

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة -

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

رقم الترتيب .....

رقم التسلسل.....



مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي

في الكيمياء

اختصاص: كيمياء مطبقة

من إعداد الطالبة: شالة نوال

بعنوان

دراسة فاعلية تثبيط التآكل لمستخلص حنة الإبل على الفولاذ الكربوني X70 و X60  
في وسط حمضي  $H_2SO_4$  بتركيز "1M"

نوقشت يوم : 10 جوان 2014

أمام أعضاء اللجنة المناقشة المكونة من :

رئيس	أستاذ تعليم عالي بجامعة ورقلة	سيدي مختار
مناقش	أستاذ محاضر (أ) بجامعة ورقلة	بشكي لزهري
مؤطر	أستاذ تعليم عالي بجامعة الوادي	وهراي محمد رضا
مساعد مؤطر	أستاذ مساعد بجامعة ورقلة	بن منين عبد القادر

السنة الدراسية: 2013 - 2014

الصفحة	التسمية	الجدول
4	التصنيف العلمي لنبات حنة	الجدول I-1
4	تاريخ القطف ومدة التجفيف	الجدول I-2
7	المواد المستعملة	الجدول I-3
10	العناصر الفعالة الموجودة في حنة الابل	الجدول I-4
13	أشكال التآكل	الجدول II-1
28	العناصر الموجودة في الفولاذ الكربوني X60	الجدول IV-1
28	العناصر الموجودة في الفولاذ الكربوني X70	الجدول IV-2
28	المواد المستعملة في التجارب	الجدول IV-3
29	بعض الأدوات المستعملة	الجدول IV-4
32	القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X70 في وسط من حمض الكبريت	الجدول IV-5
33	القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X60 في وسط من حمض الكبريت	الجدول IV-6
35	القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X70 في وسط من حمض الكبريت بدلالة تغير في درجة الحرارة	الجدول IV-7
36	القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X60 في وسط من حمض الكبريت بدلالة تغير في درجة الحرارة	الجدول IV-8
37	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=25^{\circ}C$	الجدول IV-9
38	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=30^{\circ}C$	الجدول IV-10
38	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=40^{\circ}C$	الجدول IV-11
39	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=50^{\circ}C$	الجدول IV-12
40	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=25^{\circ}C$	الجدول IV-13
40	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثييط عند $T=30^{\circ}C$	الجدول IV-14

41	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيت عند $T=40^{\circ}\text{C}$	الجدول IV - 15
41	يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيت عند $T=50^{\circ}\text{C}$	الجدول IV - 16
46	مكونات الخلية	الجدول V-1
47	الالكترودات المستعملة	الجدول V-2
50	نتائج الميزة لطريقة Tafal	الجدول V-3
51	بعض الصور التوضيحية للعيونة X70	الجدول V-4

## الأشكال

الصفحة	اسمه (العنوان )	الرقم
3	صورة فوتوغرافية لنبات حنة الإبل	الشكل I-1
6	الصيغة العامة FLAVONE	الشكل I-2
7	لصيغة اللينجيني TANINS GALLIQUE	الشكل I-3
19	منحنى الإستقطابية	الشكل II-1
20	منحنى Tafal	الشكل II-2
30	العينة X70	الشكل IV-1
	العينة X60	الشكل IV-2
31	التركيب التجريبي للتجربة	الشكل IV-3
34	منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة الزمن للعينة X70	الشكل IV-4
	منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة الزمن للعينة X60	الشكل IV-5
35	منحنى سرعة التآكل بدلالة تغير درجة الحرارة للفولاذ X70	الشكل IV-6
36	منحنى سرعة التآكل بدلالة تغير درجة الحرارة للفولاذ X60	الشكل IV-7
39	منحنى مردود التثبيت بدلالة تغير التركيز في درجات حرارة مختلفة للعينة X70	الشكل IV-8
42	منحنى مردود التثبيت بدلالة تغير التركيز في درجات حرارة مختلفة للعينة X60	الشكل IV-9
44	الجهاز التجريبي للطريقة الإلكتروكيميائية	الشكل V-1
45	جهاز Potentionstat	الشكل V-2
	Galvanostat	

	من نوع PGZ 301	
46	رسم تخطيطي لخلية الإلكتروليتية كيميائية	الشكل V-3
47	صورة فوتوغرافية للإلكتروليت المساعد	الشكل V-4
	صورة فوتوغرافية للإلكتروليت المرجع	الشكل V-5
	صورة فوتوغرافية للإلكتروليت العمل	الشكل V-6
49	منحنى تافل والاستقطاب في غياب المثبط	الشكل V-7
50	منحنيات الاستقطاب X70	الشكل V-8

## بعض الرموز

الرمز	إسمه
$I_c$	كثافة التيار الكاثودي
$I_a$	كثافة التيار الأنودي
$\Delta G$	طاقة التنشيط الحرة
$F$	ثابت فارداي
$E_a$	الكمون الأنودي
$E^0$	الكمون القياسي
$R$	ثابت الغازات المثالية
$T$	درجة الحرارة
$V_{corr}$	سرعة التآكل
$\Delta G_a^*$ , $\Delta G_c^*$	طاقتي التنشيط الحرة لكل من التفاعل الالكتروكيميائي الكاثودي و الأنودي على التوالي
$S$	المحلول
$Sol$	إلكتروود – الإلكتروليت
$\Delta G_{c.ch}^*$ ، $\Delta G_{a.ch}^*$	طاقتي الحرة لكل من التفاعل الكيميائي الكاثودي و الأنودي على التوالي
$\alpha$	ثابت التحول الشحني
$E_{eq}$	كمون الاتزان
$\eta$	فوق الجهد
$\Delta m$	تغير في الكتلة
$R\%$	المردود
$E_{corr}$	كمون التآكل
$R_p$	المقاومة الاستقطابية

## الفهرس

1.....مقدمة عامة

### الفصل النظري

#### الفصل الأول

3.....1-1-الدراسة النظرية لنبات حنة الإبل

4.....2-2-جمع وقطف النبات

4.....1-2-1-القطف

5.....2-2-2-إختيار مرحلة النمو المناسبة لعملية الجمع

5.....3-1-تجفيف النبتة

5.....4-1-المواد الفعالة

5.....1-4-1-الصبونيات

6.....2-4-1-القلويدات

6.....3-4-1-الفلافونيدات

6.....4-4-1-التينيات

7.....5-4-1-الزيوت الطيارة

8.....5-1-الكشف عن بعض العناصر الفعالة الموجودة في النبتة

8.....6-1-الكشف عن القلويدات

8.....7-1-الكشف عن الصبونيات

- 8-I-الكشف عن الفلافونيدات ..... 8
- 9-I-الكشف عن التينينات..... 9
- 9 I-10- الكشف عن الستيروولات والتربينات الثلاثية..... 9
- 9-I-11-الكشف عن الزيوت الطيارة..... 9

## الفصل الثاني

- 11-II-1-عموميات حول التآكل ..... 11
- 11-II-1-1-مفهوم التآكل ..... 11
- 11-II-1-2-أنواع التآكل ..... 11
- 13-II-1-3-أشكال التآكل ..... 13
- 15-II-1-4-العوامل المؤثرة في التآكل..... 15
- 15-II-1-4-1-تأثير pH..... 15
- 15-II-1-4-2- تأثير درجة الحرارة ..... 15
- 15-II-1-4-3-المعالجة الميكانيكية للمعدن..... 15
- 15-II-1-4-4-تأثير سرعة حركة الوسط ..... 15
- 16-II-1-4-5-المواد الأكلة الموجودة في الأجواء المعمول بها ..... 16
- 16-II-1-4-6-التأثير الميكانيكي الناتج عن الاحتكاك والتبريد والتسخين وتدفق الموائع.... 16
- 16-II-1-5-التآكل كظاهرة إلكتروكيميائية ..... 16
- 17-II-2-الدراسة الترموديناميكية للتآكل..... 17



17..... 3-II-الدراسة الحركية للتآكل

### الفصل الثالث

21..... 1-III- مقدمة

21..... 1-1-III-تعريف المثبطات

21..... 2-1-III- تصنيف المثبطات

22..... 1-2-1-III- مجال التطبيق

22..... 2-2-1-III- حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية

23..... 3-2-1-III- آلية التفاعل

24..... 4-2-1-III- حسب طبيعتها

24..... 5-2-1-III- المبادئ العامة لإستخدام المثبطات

25..... 3-1-III- طرق الحماية من التآكل

الفصل العملي :

### الفصل الرابع

27..... 1-IV- تحديد الشروط التجريبية لدراسة الفاعلية الشبببية للمستخلص

27..... 1-1-IV- أساس اختيار المستخلص المدروس

27..... 2-1-IV- أساس اختيار الطرق المستعملة

30..... 2-IV- طريقة الضياع في الكتلة

32..... 1-2-IV- النتائج المتحصل عليها بطريقة الضياع في الكتلة

37..... 3-IV- دراسة الفاعلية التثبيطة للمستخلص بدلالة التغير في درجة الحرارة

37... 3-IV- 1 النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط بتغير التركيز في درجات حرارة مختلفة

42..... 2-3-IV- بعض الصور التوضيحية للفولاذ الكربوني X60

#### الفصل الخامس

44..... 1-V- الطريقة الإلكترونية كيميائية

49..... 2-V- نتائج طريقة منحنيات Tafal

49..... 1-2-V- منحني الاستقطاب ومنحنى Tafal في غياب المشط

50..... 2-2-V- منحنيات الاستقطاب ومنحنيات Tafa في وجود المشط

50..... 3-2-V- نتائج الميزة لطريقة Tafal

51..... 4-2-V- تحليل و تفسير نتائج طريقة منحنيات تافال

51..... 3-V- بعض الصور التوضيحية للعينة X70

52 ..... الخاتمة

# مقدمة عامة

## المقدمة

### المقدمة

يعد تآكل المعادن من الظواهر الطبيعية التي تشوب كافة المعادن، وهي التي تتسبب في تلف تلك المعادن وتغير في

خواصها الكيميائية والفيزيائية، ويعرف التآكل بأنه انحلال المعدن بسبب تفاعله مع الوسط الذي يتعرض له أو فشل المعدن بأي سبب غير السبب الميكانيكي البحت ، أو يعرف أحياناً بأنه العملية العكسية لاستخلاص المعدن من خاماته، والتآكل فشل يصيب سطح المعدن ينتج بسبب عوامل كيميائية أو بسبب عوامل كيميائية تساعد على عوامل ميكانيكية متوفرة في الوسط الذي يعمل فيه المعدن.

والأمثلة عديدة على التآكل منها صدأ هيكل السيارة وعلب المواد الغذائية والصفائح والمقاطع الفولاذية وتآكل الأنابيب المدفونة في التربة ، وهناك أمثلة أخرى على تآكل أجزاء معدنية عديدة تتعرض إلى أوساط صناعية مثل الأحماض والقواعد والمياه المالحة وغيرها . [1]

ولأن طريقة التثبيت تعتبر خط الدفاع الأول في المنشآت المعدنية التي تحتك مع الأوساط الأكالة وتعتبر المركبات الأوكسجينية و الأزوتية والكبريتية هي الأكثر استعمالاً في المنشآت البترولية بحيث أن هذه المركبات سهلة الإدمصاص على سطح المعدن لوجود أزواج قطبية مشبعة أو ذرات قطبية مثل S,O,N وهي مشطبات جيدة لتآكل الحديد في وسط حمضي . [2]

ولأن أكثر المواد استعمالاً هو الفولاذ ولأنه يتآكل في معظم الأوساط لابد من دراسته وحمايته بعدة طرق منها استعمال مشطبات , حيث سنتطرق في بحثنا هذا إلى دراسة فاعلية تثبيت تآكل لمستخلص نبتة صحراوية على الفولاذ X60 و X70 في وسط حمضي  $H_2SO_4$ .

ولقد تمت دراسة هذا العمل بطريقتين :

أولاً: الطريقة الكلاسيكية (طريقة الضياع في الكتلة )

ثانياً: الطريقة الالكتروكيميائية ( طريقة المنحنيات )

## المقدمة

---

وفي هذا العمل سنتطرق إلى خمس فصول

### الجزء النظري

الفصل الأول: الدراسة النظرية والفيديو كيميائية للنبتة الصحراوية (حنة الإبل)

### الفصل الثاني: التآكل

الفصل الثالث: المثبطات وطرق الحماية

### الجزء العملي

الفصل الرابع: دراسة فاعلية تثبيط التآكل بطريق الضياع في الكتلة

الفصل الخامس: دراسة فاعلية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

# الفصل الأول

الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبته

الصحراوية حنة الإبل

## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبته الصحراوية حنة الإبل

### I- الدراسة النظرية لنبات "حنة الإبل":

#### 1- الأوصاف

هي نبتة صحراوية (عشبية ) برية ومعمرة سنويا يتراوح طولها من 0.5 متر إلى 1.5 متر جد متشعبه أغصانها صغيرة لها فروع كثيرة وكثيفة وأوراقها جذعية سميكة وضيقة خضراء قائمة,مع عروق موازية اللون نوعا ما أما الجذور الرئيسة هي عادة ليفية وتكون دوما عريضة تنتصب تحت الأرض زحفا ,أزهارها تتكون من أربع بتلات لونها أرجواني إلى بنفسجي [3],[4],[5]

#### 2-التطبيق العلاجي والعلمي على Oudneya Africana.R.Br

وفقا للبحث سابقا لهذا النوع ( أي الدراسات السابقة)أدى استخدام سكان ورقلة من هذا النبات كعجينة (مسحوق والماء) ضد أمراض الجلد وتأثيره عليها ,وكذلك ضد الحشرات القارصة . [5]

#### 7- نبات حنة الإبل: Oudneya Africana.R.Br



الشكل I-1- صورة فوتوغرافية لنبات حنة الإبل

## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبتة الصحراوية حنة الإبل

### 3- تصنيف نبات حنة الإبل الخاضعة للمسح الفيتوكيميائي. [5]

Règne	Encaryotes végétaux	المملكة
Family	(Cruciferae( Bassicaceae	العائلة
Classe	dicotylédone	الصف
Sous classe	dialypétale	تحت الصف
Ordre	pariétales	الرتبة
Sous ordre	rhoédale	تحت الرتبة
Gener	Oudneya	الجنس
Especies	Africana	النوع
Série	thalamiflore, litiflore	السلسلة

الجدول I-1- التصنيف العلمي لنبات حنة

### I-2- جمع وقطف العينة المدروسة من النبات

#### I-2-1- القطف

ثم جني النبتة من منطقة ورقلة بعين البيضاء في يوم 02-02-2014 حيث تم قطف الأجزاء الهوائية - الأوراق

والسيقان وإزالة الشوائب منها , وبالنسبة للجذور فقد تم غسلها بالماء البارد لإزالة الشوائب والرمل وتجزئتها إلى أجزاء صغيرة

لتسهيل تجفيفها وعدم تعفنها , تم التجفيف في مكان بعيد عن الشمس والرطوبة فوق قطعة قماش ونقوم بتقليبها من حين إلى

آخر. [6]

العضو	تاريخ	مدة التجفيف
الأوراق والسيقان والجذور	2014/02/02	شهر ونصف

الجدول I-2- تاريخ القطف ومدة التجفيف



## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبتة الصحراوية حنة الإبل

### II-2-2-اختيار مرحلة النمو المناسبة لعملية الجمع:

- الأزهار: بمجرد تكوين حبوب اللقاح أو قبل تفتحها يجب أن تقطف في الصباح وتوضع في تهوية مناسبة بدون ضغط. [7]
- الأوراق: إذا تركزت المادة الفعالة في الأوراق فإن الوقت المناسب لعملية الجمع يقع في الفترة من بدء تفتح الأزهار وحتى بداية الإتمام أو اكتمال الأزهار. [6]
- الجذور: النمو ويبدأ في الجفاف ويجب إزالة الأتربة من الجذور نفسها لعدة مرات في الماء ومن ثم تجفيفها. [7]
- الثمار: تجمع عند تمام نموها وعند ما تكون غير ناضجة وقد تجمع أحيانا عند إتمام نضجها وقبل تفتحها وانتشار بذورها تجمع عادة عند تمام النضج قبل تفتح الثمار وسقوط البذور. [7]

### I-3- تجفيف النبتة :

يجري التجفيف بغرض إزالة الماء من النبتة وبالتالي عدم حدوث التعفن و إيقاف فعل الأنزيمات النباتية فلا تتبدل المواد الفعالة في النبتة وفق عملية النشاط الكيميائي تسهيل عملية الطحن والسحق و التجفيف بالطريقة الطبيعية يتم في الظل (الرياح). أما التجفيف الصناعي يكون في غرف ذات أفران نستطيع التحكم في درجة حرارتها. [7]

### I-4- المواد الفعالة :

تعتبر المكونات الكيميائية الفعالة للنباتات الطبية من عمليات ما بعد عملية التمثيل الضوئي المباشر كالعنبر سيدات الثابتة أو غير المباشرة كالقلويدات والزيوت الطيارة وغيرها وتبعاً لفاعليتها العلاجية لكثير من الأمراض وسرعة شفاؤها وإزالة أعراضها لذلك تسمى هذه المنتجات بالمواد الفعالة Active Ingredients هذه المواد: [6]

### I-4-1 - الصبونيات: Saponines

فالصبونيات عبارة عن تربينات الثلاثية حقيقية في صورة جليكوزية ويتعدد السكر ليصل من اثنين إلى عشرة وعليه فالصبونيات ذات وزن جزئي عالي فهي بالحلمة سكر أو عدة سكريات مع genine يسمى Sa Pogenine 7 هذا

## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبته الصحراوية حنة الإبل

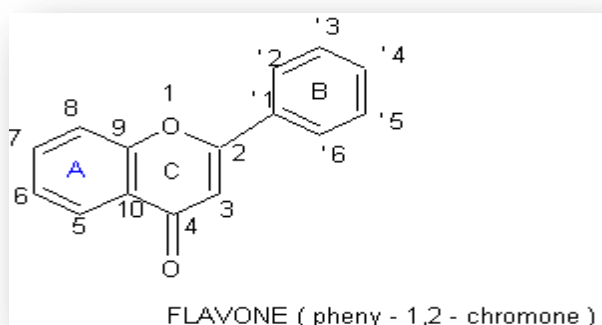
الأخبر عبارة عن نواة أستر والقليل منها يحتوي نواة ثلاثية التربينات وقد أشتق الاسم من الكلمة اليونانية Sapo. بمعنى صابون لأنه تعطي رغوة كثيفة إذا رجعت مع الماء أ و الكحولات المخففة وتستمر لفترة طويلة. [6]

### I-4-2 - القلويدات:

أدخل مصطلح قلويد في عام 1818 م من طرف (Meisser) وهذه الكلمة تطلق على كل مركب عضوي قاعدي له صفات القلوية ومنها اشتقت وتحولت إلى كلمة وهي القاعدة النباتية وهذا راجع إلى قواعد نتر و جينية معقدة كيميائيا. [6]

### I-4-3 - الفلافونيدات :

هي صبغات نباتية صفراء تتواجد في أجزاء النبات من الأوراق والزهور و سيقان و جذور [6] تتميز ببنية أساسية بسيطة نسبيا تتكون من 15 ذرة كربون موزعة على ثلاث حلقات اثنان منها متجانسة (a,b) و الثالثة غير متجانسة C (الشكل 2) إذ تتميز ببنية  $C_6-C_3-C_6$  و الفلافونيدات عموما مركبات ملونة هي المسؤولة عن لون الأزهار و الأوراق في النباتات. [6],[8]

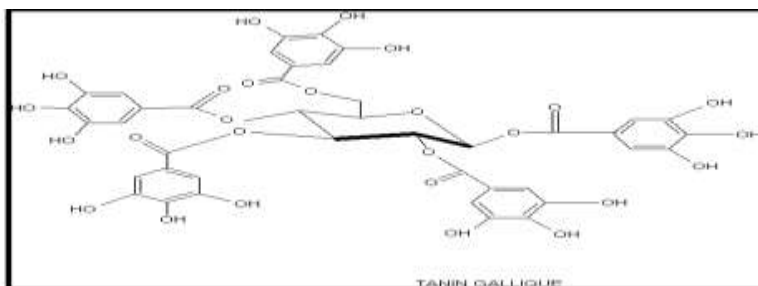


### الشكل I-2 - الصيغة العامة لـ FLAVONE

## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبتة الصحراوية حنة الإبل

### I-4-4-التينيات: Tanies

مركبات عديدة الفينولات ذات تركيب متنوعة ومذاق غير مستساغ ، ذات وزن جزيئي 300-500 (alcaloïdes) ولها بالإضافة إلى الفينولات :ترسيب القلويدات والبروتينات الأخرى (Gélatine) والتي لها (Tanerie) وحسب الاشتقاق فإن التينيات هي المركبات المستخدمة في الدباغة لها خاصية تحويل جلود الحيوانات الطرية إلى جلود غير قابلة للتعفن وقليلة النفاذية ويعزى ذلك على قدرتها على الإتحاد بالبروتينات[6]:مثال



الشكل I-3- الصيغة الكيميائية TANINS GALLIQUE

### I-4-4-5- زيوت الطيارة L'huile essentielle : الزيوت الطيارة خليط من مواد ذات

رائحة عطرية وطيارة، وهي تربينات أحادية و سيسكوتربينات، وهذه الأخيرة تولف ذلك الجزء من الزيت الطيار الذي له درجة الغليان أعلى وهي عبارة عن مركبات اوكسجينية لا تذوب في الماء والكحول. [6]

### I-5-5- الكشف عن بعض العناصر الفعالة في مختلف أعضاء النباتات المراد دراستها

#### المواد المستعملة:

المواد	الاسم
الأحماض	حمض كلور _ حمض الكبريت _ حمض الايثانويك .
القواعد	الأمونياك-هدروكسيد الأمونيوم- ثنائي إيثيل أمين .
الكحولات	الميثانول- الإيثانول .
الأملاح	ثلاثي كلوريد الحديد-كلور الزئبق نترات البوتاسيوم- يوديد البوتاسيوم .
المذيبات	كلور فورم- ثنائي ايثيل اثير ثنائي كلور الميثان- أستات الإيثيل-أثير البترولي.

الجدول I 3- المواد المستعملة

### كاشف ماير: Reactif de mayer

• محلول-أ- 13.55 غ من الكلور الماكير  $HgCl_2 + 20$  مل من الماء المقطر

• محلول-ب- 49.8 غ من يوديد البوتاسيوم  $KI + 20$  مل من الماء المقطر

نخلط المحلولين أوب ونخفف بالماء المقطر حتى 1 لتر .

### كاشف واجن: Wagner

نضع 2 غ من يوديد البوتاسيوم  $KI$  و 1.27 غ من اليود ( $I_2$ ) في 75 مل من الماء المقطر يخفف الخليط حتى

100 مل من الماء المقطر. [9]

### I-6- الكشف عن القلويدات ( Alkalodies ):

#### القلويدات العامة :

نأخذ 10 غ من مسحوق مختلف الأعضاء النبات ( أزهار -أوراق -جذور ) ونضيف لها 50 مل من  $HCl$  1%

مع الرج وبعد الترشيح نضيف إلى الرشاحة  $NH_3$  حتى  $PH = 8-9$  ثم نستخلص  $CHCl_3$  ثلاث مرات ب 3.20

مل ثم نبخر  $CHCl_3$  والراسب نضيف له  $HCl$  1% ، نضيف ثلاث قطرات من كاشف ماير وعند ظهور تعكر أو

راسب أبيض يدل على وجود القلويدات بصفة عامة. [6],[9]

### I-7-الكشف عن الصبونييات: Saponine

نأخذ 2 غ من المسحوق الجاف لمختلف أعضاء النبات وتسخن 80 مل من الماء المقطر مع وجود رج ثم يرشح

المحلول الناتج ويبرد ثم نقوم ثانية بالرج. ظهور الرغوة دليل على وجود الصبونييات. [6],[9]

### I-8- الكشف عن الفلافونيدات : Flavonoides

نأخذ 10 غ من المسحوق الجاف لمختلف أعضاء النبات نضيف لها 150 مل من HCl 1% ثم يترك مدة 24 ساعة مع الرج وبعد الترشيح نقوم بالاختبارات التالية :

نأخذ 10 مل من الرشاحة نضيف لها  $NH_4OH$  حتى القاعدية ظهور لون أصفر فاتح دليل على وجود الفلافونيدات. [9]

#### أ- الكشف عن الفلافونيدات الحرة

نأخذ 5 مل ونضيف لها 2.5 مل من كحول أميليك  $C_5H_{11}OH$  إذا تلون الطور الكحولي بلون أصفر دليل على وجود الفلافونيدات الحرة. [6], [9]

### I-9- الكشف عن التينينات : Tanias

نأخذ 10 مل من المسحوق الجاف من مختلف أعضاء النبات ونستخلص بواسطة 50 مل من الكحول الإيثيلي 50 % ترشح ونضيف على الرشاحة قطرات من ثلاثي كلور الحديد  $FeCl_3$  ظهور لون أخضر دليل على وجود التينينات. [9], [6]

### I-10- الكشف عن الستيروولات و التربينات الثلاثية :

نأخذ 5 غ من المسحوق الجاف لمختلف أعضاء النبات ونضعها في 20 مل من كلور وفورم  $CHCl_3$  ونقوم بالرج وبعد الترشيح نضيف إلى الرشاحة 1 مل من حمض الكبريت ظهور اللون الأخضر يتحول إلى أحمر في نقطة تلاقي الطورين دليل على وجود الستيروولات والتربينات الثلاثية. [7], [9]

## الفصل الأول الدراسة النظرية و الفيتو كيميائية للنبتة الصحراوية حنة الإبل

### I-11- الكشف عن الزيوت الطيارة:

ينقع 10 غ من المسحوق الجاف لمختلف أعضاء النبات في الإيثانول % 70 يوضع الراشح في جهاز الحرف بينخار

الماء ثم يسخن بلطف لمدة من 4-5 ساعات يدل ظهور الطبقة الزيتية على المستخلص على وجود الزيوت الطيارة. [6]

المواد الفعالة	حنة الإبل
الصبونيات	+
الفلافونيدات	+
الفلافونيدات الحرة	+
القلويدات العامة	+
ستيروولات والتربينات الثلاثية	+
التينينات (العفصيات)	+
الزيوت الطيارة	+

بعض العناصر الفعالة الموجودة في حنة الإبل:

الجدول I 4-العناصر الفعالة الموجودة في حنة الإبل

الإشارة + وجود المادة الفعالة .

## الفصل الثاني

### التآكل



### 1-1-عموميات حول التآكل:

يلعب التآكل دورا هاما في كثير من مجالات الحياة ، و هناك العديد من الأسباب التي تدفعنا لدراسة التآكل ومحاولة

التحكم فيه والحد من آثاره الضارة ،وبالتالي نعطي بعض المعلومات عن التآكل:

### II-1-1- مفهوم التآكل :

- يعرف التآكل بأنه تلف للمعدن نتيجة تفاعله كيميائيا أو كهر وكيميائيا مع الوسط المحيط به .
- وعرف التآكل كذلك بأنه تفاعل غير عكوس للسطح الفاصل بين المعدن والوسط المحيط به [10].
- ✓ وعرفه العلماء في سنة 1830 بأنه ظاهرة معقدة [ 11], في جميع المجالات الفيزيائية و الكيميائية و الالكتر وكيميائية ,وأثبتت بأنها تعتمد على الخصائص الميكانيكية [ 12].
- وعرف بأنه تلف أكسيدي لمعدن معرض للمحيط ,ويقصد به فقدان للخواص الفيزيائية والكيميائية عن طريق تفاعلات كيميائية تحدث على سطوح المعادن عندما يكون المعدن على صلة بالوسط المسبب للتآكل مثل الهواء الجوي والمحاليل المائية [ 13].
- ويعرف التآكل بأنه انهيار المنشآت الفلزية بفعل تفاعلها مع الجو المحيط [14].

### II-1-2-أنواع التآكل:

يصنف التآكل لعدة أنواع وصور عديدة حسب المخطط "1": [14], [15].



أنواع التآكل

1- حسب طبيعة الوسط الأكال :

\*التآكل الرطب: هذا النوع يحدث نتيجة توفر وسط مناسب وهو عبارة محاليل مختلفة .

\*التآكل الجاف: تكون في درجة حرارة عالية نتيجة غياب الشوارد المائية وتوفر عوامل مؤكسدة مثل بخار الماء و الأكسجين وكلور الهيدروجين أو بمعنى آخر هو وجود غاز محيط بالمعدن.

2- حسب ميكانيكية التفاعل:

\*التآكل المباشر (الكميائي): يحدث نتيجة إصابة كيميائية مباشرة للوسط المحيط على المعدن, هذا النوع يتواجد بكثرة في المنشآت الصناعية التي تنتج أو تستعمل الأوساط الحمضية .

\*التآكل الإلكتروكيميائي: يكون نتيجة تفاعل كهروكيميائي يتطلب وجود معدن في محلول إلكتروليتي وهو أصل تفاعل أكسدة إرجاعية يحدث فيه تأكسد للمعدن وإرجاع للالكتروليت .

\*التآكل البكتيري: تسببها البكتيريا, حيث عند قيام البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة بوظائفها الحيوية تطرح نواتج مثل كبريتيد الهيدروجين الذي يسبب التآكل كما أن تراكم البكتيريا بنسب كبيرة ينشط التآكل.

3-1- أشكال التآكل: [10], [14]

صورة توضيحية	مفهومه	شكل التآكل
	<p>هذا التآكل يحدث بمعدل متقارب عبر مساحات عريضة من السطح, وهو الصورة الأكثر شيوعا ويحدث هذا التآكل في الظروف الرطبة أو الجافة كما يمكن أن يحدث بميكانيكية كيميائية أو الكهروكيميائية .</p>	<p>التآكل المتجانس أو المعمم</p>
 <p>لنوع التآكل بشعر</p>	<p>وهو النوع الأكثر انتشار هو التآكل بالنقر ويقصد به تكون نقر عميقة على سطح غير متآكل ويمكن لهذا النقر أن يتخذ أشكال عديدة , والتآكل بالنقر وهو كذلك عن بعض المواد لاسيما الكلور حيث يمتز على الطبقة الرقيقة المتكون من أكسيد الحديد حيث يلعب دور محفز فتتشكل ثقوب .</p>	<p>التآكل الموضعي</p>

	<p>هذا التآكل هو عملية إزالة لأحد العناصر من سبيكة جامدة بعمليات التآكل يحدث خاصة في القطب السالب على سطح المعدن.</p>	<p>التآكل التصديعي</p>
	<p>يحدث عندما يجهاجد فلزان مختلفان من حيث النشاط الكهروكيميائي في حالة تلامس مع البعض أو تم توصيلهما بموصل كهربائي ، و ثم التعرض لفعل الكتروليت ما فرق الجهد بين المعدنين هو السبب الأساسي في حدوث التآكل ويمكن ملاحظاته بحدوث زيادة واضحة في معدل التآكل.</p>	<p>التآكل الغلفاني</p>
	<p>وهذا التآكل يحدث تحت ظروف معينة يلاحظ أن حدود الحبيبات تكون نشطة مع الوسط الأكال مما يؤدي إلى حدوث التآكل.</p>	<p>التآكل بين الحبيبات</p>

### II - 1-4- العوامل المؤثرة في التآكل:

#### II - 1-4-1- تأثير pH: تتأثر سرعة التآكل بدرجة الحموضة حيث أن تآكل المعادن يزيد بانخفاض pH (أي

البروتونات  $H^+$  تعطي تآكل حمضي) [13]

#### II - 1-4-2- تأثير درجة الحرارة: [13], [14]

- يتأثر التآكل شأنه شأن أي تفاعل كيميائي وتزداد سرعته بارتفاع درجة الحرارة ومن علاقة آرينيوس لقياس سرعة

التفاعل الكيميائي (بين سرعة التآكل ودرجة الحرارة) بالعلاقة التالية

$$V_{\text{corr}} = A e^{-E_a/RT}$$

$V_{\text{corr}}$  سرعة التآكل  $A$  ثابت السرعة  $E_a$ : طاقة التنشيط  $R$  ثابت الغازات  $T$  درجة الحرارة

- زيادة سرعة تفاعلات التآكل مع زيادة درجة الحرارة.
- تغير درجة الحرارة يؤثر على ذوبانية نواتج التآكل ويغير من موقع الاتزان.

#### II - 1-4-3- المعالجة الميكانيكية للمعدن: [14]

إن المعدن المستعمل في المنشآت الصناعية عبارة عن مزيج من المعادن بنسب معينة هذا المزيج يخضع إلى معالجة

حرارية، التي تعتبر الأسلوب العادي المتبع للمعادن وخاصة التي يدخل في تركيبها الحديد، لكن العيب الرئيسي لهذه التقنية هو زيادة حساسية السبيكة للتشقق المفاجئ .

#### II - 1-4-4- تأثير سرعة حركة الوسط: [14], [15]

يزداد معدل التآكل عندما تكون للحركة فعل ميكانيكي من شأنه أن يسبب تآكل التعرية وقد تزداد سرعة التآكل

عند وجود ذرات جزيئات صلبة تؤثر على حالة سطح المعدن وذلك في التآكل الجوي أو زيادة حركة مكونات المحلول.

## الفصل الثاني التآكل

II-1-4-5 - المواد الأكلة الموجودة في الأجواء المعمول بها مثل : الحموضة والأسس ،

والأملاح والمركبات الكبريتية و الفلورية و الكلورية .

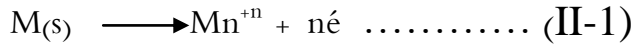
II-1-4-6 -التأثير الميكانيكي الناتج عن الاحتكاك والتبريد والتسخين وتدفق الموائع

II-1-5 - التآكل كظاهرة إلكتروكيميائية : [13], [14]

التآكل كما ذكر سابقا هو الهيار المنشآت المعدنية نتيجة تفاعلها مع المحيط ، وُقصد بالانهيار عودة المعدن إلى الحالة

الأصلية أي على شكل أيونات موجبة الشحنة هذه الشحنات تتراكم على سطح المعدن مما يجعل جزءا منه يتصرف كمصعد

والآخر يتصرف كمهبط و تعتبر هذه الخطوة أساس عملية التآكل ويمكن تمثيلها بالمعادلة التالية :

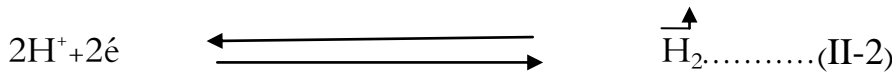


Ms: ذرة المعدن متعادلة قبل حدوث عملية التآكل

$Mn^{+n}$ : أيون المعدني والذي تكافؤه n

n : عدد الالكترونات التي يفقدها المعدن

اختزال الهيدروجين :



و يحدث هذا التفاعل في:

✓ الأوساط الحمضية والتي تكون غنية بأيون الهيدروجين اللازم لعملية الاختزال

✓ كما يمكن أن يحدث مثل هذا التفاعل في الأوساط المتعادلة أيضا وذلك إذا كان المعدن يستطيع أن يراكم الشحنة

كهربائية نتيجة تأينه لاختزال أيونات الهيدروجين من المحاليل التي تحتوي تراكيز محدودة منه

### II-2- الدراسة الترموديناميكية للتآكل : [16]

#### 1-2- تفاعلات تآكل المعدن :

لكي يحدث تآكل معدن M فإنه لابد من وجود منطقة أنودية حيث يمكن أن يتأكسد المعدن .

#### 2-2- هل يمكن أن يحدث تآكل :

تبدأ الإجابة على هذا السؤال بطرح سؤال جد يد و هو لماذا تتآكل بعض الفلزات في بعض الأوساط بينما لا تفعل ذلك فلزات أخرى فمن المعروف من القوانين الديناميكية الحرارية أن التفاعل يمكن له الحدوث إذا ما صاحبه تناقص في قيمة الطاقة الحرة أو يكون مقدار التغير في الطاقة الحرة مصاحب في التفاعل سالب ، وللتفاعلات الكهروكيميائية فإنه يمكن التعبير عن مقدار التغير في الطاقة الحرة بالمعادلة التالية :

$$\Delta G = -n EF \dots \dots \dots (II-3)$$

**n**: عدد الإلكترونات يمكن أن تتصل أو تنفصل أثناء التفاعل الكهروكيميائي

**F**: عدد فارادي **E**: هو جهد الخلية **ΔG**: التغير في الطاقة

ولكي يكون التفاعل ممكننا ويكون  $\Delta G$  سالبة يكون جهد الخلية E لابد أن يكون موجبا .

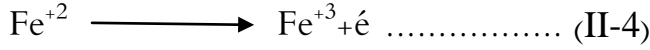
### II-3 - الدراسة الحركية للتآكل :

#### 1- معادلة Butler- Volmer: [9] , [16]

عبارة عن كثافة عن إيجاد علاقة بين كثافة التيار الذي يجتاز المسرى والاستقطاب الحادث له , وهذا في حالة التي

يكون فيها انتقال الشحنات هو الطور المحدد للسرعة الكلية للتفاعل .

يمكن حساب سرعة التفاعل الإلكتروليتي الذي يسمح بانتقال الكهروني (الكترود — محلول) :



و بتطبيق قانون فلواداي ، كثافة التيار  $i$  تكون متناسب طرديا مع سرعة التفاعل " $\text{mol/m}^{-2}\text{s}^{-1}$ " وهي الفرق بين سرعة التفاعل الأنودي  $V_a$  والكاثودي  $V_c$  وفرض أن التبادل الإلكتروني هو  $n=1$  كحالة الحديد نجد :

$$i = fv = (f(v_a - v_c)) \dots\dots\dots (\text{II-5})$$

F: ثابت فاراداي (96500) كلون

V: سرعة التفاعل

عند قياس كمون الإلكتروليت  $E$  العمل بالنسبة للإلكتروليت المرجع نجد:

$$E = \delta\delta + \text{Constant.}$$

$$V = K_a C_{\text{Fe}^{2+}} \exp\left(\frac{\alpha F}{RT} E\right) - K_c C_{\text{Fe}^{3+}} \exp\left(\frac{-(1-\alpha)F}{RT} E\right) \dots\dots\dots (\text{II-6})$$

$$i = i_a + i_c = FK_a C_{\text{Fe}^{2+}} \exp\left(\frac{\alpha F}{RT} E\right) - FK_c C_{\text{Fe}^{3+}} \exp\left(\frac{-(1-\alpha)F}{RT} E\right) \dots\dots\dots (\text{II-7})$$

عند الإتزان تنعدم سرعة التفاعل مما يجعل الكمون  $E$  مساويا لكمون الاتزان  $E_{eq}$  أي :

$$E = E_{eq} \dots\dots\dots (\text{II-8})$$

$$I = I_a + I_c = 0 \dots\dots\dots (\text{II-9})$$

$$I = i_0 \left( \frac{C_{\text{Fe}^{2+}}}{C_{\text{Fe}^{2+}}^{\text{sol}}} \exp\left(\frac{\alpha F}{RT} E - E_{eq}\right) - \frac{C_{\text{Fe}^{3+}}}{C_{\text{Fe}^{3+}}^{\text{sol}}} \exp\left(\frac{-(1-\alpha)F}{RT} E - E_{eq}\right) \right) \dots\dots\dots (\text{II-10})$$

باعتبار تغير تركيز الأصناف في المحلول معدوم وفق المعادلتين :

$$C_{\text{Fe}^{3+}} = C_{\text{Fe}^{3+}}^{\text{sol}} \dots\dots\dots (\text{II-11})$$

$$C_{Fe^{2+}} = C_{Fe^{2+} \text{ sol}} \dots \dots \dots (II-12)$$

يمكن كتابة المعادلة التالية

$$i = i_0 \exp\left(\frac{\alpha F}{RT} E - E_{eq}\right) \exp\left(\frac{-(1-\alpha)F}{RT} E - E_{eq}\right) \dots \dots \dots (II-21)$$

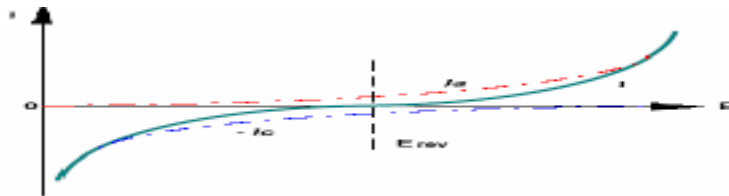
المعادلة (II-13) هي معادلة Butler-Volmer

**2- الإستقطاب:** يعرف الإستقطاب على أنه التغير بين كمون الالكترود في حالة تواجد التيار والكمون في غياب التيار وتعطى العلاقة التالية :

$$\pi = E - E_{i=0} \dots \dots \dots (II-14)$$

$$\eta = E - E_{ep} \dots \dots \dots (II-15)$$

منحنى الإستقطاب : منحنى الإستقطاب



الشكل II-1-1 منحنى الإستقطاب

**4- مستقيمات Tafal :**

في حالة  $\eta$  قيمة سالبة فإن علاقة Butler-Volmer تعطى العلاقة كما يلي :

$$i = i_0 \left( \exp\left(\frac{\alpha F}{RT} E - E_{eq}\right) \right) \dots \dots \dots (16 - II)$$

أي :



$$\eta = \frac{-RT}{BF} \ln i_0 - \frac{RT}{\alpha F} \ln i \dots\dots\dots(17-II)$$

وهي معادلة Tafel

نفس الشيء في حالة  $\eta$  قيمة سالبة يمكن كتابة

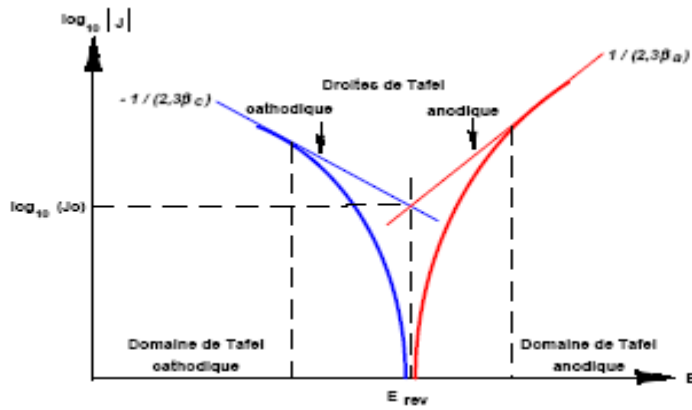
$$\eta = \frac{-RT}{BF} \ln i_0 - \frac{RT}{BF} \ln |i| \dots\dots\dots(18-II)$$

أي :

$$\log i = \log i_a = \log i_0 + \frac{\eta}{2,3B_a} \dots\dots\dots(19-II)$$

$$\log i = \log i_c = \log i_0 + \frac{\eta}{2,3B_c} \dots\dots\dots(20-II)$$

حيث  $B = \alpha - 1$  و بذلك رسم  $\log(i) = f(E)$



الشكل II -2- منحنى Tafel

# الفصل الثالث

المثبطات وطرق الحماية

### أساسيات طرق الحماية من التآكل:

#### III-1-1- مقدمة :

لقد وصفت المثبطات الكيماوية بأنها خط الدفاع الأول ضد التآكل في صناعة البترول . أي شخص يعمل في مجال التآكل في عمليات الإنتاج يجب أن يكون لديه تفهم كامل للكيماويات , وكيفية استخدامها وما هو المتوقع منها.

#### III-1-1- تعريف المثبطات: [14]

- ✓ هي الكيماويات التي تغطي أو تكون طبقة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على سطح المعدن لحمايته من البيئة الملاصقة له.
- ✓ أو هي مركبات كيميائية تضاف إلى الأوساط من أجل تخفيض سرعة التآكل وتحسب معدل الفاعلية بالعلاقة التالية [9]

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

حيث :

R% :معدل الفاعلية للمثبط  $V_0$ : السرعة بدون المثبط  $V$ : السرعة بوجود المثبط

#### III-1-2- تصنيف المثبطات:

تصنف المثبطات حسب عدة عوامل التي نذكر منها [17], [18]:

- ❖ مجال التطبيق (مجال استعمالها) .
- ❖ آلية التفاعل .
- ❖ تأثيرها على الكهروكيميائية .
- ❖ طبيعتها أو تركيبها .

## الفصل الثالث المثبطات و طرق الحماية

### III-1-2-1 - مجال التطبيق :

يمكن أن يتميز في ما يلي

#### • في الأوساط المائية :

- ✓ المثبطات المستخدمة في الأوساط الحمضية .
- ✓ والمثبطات المستخدمة في الأوساط المعتدلة .

#### • في الأوساط العضوية :

تستعمل كميات معتبرة من مثبطات في زيوت تشغيل المحركات والوقود [9]

#### • في الأوساط الغازية :

تستخدم لحماية الأجهزة الدقيقة والحساسة وكذلك القطع الإلكترونية أثناء نقلها وتخزينها قصد حمايتها من التآكل

الذي قد يسببه الهواء الجوي .

### III-2-2-1 - حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية :

نميز ثلاثة أنواع من المثبطات :

- المثبطات المصعدية .
- المثبطات المهبطية .
- المثبطات المختلطة .

✓ المثبطات المصعدية (الأنودية):

وهي تلك المركبات التي تؤدي إلى تغطية المساحات المصعدية في المعدن وذلك بإتحادها مع أيونات الحديد الثنائي

$Fe^{+2}$  لتشكل راسب يؤدي إلى سد المناطق المتآكلة.

## الفصل الثالث المثبطات و طرق الحماية

تؤدي المثبطات المصعدية إلى خفض شدة التيار الجزئي الأنودي وإزاحة كمون التآكل إلى الاتجاه الموجب

[13] [17], [18]

✓ المثبطات المهبطية (الكاثودية) :

هي المثبطات التي تعيق التفاعل الكاثودي وهي عبارة عن تلك المركبات الإلكترونية التي تميل لاكتساب الإلكترونات ، تؤدي إلى تغطية المساحات الكاثودية في المعدن بحيث تحدث لها عملية إمتزاز على هاته المساحات ، أما الجزء المهيروكربوني يشكل الطبقة الواقية للمنطقة المهبطية ، تؤدي هذه المثبطات إلى التقليل من شدة التيار الجزئي الكاثودي وإزاحة كمون التآكل

إلى الاتجاه السالب. [13] , [17], [18]

✓ المثبطات المختلطة :

هي مثبطات تعمل على تخفيض كثافة التيار للتفاعلين المصعدي والمهبطي معا مع تغيير طفيف في كمون التآكل. [17]

### IV-1-2-3-آلية التفاعل :

✓ بالامتزاز:

في هذا النوع تكون المثبطات عبارة عن مركبات عضوية تضاف إلى الوسط التآكلي فتمتد على سطح المعدن مما

يتحول دون تفاعله مع الوسط المحيط به ويحد ذلك من الحدوث التآكل ، يتميز هذا النوع من المثبطات عادة بوجود

مجموعات قطبية في جزيئاتها (المراكز الفعالة) مثل الأمينات العضوية [13] , [17]

✓ الترسيب:

في هذه الطريقة تتشكل أملاح و رواسب ترسب على سطح المعدن وهي إما رواسب لأملاح معدنية أو معقدات

عضوية قليلة الذوبان في الوسط الأكال , فتكون شريط واقية للسطح . [9], [17], [18]

✓ الحمولية :

## الفصل الثالث المثبطات و طرق الحماية

يتم تشكيل رواسب خاملة كيميائيا تجاه الوسط الأكال نتيجة تفاعل المثبطات بالحمولية مع سطح المعدن وهذا ما يؤدي إلى حمولية المعدن وتناقص سرعة التآكل، والمثبطات من هذا النوع تتأثر ب pH الوسط ومثل ذلك والكرومات والنترات. [ 17], [ 18]

✓ بإزالة العنصر الأكال :

تتفاعل المثبطات من هذا النوع مع العنصر المساعد على التآكل كيميائيا ما يؤدي لإزالته من الوسط وبذلك تقل سرعة التآكل، ومن الأمثلة عن هذه المثبطات كبريتيد الصوديوم. [17]

### IV-1-2-4- حسب طبيعتها :

✓ **المثبطات العضوية** : وهي عبارة عن مركبات كيميائية لها أزواج قطبية في تركيبها الجزيئي مثل مثبطات الأمين.

[13],[14]

✓ **المثبطات غير العضوية**: وهي مركبات تحوي ذرات مغايرة ذات طبيعة معدنية وعادة تكون عبارة عن أملاح

بلورية مثل كرومات الصوديوم . [13],[14]

### III-1-2-5- المبادئ العامة لاستخدام المثبطات : [14]

✓ تعيين الطبيعة الكيماوية وخواص الإذابة للمثبطات تحت الدراسة .

✓ المثبط يجب أن يكون قادرا على الالتصاق بالمعدن المطلوب وحمايته ليكون مؤثرا .

✓ التركيز يجب أن يكون صحيحا لظروف الاستخدام .

✓ دائما تبدأ المعالجة بتركيزات عالية التي تغطي أسطح المعدن ثم التقليل لمستوى المعالجة المستمرة أو المعالجة المتقطعة

على مراحل .

### III-1-3- طرق الحماية من التآكل :

نظرا لاختلاف طبيعية وأنواع التآكل الممكن حدوثها وأيضا اختلاف الظروف التي تساعد على حدوث هذه الأنواع المختلفة, فلا غرابة في أن توفر عدة أساليب للحماية من التآكل. في ما يلي ونذكر بعض الأساليب الحماية الشائعة الاستعمال .

[19]

#### 1- اختبار المعدن أو السبيكة:

تمتاز المعادن النقية بصورة عامة بمقاومة أفضل ضد التآكل عن غيرها من المعادن, إلا أنها غالية الثمن ولها خصائص ميكانيكية كالصلادة والمقاومة المنخفضة, من أشهر المعادن المستعملة نقيه هي الألمنيوم و الذهب البلاتين والمعادن الثمينة الأخرى.

أما السبائك المعدنية وخاصة سبائك المحاليل الجامدة المتجانسة و التي تتكون طورين, تمتاز بأنها تكون أكثر مقاومة ضد التآكل من السبائك التي تحوي طوراً ثانوياً أو مكونات دقيقة ومن السبائك الشائعة سبيكة ألمنيوم \_ منغنيزيوم التي تحوي على 7% المنغنيزيوم والتي تمتاز بمقاومة عالية للأجواء البحرية .

#### 2- الحماية بتغيير الوسط :

عند تغيير إحدى خواص الوسط أو المحيط المساعد على التآكل, فإنه يصبح بالإمكان السيطرة بشكل أفضل على عملية التآكل, من أهم الخواص الممكنة السيطرة عليها هي :

✓ درجة الحرارة للوسط

✓ جريان وسط

✓ تركيز الأصناف التي يحويها

#### 3- التحكم في التآكل بالتصميم:

حيث يتم الحزانات والحاويات وأخذ بعين الاعتبار حالة تدفق الوسط وعدم تواجد منخفضات وشقوق و أركان

مغلقة .

## الفصل الثالث المثبطات و طرق الحماية

### 4- الحماية الكاثودية والأنودية ( الكهروكيميائية ) :

تعتبر الحماية الكاثودية و الأنودية من أساليب الحماية من التآكل ذات أهمية بالغة . إذ تستخدم بشكل واسع في حماية المعادن كالفولاذ والنحاس الأصفر والرصاص ضد التآكل في التربة وفي الأوساط المائية .

#### 4-1 الحماية الكاثودية :

وهي حماية إلكتروكيميائية تعتمد على إزاحة الجهد إلى القطب السالب وهي تستعمل في الأوساط الالكتروليتية ويحدث ذلك بمصدر قدرة خارجية أو بمزدوج غلفاني ، وفي كلا الحالتين يتم ربط المعدن المعرض للتآكل كقطب سالب في الخلية إلكتروكيميائية مع إزاحة الجهد إلى قطب المعدن في الاتجاه السالب إلى قيمة اقل وبذلك حماية المعدن كليا.

#### 4-2- الحماية الأنودية :

في بعض المعادن مثل الفولاذ المقاوم للصدى يجري عليه الحماية بجعلها أقطاب موجبة وذلك بإزاحة الجهد إلى الجهود الموجبة يستعمل هذا النوع من الحماية في حالة حمض كبريتيك وهذه الطريقة تطبق أيضا في بعض الأحماض كحمض الفوسفات



# الفصل الرابع

دراسة فاعلية تثبيط التآكل بطريقة الضياع

في الكتلة

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### IV-1 - تحديد الشروط التجريبية لدراسة الفاعلية التثبيطية للمستخلص:

ينشأ التآكل أساساً من تفاعلات بين المعدن والوسط المحيط به وهو بالتالي يتأثر بكلاهما ولهذا قمنا بدراسة تأثير طبيعة المعدن

الصلب , كما درسنا تأثير الأيون المقابل للحمض (طبيعة الوسط) من  $H_2SO_4$  .

وفي هذا العمل ربطنا بين طريقتين وهي:

❖ طريقة الضياع في الكتلة

❖ الطريقة الإلكترونية كيميائية

### IV-1-2- أساس إختيار المستخلص المدروس:

من خلال المسح الفيتو كيميائي للنبته المدروسة وجد أنها تحوي على مواد فعالة التي تتمثل في ( الصابونيات , الزيوت

الطيارة , الفلافونيدات , القلويدات, التينينات و التربينات الثلاثية) و التي لها قدرة الإمتزاز على سطح المعدن .

### IV-1-3- أساس إختيار الطرق المستعملة :

لإبراز ظاهرة التآكل يوجد عدة طرق ولتأكيد النتيجة المتحصل عليها حاولنا أن نجمع على الأقل بين طريقتين فتم

اختيار الطريقة الإلكترونية كيميائية كطريقة أولى وأما الثانية فكانت طريقة الضياع في الكتلة.

### أ - المعدن المستعمل:

في تجربتنا قمنا بدراسة X70 و X60 حيث أخذت العينات من أنبوبة واحدة والتي تستعمل لنقل البترول في

شركة سونا طراك , إذ يتكون من العناصر الموضحة في الجدولين (الجدول-IV-1 و الجدول-IV-2) , لتفادي تغير بنية

المعدن تم القطع ظروف باردة لما من تأثير على سرعة التآكل .

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### أ-1-تركيبية الكيميائية للفولاذ الكربوني X60

ANALYSE CHIMIQUE  $\%.10^{-3}$

C	S	P	SI	Mn	Al	Nb	V	Ti	Ni	Cu	Cr	Mo
89	1	2	254	1462	21	38	15	16	5	39	19	5

### الجدول-IV-1-العناصر الموجودة في الفولاذ الكربوني X60

### أ-2- تركيبية الكيميائية للفولاذ الكربوني X70

ANALYSE CHIMIQUE  $\%.10^{-3}$

C	S	P	Si	Mn	AL	Nb	V	Ti	Ni	Cu	Cr	Mo
68	1	9	301	1623	28	57	13	17	14	10	30	5

### الجدول-IV-2-العناصر الموجودة في الفولاذ الكربوني X70

ب- تحضير العينة : لتحضير العينة تمر خلال مراحل وهي :

✓ قطع العينات في ظروف باردة والشكل المختار حسب الطريقة المستعملة .

✓ صقل العينات تحت تدفق الماء ذات أرقام التالية :

2000 \_1500\_ 1200\_1000 \_800\_600\_ 400

✓ معالجة كيميائية وذلك بتنظيف السطح بالأسيتون ثم التحفيف الجيد بالقطن .

✚ المواد المستعملة :

يوضح الجدول التالي بعض الخصائص الفيزيائية لبعض الخصائص الفيزيائية لبعض المركبات المستخدمة في هذه الدراسة

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### الجدول IV-3 - المواد المستعملة في التجارب

المركب	درجة النقاوة	الكثافة	شركة الإنتاج
حمض الكبريتيك	95-98	1,84	ORGANICS

### الأدوات المستعملة :

الأداة	صورة توضيحية
الميزان الرقمي	
بيشر سعنة 200 مل	
زجاجة الساعة	
جهاز طحن العينة	

### الجدول IV-4 - بعض الأدوات المستعملة

ج - وسط الدراسة : يتكون المحلول الإلكتروني من حمض الكبريتيك والذي يتواجد في المخبر بنسبة 37%.

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### د-1- تحديد تركيز حمض الكبريتيك

تم إختيار حمض الكبريت كمحلول إلكتروليتي راجع إلى:

- الذوبانية الجيدة لهذه المركبات في هذه الوسائط .
- تآكل الناتج هو أبسط حالات وهو التآكل المعمم .
- المسؤول على التآكل هو البروتون  $H^+$  فقط والأيون المقابل ليس له إي تأثير .
- يخزن حمض الكبريتيك المركز في الفولاذ الكربوني صلب .
- ولتحديد تركيزه تمت دراسة تأثير تركيزه على سرعة تآكل الفولاذ الصلب X70 و X60 والذي يتآكل في تراكيز التي تتراوح ما بين (0.000-60)% في درجة الحرارة العادية وبناء عليه تم إختيار التركيز 1M .

### هـ- تحضير المستخلص:

نأخذ 30 غ من مسحوق البنتة (أوراق - سيقان - جذور) وذلك بعد طحنها وتنقع بعد ذلك في 150 مل من الماء المقطر مدة 24 ساعة مع القيام بعملية الرج و ثم ترشح وتجفف الرشاحة لاستخلاص الماء والحصول على المثبط نقي .

### IV-2- طريقة الضياع في الكتلة :

أ . مبدأ الطريقة : تعتمد هذه الطريقة على تغير وزن العينة (الفولاذ), حيث يتم قياس وزن العينة وأبعادها قبل وبعد زمن الغمس في المحلول الإلكتروليتي ( $H_2SO_4$ ) خلال أزمنة مختلفة .

ب . تحضير العينات : تمر العينة عبر المراحل المذكورة سابقا في تحضيرها حيث شكلها متوازي المستطيلات الشكل

التالي:



## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

الشكل - IV-2- العينه X60

الشكل - IV-1- العينه X70

ج- طريقة العمل :ونلخص ذلك في المراحل التالية :

- ✓ تحضير العينات بمعالجة ميكانيكية وكيميائية.
- ✓ أخذ وزن كل عينة وحساب أبعادها خلال فترات زمنية مختلفة قبل وبعد غمرها في 150 مل من المحلول الإلكتروليتي ( $H_2SO_4$ ) ثم القيام بحساب التغير في الكتلة .
- ✓ إعادة العملية حتى الحصول على سرعة تآكل ثابتة .
- ✓ تغير درجة الحرارة للحصول على سرعة التآكل في درجات حرارة مختلفة.



الشكل IV-3- التركيب التجريبي للتجربة

د-تحديد سرعة التآكل وزمن الغمس بطريقة الضياع في الكتلة :نحسب السرعة من العلاقة التالية :

$$V_{\text{corr}} = \Delta m / S.t \dots \dots \dots (IV-4)$$

$\Delta m$  : التغير في كتلة العينة وتكون بالغمم ,  $t$  : زمن الغمس ويكون بالدقيقة أو بالثانية ,  $S$  : المساحة الكلية للعينة ووحدتها  $\text{مم}^2$

$$S = 2(H.D + H.L + L.D) \dots \dots \dots (IV-5) \quad \text{والتي تحسب من العلاقة حيث :}$$

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

H: الارتفاع D: العرض L: الطول

IV-2-1- نتائج المتحصل عليها من طريقة الضياع في الكتلة : من أجل تحديد زمن الاتزان

للمعدن X70 تم أخذ أقل زمن ممكن حتى الحصول على الاتزان وكانت النتائج كالتالي :

✓ بالنسبة للعيينة: X70

t= min	قبل الغمس				بعد الغمس				$\Delta m$ (g)	S39 mm <sup>2</sup>	V g/cm <sup>3</sup> min <sup>3</sup> 10 <sup>-3</sup>
	$m_1$ (g) □	h (mm)	l (mm)	D (mm)	$m_2$ (g)	h (mm)	l (mm)	D (mm)			
5	50,0146	12,96	24,67	19,92	50,0141	12,94	24,65	19,86	0,0005	2134,842	0,46
10	50,0115	12,93	24,60	19,85	50,0081	12,93	24,59	19,85	0,0034	2125,777	1,69
20	50,0033	12,92	24,58	19,84	49,9964	12,92	24,58	19,84	0,0069	2132,147	1,6
30	49,9847	12,91	24,58	19,80	49,975	12,89	24,57	19,79	0,0122	2117,67	1,9
50	49,9432	12,85	24,54	19,77	49,9237	12,84	24,53	19,71	0,0195	2105,027	1,9
60	49,9224	12,84	24,52	19,70	49,8975	12,82	24,51	19,69	0,0249	2100,074	1,9
70	49,8926	12,82	24,50	19,68	49,8645	12,80	24,46	19,66	0,028	2094,167	1,9
180	49,8559	12,79	24,45	19,65	49,802	12,78	24,43	19,65	0,0574	2087,873	1,5

الجدول IV-5- القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X70 في وسط من حمض الكبريت.

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

✓ بالنسبة للعيينة X60

t min	قبل الغمس				بعد الغمس				$\Delta m$ (g)	S (mm <sup>2</sup> )	V g cm <sup>2</sup> . min $\times 10^{-5}$
	$m_1$ (g)	h (mm)	l (mm)	D (mm)	$m_2$ (g)	h (mm)	l (mm)	D (mm)			
5	36,1204	9,42	24,60	19,80	36,1196	9,40	24,56	19,74	0,0008	1806,562	0,88
10	36,1187	9,39	24,55	19,71	36,1161	9,38	24,54	19,68	0,0026	1797,215	1,4
20	36,1160	9,36	24,53	19,66	36,1102	9,36	24,52	19,65	0,0058	1790,734	1,6
30	36,1028	9,36	24,52	19,65	36,0940	9,36	24,50	19,64	0,0088	1788,943	1,6
40	36,0905	9,35	24,49	19,65	36,0772	9,35	24,49	19,63	0,0133	1786,5214	1,8
60	36,0515	9,32	24,47	19,59	36,031	9,31	24,46	19,58	0,0205	1780,950	1,8
70	36,0823	9,30	24,44	19,58	36,0076	9,31	24,42	19,56	0,0204	1770,905	1,8
80	35,9425	9,28	24,47	19,78	35,9159	9,27	24,47	19,74	0,0266	17787,521	1,8
180	36,0041	9,25	24,39	19,55	35,9609	9,23	24,38	19,52	0,0432	1785,524	1,36

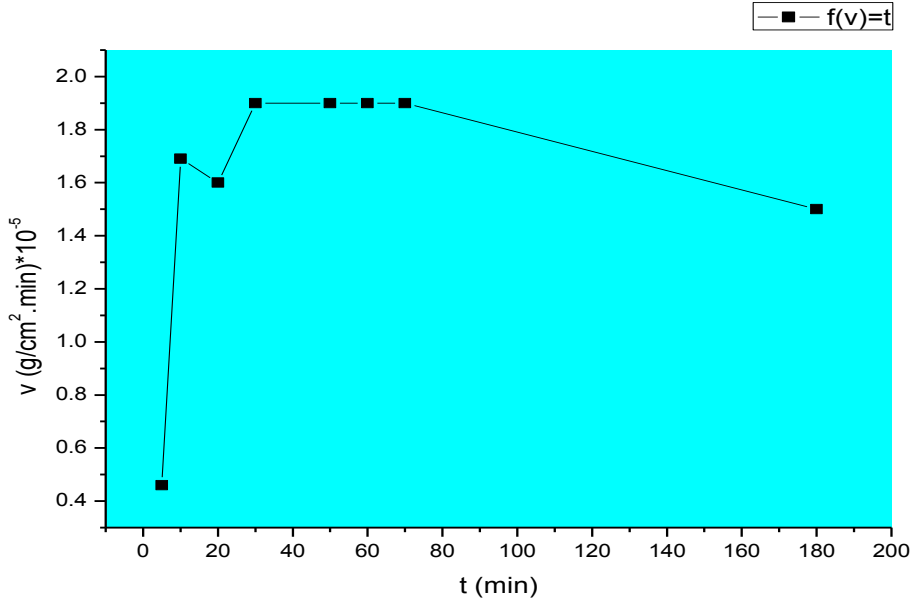
الجدول IV-6- القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X60 في وسط من حمض الكبريت .



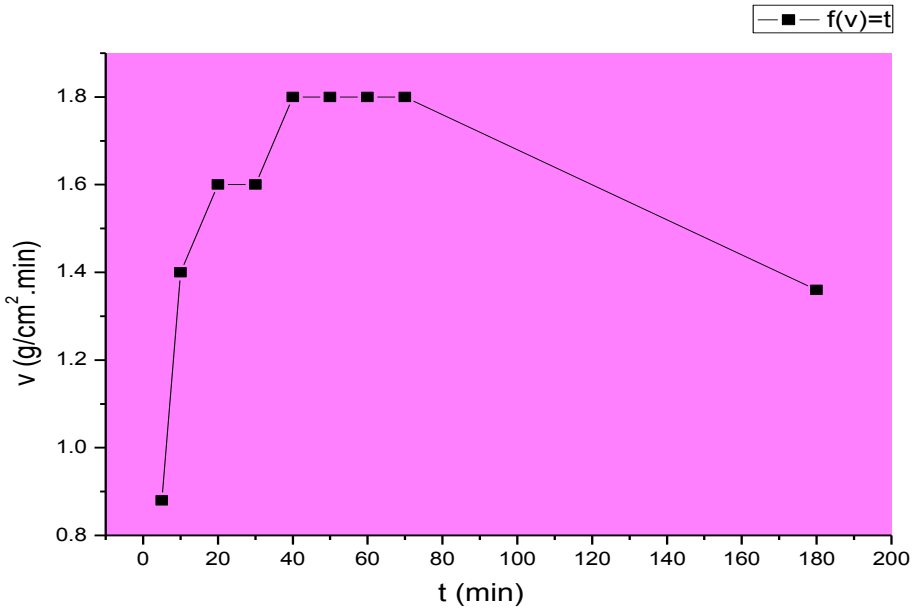
## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

و- منحنيات خاصة بسرعة التآكل بدلالة التغير في الزمن للعينتين X60 و X70

(أي زمن الغمس)



الشكل IV-4-منحى تغير سرعة التآكل بدلالة الزمن للفولاذ الكربوني X70



الشكل IV-5 - منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة الزمن للفولاذ الكربوني X60

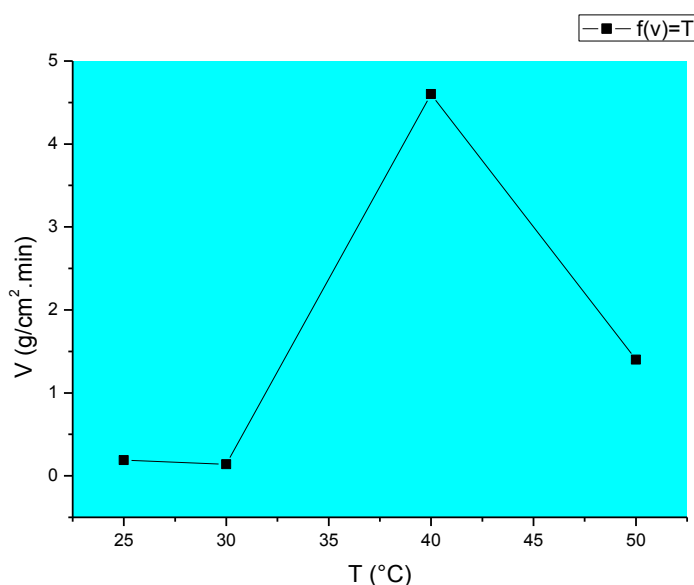
## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

خ- تحديد سرعة التآكل بدلالة تغير في درجة الحرارة :

❖ بالنسبة للعيينة X70

T(°C)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm(g)	S(mm <sup>2</sup> )	V g/cm <sup>2</sup> min
25	49,9847	49,9725	0,0122	2117,6706	1,9×10 <sup>-5</sup>
30	49,1102	49,1089	0,0013	2019,6728	2,14×10 <sup>-5</sup>
40	49,1423	49,1124	0,0299	2024,1528	4,96×10 <sup>-4</sup>
50	49,2186	49,1486	0,07	2029,5088	1,14×10 <sup>-4</sup>

الجدول IV-7- القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X70 في وسط من حمض الكبريت بدلالة تغير في درجة الحرارة



الشكل IV-6- منحنى سرعة التآكل بدلالة تغير درجة الحرارة للفولاذ الكربوني X70

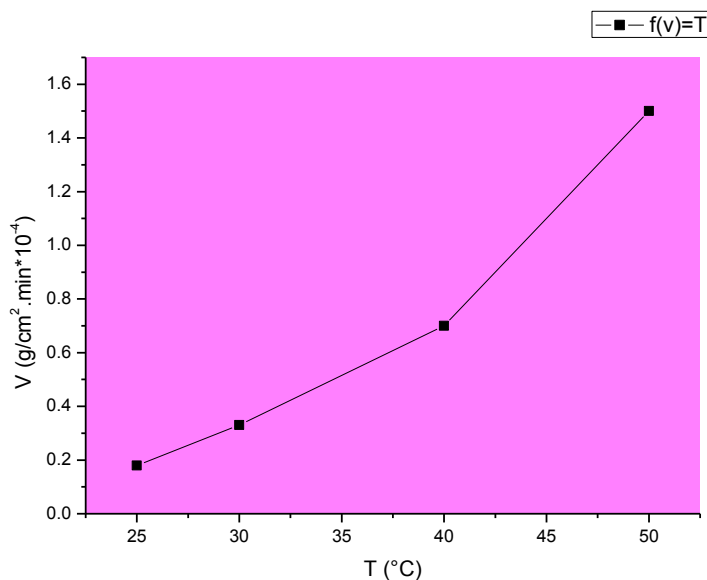
## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

❖ بالنسبة للعينة X60

$T (^{\circ}C)$	$m_1 (g)$	$m_2 (g)$	$\Delta m (g)$	$S (mm^2)$	$V$ $g/cm^2 \cdot min$
25	36,0905	36,0772	0,0133	1786,5214	$1,8 \times 10^{-5}$
30	35,31108	35,2883	0,02278	1701,9952	$3,3 \times 10^{-5}$
40	35,3668	35,3190	0,0478	1704,3504	$7,0 \times 10^{-5}$
50	35,4779	35,3748	0,1031	1708,932	$1,5 \times 10^{-4}$

الجدول IV-8- القيم المميزة لتآكل الفولاذ الكربوني X60 في وسط من حمض الكبريت بدلالة تغير في درجة

الحرارة



الشكل IV-7- منحنى سرعة التآكل بدلالة تغير درجة الحرارة للفولاذ الكربوني X60

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### IV-3- دراسة الفاعلية التثبيطية للمستخلص بدلالة التغير في درجة الحرارة :

حساب مردود حسب طريقة الضياع في الكتلة : ويعطى بالعلاقة التالية

$$R\% = (v_0 - v/v_0) \times 100 \dots\dots (IV-6)$$

حيث

$v_0$  : سرعة التآكل بدون مثبط

$v$  : سرعة التآكل بمثبط

$R\%$  : معدل الفاعلية التثبيطية

#### 1 التآكل بطريقة الضياع في الكتلة :

تمت الدراسة وفق الطريقة السابقة , الجداول التالية تمثل نتائج المتحصل عليها بالنسبة لتأثير التركيز و درجة

الحرارة على مردود التثبيط للمستخلص بطريقة الضياع في الكتلة في وسط إلكتروليتي من  $H_2SO_4$  بتركيز

1M على الفولاذ X70 و X60

أولاً: تأثير درجة الحرارة

### IV-3-1- النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط بتغير التركيز في درجات حرارة مختلفة

❖ بالنسبة X70

• الجدول IV - 9 - يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=25^\circ C$

T=25°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V( g/cm <sup>2</sup> min )	R%
80	49,6450	49,6392	0,0058	2085,6762	9,2.10 <sup>-6</sup>	51,57
100	49,7700	49,7690	0,001	2010,0182	1,6.10 <sup>-6</sup>	91,57
120	49,3230	49,3162	0,0068	2059,5760	1,09.10 <sup>-5</sup>	42,63
150	49,4198	49,4147	0,00563	2073,8016	9,1.10 <sup>-6</sup>	51,15

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

• الجدول IV - 10 - يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=30^{\circ}C$

T30°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V( g/cm <sup>2</sup> min	R%
80	49,6370	49,6260	0,011	2083,5408	1,75.10 <sup>-5</sup>	18,22
100	49,7602	49,7589	0,013	2098,7372	2,06.10 <sup>-6</sup>	90,34
120	49,2307	49,2280	0,0027	2042,7228	4,4.10 <sup>-6</sup>	79,02
150	49,3895	49,3812	0,0083	2067,8826	1,33.10 <sup>-5</sup>	37,8

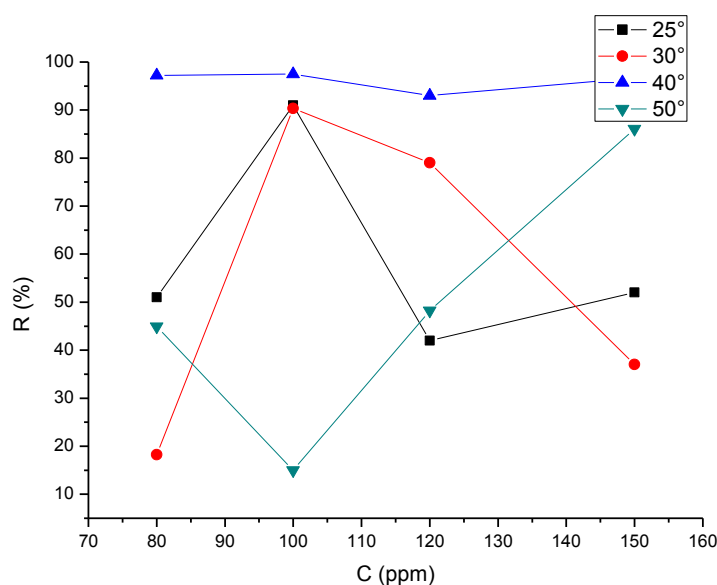
• الجدول IV - 11 - يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=40^{\circ}C$

T40°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δ m(g)	S(mm <sup>2</sup> )	V ( $\frac{g}{cm^2min}$ )	R%
80	49,608	49,5988	0,0092	2076,0694	1,47.10 <sup>-5</sup>	97,23
100	49,6856	49,6770	0,0068	2088,6942	1,37.10 <sup>-5</sup>	97,50
120	49,2633	49,2420	0,00213	2048,9744	3,4.10 <sup>-5</sup>	93,02
150	49,4109	49,3990	0,0119	2070,1472	1,9.10 <sup>-5</sup>	96,67

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

الجدول IV-12- يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=50^{\circ}\text{C}$

T50°C						
C(ppm)	$m_1(\text{g})$	$m_2(\text{g})$	$\Delta m(\text{g})$	$S(\text{mm}^2)$	$V(\frac{\text{g}}{\text{cm}^2\text{min}})$	R%
80	49,5690	49,5299	0,0391	2076,0694	$6,28.10^{-5}$	44,9
100	49,7506	49,6897	0,06	2091,8536	$9,7.10^{-5}$	14,99
120	49,3126	49,2760	0,0366	2055,3224	$5,9.10^{-5}$	48,24
150	49,3689	49,359 0	0,0099	2065,719	$1,59.10^{-5}$	86,05



الشكل IV-8- منحنى مردود التثبيط بدلالة تغير التركيز في درجات حرارة مختلفة للفولاذ الكربوني X70

❖ بالنسبة للعينة X60

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

• الجدول IV - 13 يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=25^{\circ}\text{C}$

T25°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V(g/cm <sup>2</sup> min)	R%
80	35,2833	35,2761	0,0072	1693,6572	$1,06 \cdot 10^{-5}$	41,54
100	35,7251	35,7181	0,007	1723,8812	$1,01 \cdot 10^{-5}$	43,60
120	35,767	35,7614	0,0061	1729,6228	$8,8 \cdot 10^{-6}$	51,01
150	35,9049	35,8909	0,0059	1747,115	$8,4 \cdot 10^{-6}$	53,32

• الجدول IV - 14 يمثل النتائج المتحصل عليها لمردود التثبيط عند  $T=30^{\circ}\text{C}$

T30°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V(g/cm <sup>2</sup> min)	R%
100	35,7108	35,6996	0,0112	1721,983	$1,6 \cdot 10^{-5}$	51,5
120	35,7553	35,7470	0,0083	1730,2678	$1,19 \cdot 10^{-5}$	63,5
150	35,8959	35,8872	0,0087	1743,089	$1,24 \cdot 10^{-5}$	62,6

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

• الجدول IV - 15 يمثل النتائج المتحصل عليها لمرودود التثبيط عند  $T=40^{\circ}\text{C}$

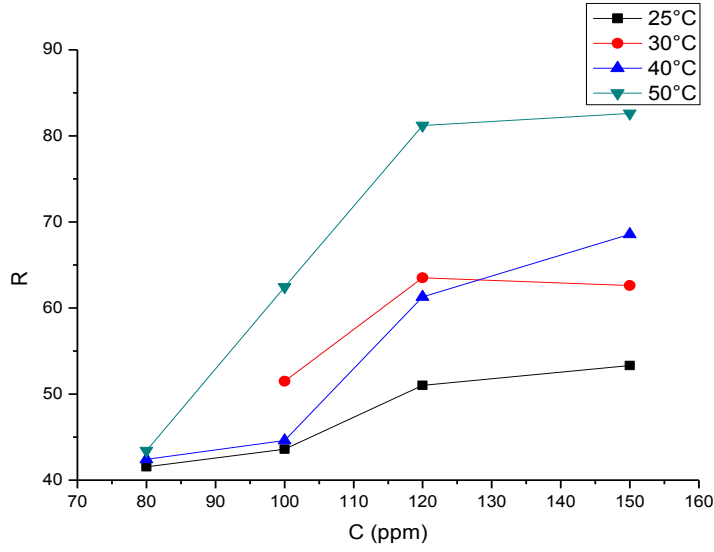
T40°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V (g/cm <sup>2</sup> min)	R%
80	35,2695	35,2423	0,0272	1691,0112	$4,02 \cdot 10^{-5}$	42,42
100	35,5148	35,4875	0,0273	1709,1966	$3,9 \cdot 10^{-5}$	44,60
120	35,800	35,7816	0,0188	1727,2832	$2,72 \cdot 10^{-5}$	61,29
150	35,8801	35,8597	0,0204	1737,8202	$2,93 \cdot 10^{-5}$	68,57

• الجدول IV - 16 يمثل النتائج المتحصل عليها لمرودود التثبيط عند  $T=50^{\circ}\text{C}$

T50°C						
C(ppm)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Δm	S(mm <sup>2</sup> )	V (g/cm <sup>2</sup> min)	R%
80	35,2343	35,1768	0,0575	1688,929	$8,5 \cdot 10^{-5}$	43,42
100	35,6924	35,6527	0,0379	1717,5806	$5,7 \cdot 10^{-5}$	62,43
120	35,8286	35,8114	0,0172	1729,2906	$2,72 \cdot 10^{-5}$	81,22
150	35,8565	35,8328	0,01822	1732,935	$2,6 \cdot 10^{-5}$	82,6



## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة



الشكل IV-9- منحنى مردود التثبيط بدلالة تغير التركيز في درجات حرارة مختلفة للفولاذ الكربوني X60

### IV-3-2- بعض الصور التوضيحية للفولاذ الكربوني X60



الجدول IV-17- بعض الصور التوضيحية للفولاذ الكربوني X60 قبل وبعد الوضع في المحلول المشب

## الفصل الرابع دراسة فعالية تثبيط التآكل بطريقة الضياع في الكتلة

### 3-1- تحليل وتفسير النتائج المتحصل عليها:

من خلال الجدول (IV-5) بالنسبة للفولاذ الكربوني X70 نجد أن سرعة التآكل تزداد مع زيادة في الزمن إلا أن وصلت إلى قيمة معتبرة لتآكل العينة الفولاذية حيث قدرت عند 30min ب  $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{min}$  و تم انخفاض . وكذلك نفس ملاحظة من خلال الجدول (IV-6) بالنسبة للفولاذ الكربوني X60 حيث وصلت سرعة التآكل إلى قيمة معتبرة حيث قدرت عند 40 min و قدرت  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{min}$  و تم انخفاض .

ومن خلال الجدولين " 7-IV و 8-IV " للفولاذين X70 و X60 على التوالي نلاحظ سرعة التآكل تزيد بزيادة درجة الحرارة إلى تصل قيمتين معتبرتين للفولاذين عند درجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  و  $50^\circ\text{C}$  والتي قدرت ب  $4,96 \cdot 10^{-4} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{min}$  و  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{min}$  على الترتيب . ونفسر ذلك بأن التآكل شأنه شأن أي تفاعل كيميائي وتزداد سرعته بارتفاع درجة الحرارة ومن علاقة ارينوس لقياس سرعة التفاعل الكيميائي (بين سرعة التآكل ودرجة الحرارة) بالعلاقة التالية

من خلال الشكل 8-IV بالنسبة للفولاذ الكربوني X70 نلاحظ أن عند التركيز 100ppm في درجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  وصل المردود التثبيطي إلى أعلى قيمة " 97,50 % " .

ومن خلال الشكل 9-IV بالنسبة للفولاذ الكربوني X60 وصل المردود التثبيطي عند تركيز 150ppm في درجة حرارة  $50^\circ\text{C}$  إلى قيمة معتبرة 81,6 % .

ومنه نستند إلى أنه كلما زادت درجة الحرارة زادت الذوبانية للمستخلص في الوسط الحمضي .

ومنه نستنتج أن المثبط المستخدم في هذه الدراسة ذات كفاءة عالية في تثبيط التآكل .

المثبط المستخدم يعمل على تثبيط التآكل بواسطة الإمتزاز على سطح المعدن , وأن سلوك الإمتزاز كان مطابقا لعلاقة

لانغمير للإمتزاز والتي يعبر عنها بالعلاقة التالية :  $Q = \frac{KC}{1+KC}$  حيث K: ثابت التوازن و C: تركيز المثبط .

وتحسب التغطية السطحية Q عند كل تركيز في درجة حرارة ثابتة من المعادلة

$$Q = 1 - (W_{in} / W_{um}) \quad \text{حيث } W_{um} \text{ الوزن المفقود في وجود أو عدم وجود المثبط}$$

# الفصل الخامس

دراسة فاعلية تشييط التآكل بالطريقة

الكهروكيميائية

## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

### 1-V- الطريقة الإلكتروكيميائية :

قمنا أولاً بدراسة الفاعلية التثبيطية بطريقة الضياع في الكتلة, إلا أنها لا تؤدي إلى المعرفة الحقيقية لآلية تفاعل التآكل , لهذا تطرقنا إلى طريقة الأكثر دقة وذلك لمعرفة الظواهر الإلكتروكيميائية للتآكل والمتمثلة بالانتقالات الإلكترونية (أي التبادل الأيوني) بين المعدن والوسط الإلكتروليتي ( $H_2SO_4$ ). فتم تحديد فاعلية المثبط المدروس على سلوك معدن واحد X70 فقط وذلك لضيق الوقت, في درجة الحرارة العادية , بواسطة طريقة منحنيات الاستقطاب التي تعتمد على أبطئ مرحلة وتكون على مستوى سطح المعدن والإلكتروليت والتي تعتمد على رسم منحنى الاستقطاب  $i=f(E)$  ورسم منحنى Tafal  $\log|i| = f(E)$  ويتم الحصول على المنحنيات بواسطة نظام تجريبي هو عبارة عن تركيب يتكون من:



الشكل-1-V- الجهاز التجريبي للطريقة الإلكتروكيميائية

### 1 ± جهاز القياس: [15]

وفي هذه الدراسة استعملنا جهاز قياس الجهد الذي يدعى (Galvanostat) من نوع PGZ 301

المعتمد من شركة Volta lab, مزود ببرنامج و Voltmaster4 . ولهذه الأجهزة عدة تطبيقات نذكر منها (تحديد فوق الجهد - قياس تيار سرعة التآكل - قياس مقاومة الاستقطاب ..... إلخ).



الشكل V-2- جهاز Potentionstat - Galvanostat من نوع PGZ 301

### 1-2-1- خلية القياس: [15]

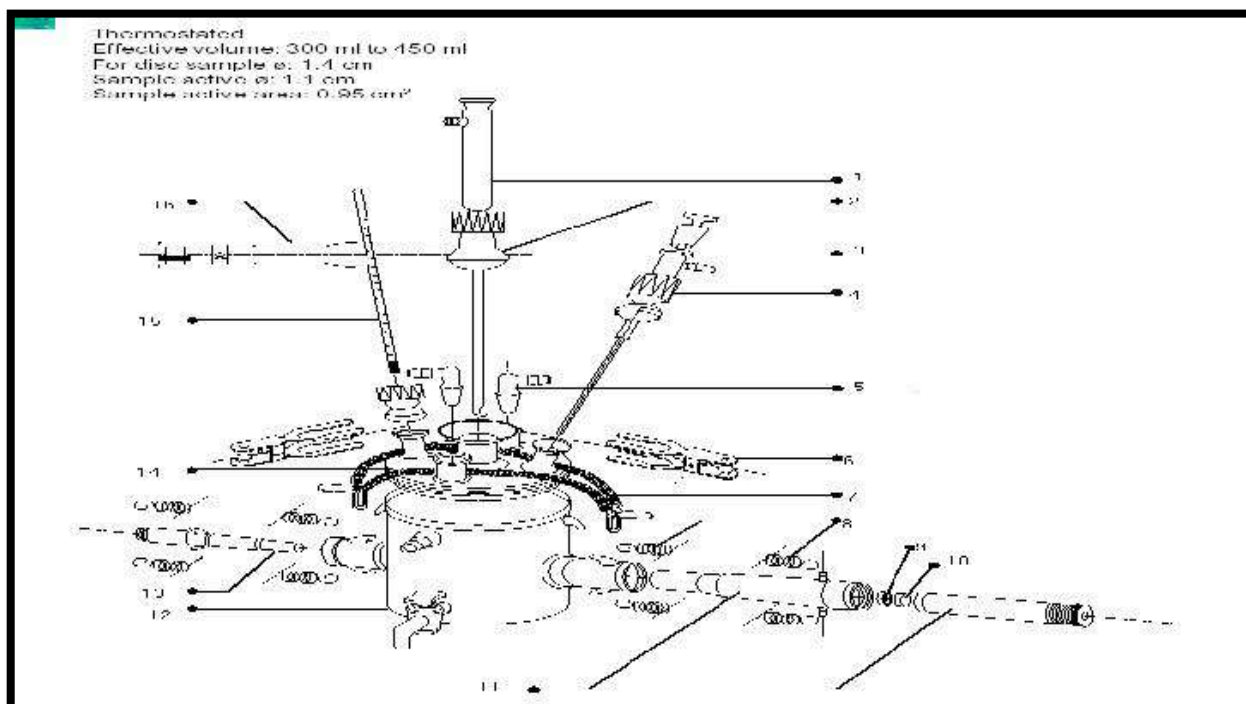
أجريت التجارب الالكتروكيميائية داخل خلية زجاجية من نوع pyrex ، لها شكل اسطواني ذات حجم يساوي 500ملل , يوجد على جانبيها فتحتان , واحدة لإدخال إلكترود العمل هو عبارة عن الحامل للقطعة المعدن المدروس على شكل اسطوانة مساحته 1سم<sup>2</sup> (الفولاذ الكربوني X70). والثانية لإدخال إلكترود الشاهد هو عبارة عن قطب البلاتين مساحة سطحه 1 سم<sup>2</sup> في غطاء زجاجي لفصله عن إلكترود العمل ولمنع ترسب الأكسجين عليه. بحيث يضمن مرور التيار الكهربائي داخل الخلية الالكتروكيميائية. ولها غطاء به خمسة فتحات ، تستعمل إحدها لإدخال الإلكترود المرجعي الذي هو عبارة عن إلكترود كالومال (calomel) موجود في محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم KCl مشبع ، ويرمز له ب(ECS) وكمونه يساوي +0.243 volt ، وهو إلكترود من الزئبق مغطى بخليط من Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Hg يلامس محلول مشبع KCl ، له شكل أنبوب شعري

### دراسة منحنيات الاستقطاب و Tafel:

رسمت منحنيات الاستقطاب بسرعة مسح مناسبة قدرت ب 30 mV/min وفي مجال للكمون

من - 800 mV إلى - 200 mV ، مدة رسم كمون الاستقرار نصف ساعة .

## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية



الشكل V-3- رسم تخطيطي لخلية الإلكتروليتية الكيميائية

إلكترود العمل	09	الكترود المرجع	01
مثبت إلكترود العمل	10	أنبوب شعري	02
جسم لتثبيت إلكترود العمل	11	سدادة	03
اسطوانة بها محلول	12	مدخل	04
الكترود المساعد	13	فتحات لإدخال محلول من أجل رفع درجة الحرارة	05
غطاء	14	ملاقط	06
محرار	15	نابض لتثبيت غطاء الخلية	07
ملقط لتثبيت المحرار	16	نابض لتثبيت الالكترود	08

### جدول V-1- مكونات الخلية

#### 3-1- الالكترودات المستعملة : [20] ، [21]

من أرقى الخلايا التي تحتوي على ثلاث الكترودات :المساعد، المرجع ،العمل.

## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

- إلكترود المساعد : مصنوع من البلاتين , مساحته تقدر بـ  $1\text{Cm}^2$  يضمن مرور التيار الكهربائي .
- إلكترود المرجع: من نوع كالومال المشبع بكلوريد البوتاسيوم KCl حيث يأخذ وضعيته عن طريق إحدى فتحات العطاء الخمسة ، يتحمل درجة الحرارة أقصاه  $60\text{ }^\circ\text{C}$  و تيار بين  $[-25\text{ mA} , +25\text{ mA}]$  .
- إلكترود العمل : هو قطعة أسطوانة الشكل من الفولاذ الكربوني X70 ، مساحة سطحه  $1\text{Cm}^2$  ويثبت على حامل من البلاستيك.

		
الشكل V-6- صورة فوتوغرافية لإلكترود العمل	الشكل V-5- صورة فوتوغرافية لإلكترود المرجع	الشكل V-4- صورة فوتوغرافية لإلكترود المساعد

1

### جدول V-2- الالكترودات المستعملة

#### أ- طريقة العمل :

- ✓ يجب أخذ سرعة المناسبة وتحديد شروط الاستقطاب ثم نبرمج الحاسوب عليها.
- ✓ بعد تحضير العينة والحلول نقوم بإدخال الكترود العمل مع تنظيم الأجهزة الأخرى .
- ✓ نسكب المحلول المحضر ثم نضغط على مفتاح البدء مباشرة بعد الانتهاء من السكب تبدأ التجربة ويبدأ لجهاز برسم منحنى الإستقرارية , ثم يليه رسم منحنى الإستقطابية وهذا الأخير نتحصل على منحنى Tafal بحيث يعطي عدة حسابات كهربائية مهمة وهي :

- الجهد عند التيار يساوي الصفر.

- مقاومة الإستقطابية  $R_p$ .

- تيار التآكل ميل المماس الجزء للفرع الكاثودي والأنودي للمنحنى Tafal.

- سرعة التآكل .

## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

تم اختيار سرعة المسح  $30\text{mV}/\text{min}$ , لما لها من أهمية في إستقرارية منحنى الإستقطاب, وهي تسمح بالحصول على أفضل نتيجة .

**ب- شرط الإستقطاب :** تم إختيار المجال على أساس :

1. مدى تحمل الإلكترود المرجعي للتيار خاصة بدون مثبت .

2. مجال يكون من أجل تطبيق قانون Tafal .

3. التيار في هذا المجال يمر بالصفر

فكان المجال بالنسبة لتركيز  $1\text{M}$  للحمض  $\text{H}_2\text{SO}_4$  من  $800\text{ mV}$  إلى  $-200\text{ mV}$

**ج- حساب مردود التآكل :**

تم حساب المردود باستعمال المعادلة التالية :

$$R\% = (V_{\text{corr}} - V_{\text{inh}}) / V_{\text{corr}} * 100 \dots\dots\dots 1-V$$

$$R\% = (I_{\text{corr}} - I_{\text{inh}}) / I_{\text{corr}} * 100 \dots\dots\dots 2-V$$

$V_{\text{corr}} - I_{\text{corr}}$  : تمثل كثافة تيار التآكل وسرعة التآكل على التوالي في غياب مثبت .

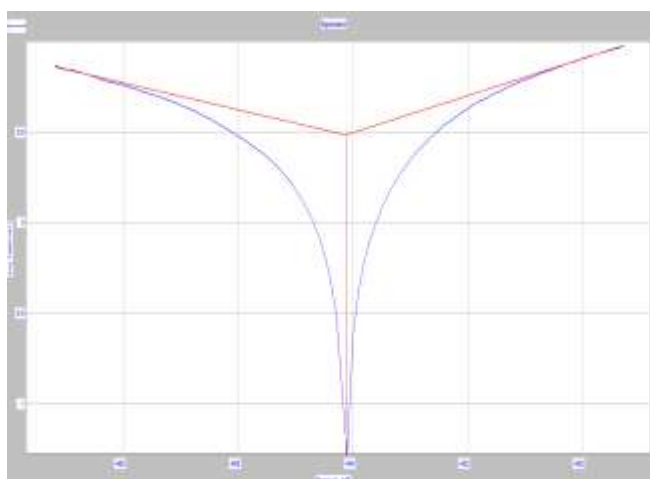
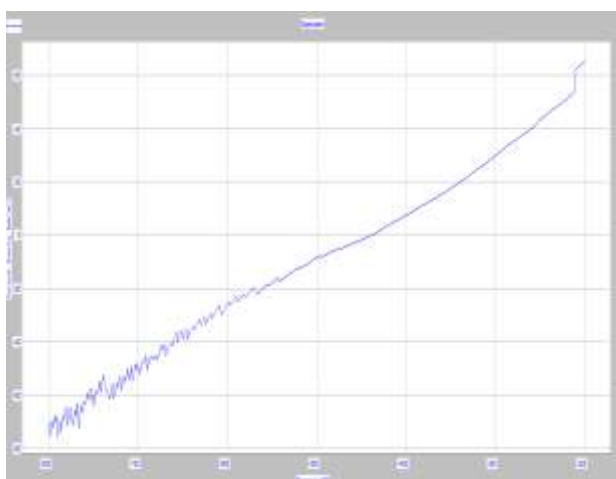
$V_{\text{inh}} - I_{\text{inh}}$  : تمثل كثافة تيار التآكل وسرعة التآكل على التوالي في وجود مثبت



## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

V-2- نتائج طريقة منحنيات Tafal:

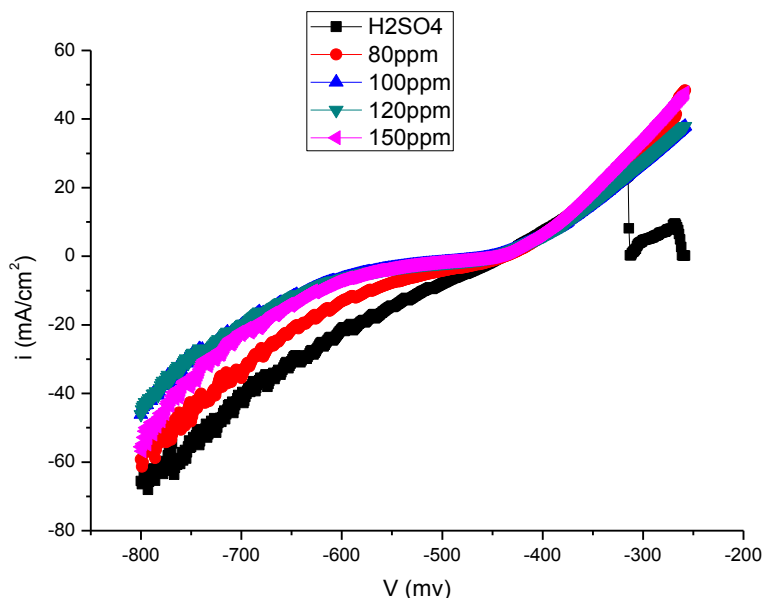
V-2-1- منحني الإستقطاب ومنحني Tafal في غياب المثبط :



الشكل V-7- منحني تافال والاستقطاب في غياب المثبط

		Draw	Save	Close
Smoothing :	9			
Calcul.zone :	50	mV		
Segment :	9	mV		
Atomic mass :	55.85	g		
Valence :	2			
Density :	7.8			
Results				
E(i=0) :	-441.3	mV		
Rp :	5.49	ohm.cm <sup>2</sup>		
i corr. :	3.0689			
Ba :	98.5	mV		
Bc :	-134.8	mV		
Coef. :	1.0000			
Corrosion :	35.89	mm/Y		

X70-2-2-V- منحنيات الاستقطاب للفولاذ الكربوني



الشكل X70-8-V-منحنيات الاستقطاب للفولاذ الكربوني

X70-3-2-V- نتائج المميّزة لطريقة Tafal :

المردود %	$E_{cor}$ (mV)	$I_{corr}$ (mA/Cm <sup>2</sup> )	Ba (mV)	B <sub>c</sub> (mV)	R <sub>p</sub> (h.cm <sup>2</sup> )	V <sub>corr</sub> (mm/an)	التركيز ppm
00	-441,3	3,0689	98,5	-134,8	5,49	35,89	-
57,15	-440,3	1,3150	56,6	-109,7	8,9	15,38	80
72,5	-445,2	0,83150	51,1	-152,3	15,10	9,85	100
77,61	-449,7	0,8678	38,5	-131,0	16,13	8,044	120
83,83	-449,4	0,4961	30,0	-115,0	11,5	5,802	150

الجدول X70-3-V- نتائج المميّزة لطريقة Tafal

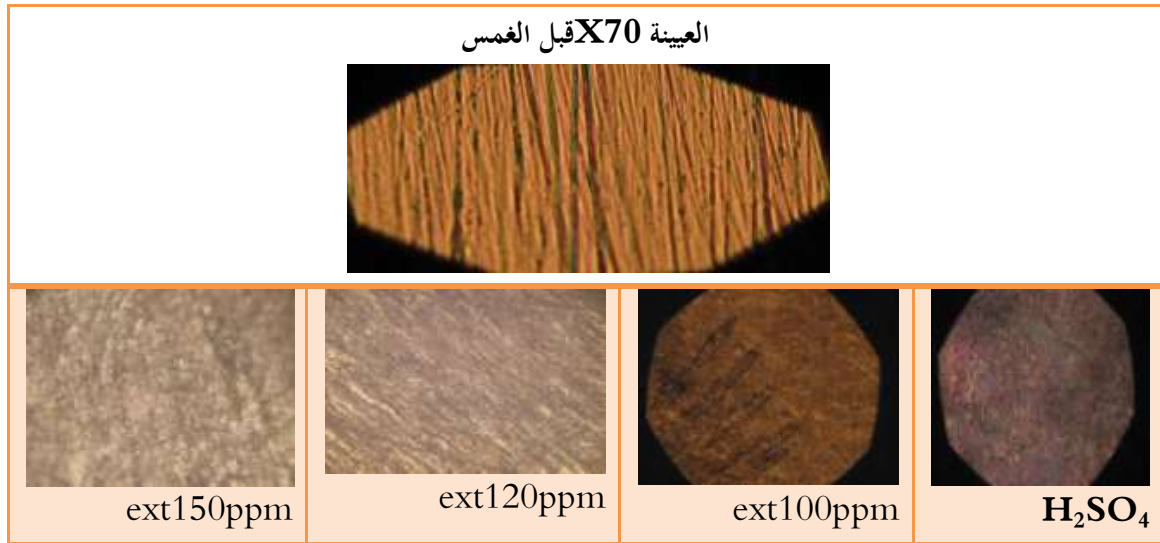
## الفصل الخامس دراسة فعالية تثبيط التآكل بالطريقة الكهروكيميائية

### V-2-4- تحليل و تفسير نتائج طريقة منحنيات تافال :

من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ المردود التثبيطي في غياب المثبط كان معدوما في درجة الحرارة العادية "المخبر" وبدأ تزايد المردود التثبيطي إلى أن وصل عند تركيز 150ppm إلى أعلى قيمة والتي تقدر ب 83,83 % والذي يعتبر جيد نوعا ما .

ونلاحظ أن كل من كثافة التيار والسرعة التآكل تقل كلما زاد التركيز وذلك لوجود علاقة طردية  $i=FV$  عكس المقاومة الإستقطابية فكانت في تزايد إلى أن بلغت قيمة  $(h.Cm^2)$  11,15 عند التركيز 150ppm .  
ومن منحنيات تافال والاستقطاب نلاحظ أن المثبط يلعب دور أنودي عند بعض التراكيز ودور كاثودي عند باقي التراكيز الأخرى عند درجة الحرارة العادية ولذلك نقول عن هذا المثبط أنه مثبط مختلط .

### V-3 - بعض الصور التوضيحية للفولاذ الكربوني X70



### الجدول V-4- بعض الصور التوضيحية للفولاذ الكربوني X70

#### الخلاصة:

من خلال منحنيات الاستقطاب نجد أنه تشكل فيلم على سطح الفولاذ للحماية مما أدى إلى تثبيط جيد



الخاتمة

## الخاتمة

### الخاتمة

يهدف هذا العمل إلى المساهمة في الدراسة الفيتوكيميائية لنبات حنة الإبل *Oudneya Africana.R.Br*, حيث تم استعمال الطريقة الكيميائية "فقدان الوزن", والطريقة الإلكترونية كيميائية لدراسة سرعة التآكل التي يتم بها تحديد معدل مردود التثبيت .

#### أولاً- طريقة فقدان الوزن

والتي تمثلت في حساب سرعة التآكل عن طريق الغمر في محلول حمضي من  $H_2SO_4$  بتركيز 1M, وذلك بتأثير درجة الحرارة فأظهرت النتائج التالية بالنسبة للفولاذ الكربوني X70, كان معدل التثبيت جيد قدر ب % 97,7 عند درجة حرارة  $40^{\circ}C$ , أما بالنسبة للفولاذ الكربوني X60 كان معدل التثبيت جيد قدر ب % 82,6 .

#### ثانياً- الطريقة الإلكترونية كيميائية

والتي تطرقنا فيها لدراسة الفولاذ X70 باستعمال طريقة منحنيات الاستقطاب في درجة الحرارة العادية .

والتي بلغ فيها معدل التثبيت عند التركيز 150ppm قيمة معتبرة تقدر ب % 83,83, مما يدل في الأخير تشكل طبقة جيدة على سطح الفولاذ.

ولتأمين هذه الدراسة نقترح مواصلة الدراسة الفيتوكيميائية بصورة أدق فنقوم أولاً بفصل المركبات ثم تحديد صيغتها الكيميائية ويليها معرفة نسب تثبط كل مركب على حدى.



## المراجع

### المراجع

- [1] الكاتب المهندس أمجد قاسم (التآكل تعريفه مسبباته أضراره) كتب في مارس 19-11-2011 في العلوم الطبيعية .
- [2] حبي مريم (دراسة تأثير درجة الحرارة على فاعلية تثبيط أملاح مركبات DITHIOLETHIONES لتآكل الفولاذ XC52)مذكرة ماستر ,جامعة ورقلة ,2011م.
- [5] العابد إبراهيم "دراسة الفاعلية المضادة للبكتيريا والمضادة للأكسدة لمستخلص القلويدات الخام لنبات الضمران *Traganum nudatum*" مذكرة تخرج لنيل شهادة ماجستير .
- [6] د. إسرائ عميرة علم العقاقير الطبية النظرية والعلمية الطبعة الأولى دار البداية 2006
- [7] شروانة سهيلة، فصل وتحديد منتجات الأيض الثانوي و الفلافونيدي للنبتة *Lycium arabicum*. مذكرة ماجستير ,جامعة قسنطينة 2007
- [8] قطحان خلف محمد الخرزجي ,عبد الجواد محمد أحمد الشريف , "التآكل :أسبابه أنواعه طرق الحماية منه"جامعة بغداد ,1988.
- [12] عمر عبد الله الهزاز كيميائ الكهرياء.
- [13] إبراهيم سالم ,هندسة التآكل والطرق الفنية في التصدي له, دار الراتب الجامعية بيروت .
- [14] محمد أحمد خليل " التآكل والتكنولوجياالمياه في حقول البترول والغاز دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع .القاهرة .2006.
- [15] كوديا سومية "دراسة الفاعلية التثبيطية لبعض المركبات الحلقية الكبريتية في وسط حمضي"مذكرة ماجستير ,جامعة ورقلة ,2012.
- [16] س.شيجي (دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافونيدي لنبات *Euphorbia guyoniana* على تآكل الفولاذ في وسط حمضي) ,مذكرة ماجستير , جامعة ورقلة ، 2009 .



[17] ع بكوشة (دراسة فاعلية التثبيط لبعض المركبات العضوية الكبريتية و الأزوتية),مذكرة ماجستير ,جامعة ورقلة ,سبتمبر 2008.

[18] بن منين (دراسة الفعالية التثبيطية للتآكل لبعض مستخلصات الصراوية ),مذكرة ماجستير ,جامعة ورقلة ,2007.

### المراجع الأجنبية :

[3] Dr. Abdelmajid chehema,"PHYTOMASSE ET VALEUR NUNUTRITVE DES PRINCIPALES PLANTES VIVACES DU SAHARA SEPTENTRIONAL ALGERIE " Université Kasdi Merbh Ouargla.October 2008

[4] Dr. Abdelmadjid chehema "Catalouge des plantes spontaneés du Sahara septentrionel Algérie, Dar Elhouda,Jun 2006

[8] J.P.Diard,B.Le Gorrec et C.Montella , Cinétique Electrochimique , 1996 , paris,233-239 Ed.Hermann

[10] J.J.Lamouex , Précie de corrosion ,1994,Edition Beau –Chemin Itée,Paris

[11] C.Rochaix, Electrochimie – Thermodynamique. Cinétique ed. Nathan.1999

[19] Jorgensen.J.H.Ferrqro.M.J.(1998)Antimicrobial Susceptibility testing : general principles and contemporary Practices.Clin.Infect.

[20] Robert-Dernmet.S.(1995).Antibiotiques et Antibiogrammes Décaire Vigot,Motrèal

## الملخص

من أجل قياس فعالية تثبيط التآكل للمستخلص النباتي على كل من الفولاذ X70-X60 في وسط حمضي من  $(H_2SO_4)$  بتركيز 1M واستعملنا طريقتين طريقة الضياع في الكتلة والطريقة الإلكتروليتية حيث كانت النتائج المتحصل عليها أنه كلما زاد التركيز زاد المردود التثبتي حيث وصل إلى أكثر من 80% ولعب المثبط دورين, دور كاثودي ودور أنودي .

الكلمات الدالة: التآكل,  $H_2SO_4$ , X70, X60, مستخلص حنة الإبل, المسح الفيتو كيميائي

## Résumé

Pour mesurer l'efficacité inhibiteur de l'extrait de la plante sur la corrosion l'acier carbonique (X70) et (X60) dans un milieu acid  $(H_2SO_4)$  1M ce la se fait en utilisant deux méthodes , méthode de perte de masse et méthode de électrochimique , les resultats ont montre que le pourcentage de inhbiter .augment en parallélen, avec l'augmentation de la concantration de l'extrait dans le milieu ou elle dépassé 80% ansique le inhiteur étudié jour un role le inhbiteur .anodique Cathodique.

corrosion ,  $H_2SO_4$  X70, X60, l'extrait de plante Oudneya Africana. R.Br , Screeni