	14.88	0ppm	Blanc
.....	0.106	6.33	3.37	5ppm	A
14.50	0.471	6.33	14.88	10ppm	
56.90	0.699	0.10	13.98	15ppm	
27.06	0.178	6.33	5.06	20ppm	
.....	0.131	6.33	4.15	25ppm	
92.85	0.180	2.00	18.01	5ppm	B
17.32	0.534	4.00	26.70	10ppm	
10.23	0.133	5.00	5.34	15ppm	
22.19	0.578	4.00	28.92	20ppm	
14.55	0.203	5.00	8.11	25ppm	

فاعلية التثييط يمكن حسابها من خلال المعادلات التالية

$$R_t = \frac{1}{2} C_{f_{max}} \quad (2.V)$$

$$R\% = (R_{t(inh)} - R_{tcorr})/R_{t(inh)} \quad (3.V)$$

من خلال المنحنيات نلاحظ أنها أنصاف دوائر، وهذا يثبت أن نوع الانتقال هو الانتقال الشحني. و نلاحظ وجود تذبذب بالنسبة لأنصاف الأقطار حيث:

أنصاف الأقطار يزيد بالنسبة للمثبطين (A) عند التركيز 25ppm,20ppm,15ppm والمثبط (B) عند التركيز 20ppm وينقص بالنسبة ل(A) عند 25ppm,20ppm, 10ppm, 5ppm يقابله زيادة في قيم مقاومة الانتقال بالنسبة ل (A) عند 20ppm, 15ppm, 10ppm أما بالنسبة ل (B) عند 25ppm, 5ppm ونقصاتها بالنسبة ل(A) عند 25ppm, 20ppm, 10ppm,5ppm وبالنسبة ل (B) عند 15ppm، أما بالنسبة للفاعلية التثييطية تحصلنا على أعلى نسبة بالنسبة للمثبط (A) عند التركيز 15ppm وتقدر ب 56.90% وبالنسبة للمثبط (B) عند تركيز 5ppm تقدر ب 92.85% ويفسر هذا بامتزاز جزيئات المثبطين على سطح الفولاذ.

7.V تحليل وتفسير النتائج:

أولاً: طريقة فقدان الوزن:

✓ عدم وجود المشبط:

نفسر النتائج المحصل عليها ذلك بان سطح المعدن يكون نشطا في الأول اتجاه الحمض مما ينتج سرعة تآكل كبيرة ثم يأخذ نشاط سطح المعدن في التذبذب بسبب تغير التكوين الكيميائي للوسط وتغير سطح المعدن أيضا.

✓ بوجود المشبط:

نلاحظ أن المستخلص في هذا الوسط أبدى فعالية معتبرة في تثبيط سرعة التآكل في البداية عند إضافة تركيز 150ppm أعطى نسبة تقدر ب 5.26% سرعانا ازدادت بشكل ملحوظ كلما زاد التركيز حيث بلغت ذروتها 95.78% عند تركيز 350ppm. وبذلك المشبط امتز على سطح المعدن. ويزداد المددود تتناقص سرعة التآكل ويزيادة التركيز أيضا.

نفسر امتزاز المشبط على سطح المعدن بطبيعة المركبات الموجودة في المشبط فهو مستخلص نباتي (عشبة العلندة) إذن يحتوي على مركبات ذات صيغ مختلفة (روابط مضاعفة - حلقات بنزينية - ذرات متغيرة....) التي تعتبر شروط التثبيط.

ثانياً: الطريقة الالكتروكيميائية:

وبالمقارنة مع النتائج التي تحصلنا عليها باستعمال طريقة فقدان الوزن والتي أثبتت أن مستخلص نبتة العلندة مشبط جيد كلما زاد التركيز قلت سرعة التآكل وزاد المددود.

ومقارنة بالدراسات السابقة لأوساط مختلفة وتركيز لمستخلصات مختلفة أثبتت أن كلتا الطريقتين تتقاربان في النتائج وان الطريقة الكلاسيكية تعطينا نتائج معتبرة وتقريبا مشاهمة للطرق الأخرى.

وأخيرا نأمل بان استعمال الطريقة الالكتروكيميائية توضح أكثر النتائج وتوضح الفاعلية التثبيطية بمنحنيات تافال والممانعة.

الخلاصة العامة

إن الهدف من هذا العمل هو دراسة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبتة العلندة على تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في وسط حمضي (حمض الكبريت H_2SO_4 1M)، والدراسة المتبعة كانت بطريقتين: طريقة فقدان الوزن ومقارنة الدراسات السابقة للطريقة الالكتروكيميائية.

✓ درسنا تغيرات سرعة تآكل الفولاذ XC52 بدلالة الزمن في غياب المثبط بادئ الأمر لتحديد زمن الغمس أو استقرار المعدن. تحصلنا على زمن قدره 30 دقيقة أما في وجود المثبط فعملنا على تغيير تركيز المثبط وذلك أدى إلى زيادة الفاعلية التثبيطية حيث بلغت نسبة أعلى مردود 95.78 % .

✓ أما دراسة آلية امتزاز المستخلص المدروس على سطح الفولاذ XC 52 بطريقة فقدان الوزن اثبت أن الامتزاز الواقع يخضع لايزوتارم لانغمير.

✓ بالنسبة للطريقة الالكتروكيميائية بالاعتماد على مقارنة بعض الدراسات السابقة في نفس المجال، سواء أكان لنفس الفولاذ XC52 في نفس الوسط حمض الكبريت بتركيز مختلف طبعاً أو دراسة فولاذ آخر الذي هو XC70 في وسط حمضي أيضاً، وجدنا أن الطريقتين (فقدان الوزن – الطريقة الالكتروكيميائية) متقاربتين في النتائج وتكاملان بعض ولا تتناقضان في التحصيلة مما أكد من خلال دراستنا أن مستخلص عشبه العلندة مثبط جيد جدا.

نأمل بان نقوم بتكملة الدراسة بالطريقة الالكتروكيميائية للتأكد من توافق الطريقتين وتوضيح أكثر للنتائج المحصل عليها.

ونأمل مستقبلا مواصلة الدراسة الفيتيوكيميائية بصورة أدق لفصل المركبات وتحديد صيغتها الكيميائية، وقد تمكنا هذه الدراسة من معرفة نسب تثبيط والمركبات التي تحتوي على عناصر التثبيط. وكما نأمل بإيجاد طرق أخرى لدراسة التآكل.

المراجع

المراجع باللغة العربية

- [1] د. م. دقموش، مقدمة في دراسة التآكل، جامعة ورقلة، 2016/2015.
- [2] د. قحطان خلف محمد الخزرجي، عبد الجواد محمد أحمد الشريف، التآكل أسبابه أنواعه طرق الحماية منه، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل 1988.
- [3] م. دقموش، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، المساهمة في تحضير 4-أريل ثنائي تيول ثيون ومشتقاته من الاملاح ودراسة فعاليتها في وسط حامضي، 2003.
- [4] رفع على النت رفع بواسطة إسلام أحمد بتاريخ 2004، كتاب ميكانيك انتاج - علم المواد الوحدة الخامسة: تآكل المعادن، اصدارات المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية.
- [6] بن ساسي شيماء، تأثير الفعل التثبيطي لمركب السلفرلم وملحه على تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في وسط حمضي H_2SO_4 ، جامعة ورقلة ، 2014.
- [9] ع. بن منين مذكرة ماجستير، دراسة الفعالية التثبيطية لتآكل لبعض مستخلصات الأعشاب الصحراوية، جامعة ورقلة، 2007.
- [10] م. علاوي مذكرة ماجستير، مساهمة في دراسة بعض المركبات العضوية الفعالة في نبات الرمث (Hatoxylon Soparim) ، جامعة ورقلة، 2003.
- [12] غطاس سورية، زخمقاني ، س. بلعشي، دراسة الفعالية التثبيطية لتآكل الفولاذ XC70 في الوسط الحمض باستعمال مستخلصات نبات الحميض، جامعة ورقلة، 2018.
- [13] م. جي، ي دراسة تأثير درجة الحرارة على فاعلية تثبيط املاح مركبات Dithiolethiones لتآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي، جامعة ورقلة، 2011.
- [14] غيلاني مريم، دراسة فعالية نبات الشريك *forgonia cretica* ضد التآكل بطريقة انخفاض الكتلة والطريقة الكهروكيميائية، جامعة حمة لخضر الوادي 2018.

- [15] لقميري سعدة، دراسة فعالية بعض املاح الفوسفين ضد التآكل في وسطين حمضي وملحي، جامعة حمة لخضر الوادي، 2015.
- [16] د. وليد جلال علي، زينة ميسر عبد، تآكل حديد الصب الرمادي في ماء الشرب العادي والممغنط، جامعة الموصل، مجلة رقم 6 حجم 21، 2013.
- [17] دباج بسمة، دراسة فعالية التثبيط لمستخلص نباتي *plantagociliate et thymeleae microphylla* على تآكل الفولاذ xc52 في وسط حمض HCL، جامعة ورقلة، 2014.
- [18] بلوم أسامة، دراسة فعالية التثبيط لمستخلص نبات *pistacia atlatica desf* على تآكل الفولاذ XC52 في وسط ماء الالبان عند $40C^0$ ، جامعة ورقلة، 2014.
- [19] عفاف سيوي، مروة دركي، دراسة الفاعلية البيولوجية للميتخلصات الفيتيولية والقلويدية لعشبة العلندة، جامعة حمة لخضر الوادي، 2019.
- [20] د. عثمان شركس، مجلة الكترونية، لعدد 67، ايلول 2014، Mean-ctr-org/magazine، جامعة بيروت.
- [23] د. مهند محمد بابكر محمد، تقييم وتحكم نظام الحماية الكاثودي لأنابيب النفط الخام، جامعة افريقيا العالمية، 2015.
- [24] ايمن المصري، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، تثبيط تآكل الحديد في حمض الكبريت بمستخلص مائي لأوراق الزيتون السوري طريقة خضراء، المجلد 34، العدد الثاني، 2018.
- [25] شالة نوال، دراسة فعالية تثبيط التآكل لمستخلص حنة الابل على الفولاذ الكربوني X60 و X70 في وسط حمضي H_2SO_4 بتركيز 1M، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، 2011.

- [5] S. Bensaada , corrosion 63pags, october 2014.
- [7] R. G .Kelly, university of virgina,What is corrosion, electrochimical society interface 2006.
- [8] M. Hafizudden Mohd Zaki, Nik.NorZeiha che isa, Yasairie Mohd, universite KNOLOG.MARA, Cu-Niallogscoatings for corrosion protection on mild steel in 0.5M Nacl solution, 2017.
- [11] D.Kahoul.Fares, electrochimie et corrosion, universite d'ouargla.
- [21] D.HAMANI Hanane, synthèse, caractérisation et étude du pouvoir inhibiteur de nouvelles molécules bases de schiff, université Ferhat abbas setif, 2015.
- [22] J. ohanna Muller, universite paris, Etude electrochimique et caracterisation des produits de corrosion formes a la surface des bronzes-cu-sn en milieu sulfate, 2010.
- [26] Camila. G.dariva, Alexandre .F.cralio, corrosion inhibitors principles mecanismes and applications. In: M. Aliofkhazraei (Eds.), Developments in Corrosion ProtectionFebruary 2014.
- [27] M.Abdallah, chemistry department Benha university, 2004,161-175.

الملخص:

يهدف هذا العمل إلى دراسة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبتة العلندة على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حامضي (حمض الكبريت واحد مولاري) باستعمال طريقة فقدان الوزن ومقارنة الدراسات السابقة للطريقة الالكتروكيميائية (منحنيات الاستقطاب). وأثبتت النتائج المتحصل عليها بالطريقة الكلاسيكية (فقدان الوزن) إن هذا المستخلص له فعالية تثبيط مهمة فاقت 90 بالمئة والمقارنة أثبتت أن مردود التثبيط جيد ومرتفع. ومنحنيات امتزاز لانغمير وتمكين تثبت أن لهذا المستخلص امتزاز على سطح المعدن. الكلمات الدالة : التآكل – الفاعلية التثبيطية – حمض الكبريت – مردود – امتزاز .

Résumé :

Ce travail vise à étudier l'effet inhibiteur de l'extrait végétal d'alanda sur la corrosion de l'acier XC52 en milieu acide (1 molaire d'acide sulfurique), en utilisant la méthode de perte de poids et en comparant les études précédentes de la méthode électrochimique (courbes de polarisation). Et les résultats obtenus par la méthode classique (perte de poids) ont prouvé que cet extrait a une efficacité d'inhibition significative dépassant 90%, et la comparaison a prouvé que l'effet d'inhibition est bon et élevé. L'adsorption de Langmuir et les courbes de validation démontrent que cet extrait a une adsorption sur la surface métallique.

Mots clés : corrosion, activité inhibitrice, entêtement, acide sulfurique, rendement , adsorption .

Abstract :

This work aims to study the inhibitory efficacy of the extract of the Alandad plant on the corrosion of steel XC52 in an acidic medium (sulfuric acid 1 molar) using the method of weight loss and comparison of previous studies of the electrochemical method (polarization curves). The results obtained by the classic method (weight loss) showed that this extract has an important inhibitory efficacy of more than 90% and the comparison. Showed that the yield of inhibition was high. And the adsorption curves of Langmuir and Tamkeen prove that this extract has adsorption the surface of the mineral.

Key words : corrosion , inhibitory activity , sulfuric acid ,yield, adsorption.