

جامعة قاصدي مرباح ورقلة  
كلية الرياضيات وعلوم المادة  
قسم الكيمياء



مذكرة تخرج لنيل شهادة  
ماستر أكاديمي

تخصص: كيمياء مطبقة

من إعداد: دباخ بسمة

الموضوع

دراسة فاعلية التثبيط لمستخلص نباتي " plantago ciliata "  
و "Thymeleae microphylla" على تأكل الفولاذ XC52 في  
وسط حمضي HCl(1M)

نوقشت يوم : 2014 / 06 /09

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

أستاذ محاضر (ب) ج . ورقلة

أستاذ محاضر ( أ ) ج . ورقلة

أستاذ تعليم عالي ج . ورقلة

أستاذة مساعد (أ) ج . ورقلة

الدكتور: حجاج محمد

الأستاذ: بشكي الأزهر

الدكتور: مختار سعيدي

الأستاذة : دقموش مسعودة

رئيسا  
مناقشا  
مؤطرا  
مساعد مؤطرا

الموسم الجامعي 2013-2014

## إهداء

أهدي عملي المتواضع إلى روح جدتي جمعة الطاهرة.

إلى أغلى شخصين إلى قلبي والدي العزيزين

إلى أخواتي : هناء , صبرينة , جمعة , ربيحة , شفاء

إلى عائلة دباخ من قريب وبعيد...

إلى صديقاتي : مباركة, أم الخير, أمال, صبرينة, عائشة, أسماء,

خولة, العطرة, خديجة, علجية, آسيا, سارة, مروة, وفاء

إلى كل من ساعدني في إنجاز هذا العمل

إلى كل من لقنني حرفاً أساتذتي الكرام.

إلى كل زميلاتي وزملائي الأعزاء طلبة الماستر دفعة 2014

إلى كل من سقط سهواً من قلبي

بسمه

## شكر و عرفان

الحمد لله الذي علم بالقلم علم الإنسان ما لم يعلم  
والصلاة والسلام على معلم البشر , وعلى آله وصحبه

أجمعين

أولا وقبل كل شيء أشكر الله القدير الذي وفقني إلى إنجاز هذا العمل المتواضع.

أتقدم بالشكر الجزيل إلى أستاذي الفاضل الدكتور سعيد مختار

أتوجه بخالص تشكراتي لأستاذتي الفاضلة دقموش مسعودة على إشرافها , توجيهاتها  
خلال مراحل إنجاز هذا البحث .

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى أعضاء اللجنة المناقشة.

أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذة الفاضلة شلغام فتيحة على ما قدمته لي من نصائح  
ومساعدات.

كما لا يفوتني أن أتقدم بخالص شكري إلى أساتذتنا الكرام الذين أشرفوا على تكويننا  
خلال مشوارنا الدراسي , دون أن أنسى زميلاتي وزملائي في الدراسة.



# الفهرس

الفصل الأول: التآكل والحماية منه

3	-I التآكل والحماية منه
3	-1-I مقدمة
3	-2-I تعريف التآكل
4	-3-I أنواع التآكل
5	-1-3-I التآكل الالكتروكيميائي
7	-2-3-I التآكل الكيميائي
8	3-3-I التآكل البيولوجي (التآكل البكتيري)
9	-4-I العوامل المسببة للتآكل
10	-5-I أشكال التآكل
10	-6-I مضار التآكل وأخطاره
11	-1-6-I أخطار اقتصادية
11	-2-6-I أخطار أمنية
12	-3-6-I أخطار صحية
12	-7-I الحماية من التآكل
12	-1-7-I الحماية بالتغطية
12	-2-7-I الحماية الكاثودية
12	-3-7-I الحماية الأنودية
12	-4-7-I الاختيار الجيد لمواد الإنشاء والتشييد
12	-5-7-I التصميم الهندسي الجيد
12	-6-7-I الحماية باستعمال المثبطات
12	1-6-7-I تاريخيا
12	2-6-7-I تعريف المثبط
12	3-6-7-I تصنيف المثبطات
12	4-6-7-I المبادئ العامة لإستخدام المثبط

الفصل الثاني: الطرق العملية لدراسة سرعة التآكل (فاعلية المثبط)

14	-II أساسيات طرق الحماية من التآكل
14	-1-II تمهيد
15	-2-II الطرق التجريبية لدراسة التآكل
15	-1-2-II مقدمة
15	-2-2-II الطرق الكلاسيكية
16	-1-2-2-II طريقة ضياع الكتلة
16	-2-2-2-II طريقة المعايرة الحجمية (بواسطة البيكرومات)
16	3-2-II الطرق الإلكتروكيميائية

**الفصل الثالث: الدراسة النظرية لنبتي *Thymelea microphylla* و *plantago ciliata***

22	الدراسة النظرية لنبته <i>plantago ciliata</i>	-1-III
21	التعريف بالعائلة	1-1-III
22	التصنيف النظامي للنبته	2-1-III
23	خواص النبته	3-1-III
23	الاستخدام الطبي للنبته	4-1-III
23	الدراسة النظرية لنبته <i>Thymeleae microphylla</i>	2-III
24	التعريف بالعائلة <i>Thymelaeaceae</i>	1-2-III
24	الخواص المورفولوجية للعائلة <i>Thymelaeaceae</i>	2-2-III
24	التصنيف النظامي للنبته	3-2-III
24	الخواص المورفولوجية للنبته	4-2-III
24	بعض الاستخدامات التقليدية للنبته	5-2-III
24	الاستخدامات الطبية	1-5-2-III
24	الاستخدامات غير الطبية	2-5-2-III

**الفصل الرابع:****دراسة الأثر التثبيطي لمستخلص نباتي "*Thymelea* و "*plantago ciliata*"  
"*microphylla*" على تأكل فولاذ XC52 في وجود HCl**

29	مقدمة	-1-IV
29	الشروط التجريبية	-2-IV
29	الفولاذ المستعمل	-1-2-IV
29	المواد المستعملة	-2-2-IV
29	الوسط الأكال	-3-2-IV
30	الدراسة التجريبية للطرق المستعملة	-3-IV
32	الطريقة الكلاسيكية (طريقة ضياع الكتلة)	-1-3-IV
32	مبدأ العمل	-1-1-3-IV
32	الأدوات المستعمل	-2-1-3-IV
32	HCl(1M) بطريقة فقدان الوزن في وسط XC52 تحديد زمن الغمس للفولاذ	-3-1-3-IV
32	بطريقة فقدان الوزن في وسط (B) و (A) دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين	-4-1-3-IV
32	HCl	-5-1-3-IV
32	المنحنيات التي يمكن استنتاجها من خلال تأثير درجة الحرارة	-2-3-IV
32	الطريقة الإلكتروكيميائية	-1-2-3-IV
32	الطرق الإلكتروكيميائية المستقرة	-1-1-2-3-IV
32	الأجهزة المستعملة	-2-1-2-3-IV
32	طريقة العمل	-3-1-2-3-IV

32	HCl (1M) دراسة سرعة التآكل للفولاذ الكربوني في وسط	-4-1-2-3-IV
32	دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين (A) و (B) بطريقة منحنيات الاستقطاب في وسط HCl(1M)	-5-1-2-3-IV
32	تحليل وتفسير النتائج	-2-2-3-IV
32	القياس التجريبي لطريقة الممانعة الالكتروكيميائية	-1-2-2-3-IV
32	التركيبية المستعملة	-2-2-2-3-IV
32	دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين بطريقة الممانعة الالكتروكيميائية	-3-2-2-3-IV

مقدمة عامة



### مقدمة عامة

التآكل كلمة لها مدلول كبير كونها ظاهرة تتعرض لها مختلف المواد وعلى رأسها المعادن ، كما يعتبر احد أهم المشاكل التي تهدد الاقتصاد العالمي ، حيث لا تخلو الصناعة من مخاطره فالصناعات البترولية هي بلا شك الأكثر تضررا وتجدد الإشارة إلى أن غالبية الدول العربية وعلى رأسها الجزائر تعتمد في اقتصادها على الصناعات البترولية خاصة صناعة تكرير البترول ,وأهم الدول التي تعاني من هذه المشكلة الولايات المتحدة الأمريكية حيث قدرت مصاريف التآكل بالنسبة للسيارات فقط بـ 120 مليار دولار في العام توزع على: تغيير بعض الأجزاء ، أحجرة العمال، شراء مثبتات ، تغليف ( طلي ، دهن ، غلفنة ) ، تركيب (حماية كاتودية - صيانة) ضياع المردود في تحولات الطاقة ، محاولة استعمال أنابيب وخزانات ذات سمك أكبر ، الضياع في بعض المواد الملوثة ، وهذا دون إدخال حسائر المواد الأولية و مصاريف حماية البيئة ، وقد سعى الباحثون إلى التخلص من هذا المشكل ومازالوا لحد الآن لكن القضاء عليه أمر مستحيل في حين أنه بالإمكان الحد من خطره أو التقليل من لأبعد الحدود ,حيث توصل العلماء إلى استعمال مثبتات التآكل والتي تعتبر خط الدفاع الأول في المنشآت المعدنية التي تحتك مع الأوساط الأكلة بالرغم من عيوب معينة مثل الأثر السمي وتلوث الوسط وبالتالي تلوث البيئة ولقد شهد استخدام المثبتات تطورا سريعا في غضون السنوات الأخيرة, فلقد نشرت عدة أعمال ،خاصة في الوسط الحمضي ( حمض الكبريتيك ، حمض كلور الماء). و لقد تم تقسيم هذا العمل إلى جزئين ، الأول وهو الجانب النظري و يحتوي على ثلاثة فصول:

✓ الفصل الأول : التآكلو الحماية منه .

✓ الفصل الثاني: تذكير بأهم الطرق العملية لدراسة سرعة التآكل (فعالية المثبط).

✓ الفصل الثالث: الدراسة النظرية لنباتي لالملة (*plantago ciliata*) والمثنان (*Thymelaea*)

(*microphylla*)

أما الجزء الثاني فيتضمن الجانب فصل تجريبي واحد :

تطرقنا في إلى دراسة فاعلية التثبيط لمستخلص نب تني لالملة (*plantago ciliata*) والمثنان (*Thymelaea microphylla*) على تآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي والمتمثل في حمض كلور الماء بتركيز (HCl 1M), بطريقة فقدان الوزن في مجال حراري من 25°C إلى 50°C والطريقة الالكتروكيميائية لرسم منحني تافال ونيكويست عند 25°C .

# الجزء الأول

الجانب النظري

الفصل الأول: التآكل و الحماية منه

## 1-التآكل والحماية منه

### 1-1- مقدمة :

يعتبر التآكل مشكلة العصر, فهو يسبب خسائر سنوية تقدر بالملايين بل بلايين الدولارات , فالتآكل يحول المنشآت الجديدة إلى هياكل محطمة والمكينات إلى أشياء عتيقة وبالية والحركات إلى أكوام غير صالحة للاستعمال [ 1].

فالتآكل يعد من الظواهر التي عرفت منذ اكتشاف المعادن بحيث أهتم بها العلماء منذ أن ظهر الصداً على الأسلحة الرومانية في عام 1800م, أما الدراسة العلمية فبدأت في القرن التاسع عشر مع اكتشاف التحليل الكهربائي للماء من قبل نيكلسون (NIEHOLSON) و كارليل (CARLVLE), وفي السنة 1830م طور الكيميائي السويسري اوغست (AUGUSTE) النظرية الكهروكيميائية للتآكل وأكملت وطورت من طرف العالمان هارو (T.P.AOAR) وافنس (U.R.EVANS) في نهاية 1920 ولم يعرف الحجم الصحيح لمدة كلفة التآكل المعدني إلا في الربع الأول من القرن العشرين.

### 1-2- تعريف التآكل:

التآكل عبارة عن تلف للمادة ويكون عادة في المعادن وذلك بالتفاعل الكيميائي مع المجال الملاصق, وللتآكل أشكال ومستويات مختلفة تتراوح بين التغيير البسيط على السطح إلى فقدان الكلي لخواص المعدن. إما كيميائياً فيعتبر تآكل المعدن تفاعل أكسدة إرجاعية حيث يحدث تفاعل الأكسدة على مستوى المعدن أما عملية الإرجاع فتحدث لأحد مكونات الوسط الملاصق له [4].

### 1-3- أنواع التآكل:

يقسم التآكل تبعاً لطبيعة الوسط الأكال إلى عدة أنواع نلخص مجملها فيما يلي:

#### 1-3-1- التآكل الكهروكيميائي:

هو أكثر الأنواع مصادفة في الطبيعة , يحدث في الالكتروليتات (المحاليل الناقلة للتيار الكهربائي) , حيث تحدث فيه أكسدة للمعدن و إرجاع للإلكترونات [4] [3] [9] .

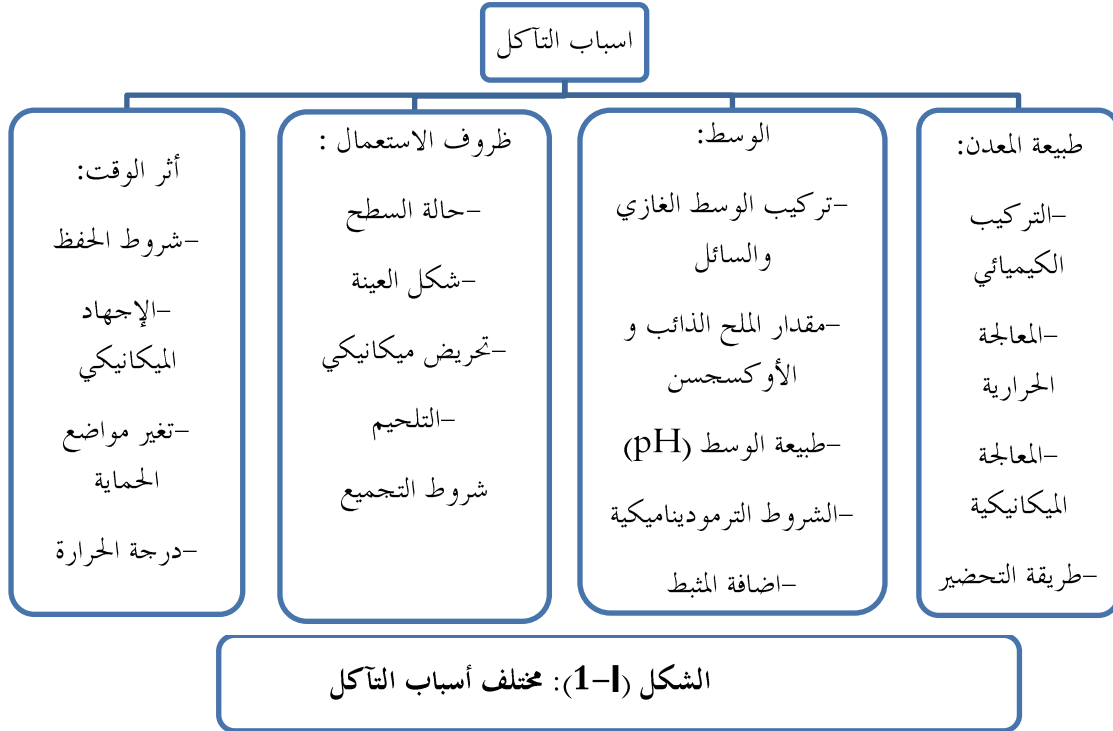
#### 1-3-2- التآكل الكيميائي:

ينتج عن الإصابة الكيميائية المباشرة , ويشمل جميع الأنواع التي يلاحظ فيها انسياب للتيار خلال المعدن لمسافة محسوسة, إلا أن هذا التعريف لا ينفي اشتراك القوى الكهربائية ولو بجزء بسيط في الإصابات الكيميائية المباشرة كما هو الأمر في جميع التفاعلات الكيميائية فالشيء المميز لهذه الصورة من آلية التآكل هو أنه ليس هناك مرور تيار ملحوظ بدرجة واضحة, ويحدث بفعل ثلاث غازات (غاز  $O_2$  , غاز  $H_2S$  , غاز  $CO_2$ ) [5].

#### 1-3-3- التآكل البيولوجي (البكتيري):

يساعد تراكم العفن البكتيري, الفطريات والخمائر على تآكل المعدن ويكون الناتج عن أداء حيوي لكائنات حية دقيقة. ومن أكثر الكائنات إنتاجاً لهذا الكبريتيد هي سلالة (Desulf ovi brio) وهي الكائنات المختزلة للكبريتات , وبطريقة غير مباشرة فإن تراكمات البكتيريا أو العفن بترسبات كبيرة يمكن أن ينشط التآكل وذلك بإيجاد اختلاف في تركيز الأوكسجين [2] [3] [9] [10].

### 1-4- العوامل المسببة للتآكل:



### 1-5- أشكال التآكل:

اختلفت أشكال التآكل باختلاف الأسباب المؤدية إليها وبرزت هذه الأشكال موضحة في الجدول أدناه:

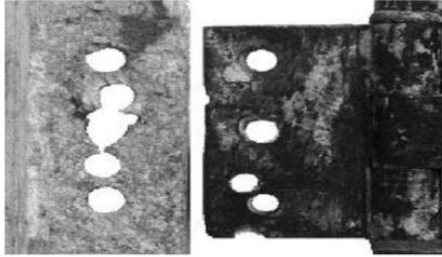
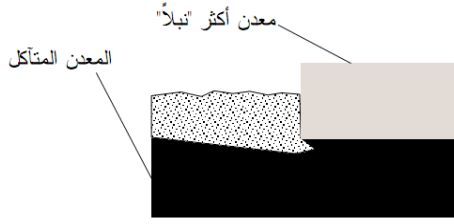
## الجدول (1-1): يمثل أشكال التآكل

صورة موضحة	تعريفه	شكل التآكل
	<p>هذا النوع من التآكل يحدث بنفس السرعة على جميع نقاط السطح المتآكل للمعدن ويشمل جميع أجزاء سطح المعدن.</p>	التآكل المنتظم (العام)
	<p>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 انتشارا سببه عدم التجانس في بنية المعدن أو في الوسط المحيط بالمعدن.</p>	التآكل الموضعي (بالنقر)
	<p>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 خصائصه الميكانيكية.</p>	التآكل التصدعي
		

## الفصل الثالث

### التآكل الغلفاني

يحدث هذا التآكل بسبب وجود معدنين مختلفين في طبيعتهما في سبيكة واحدة مما يولد فرقا في الجهد.

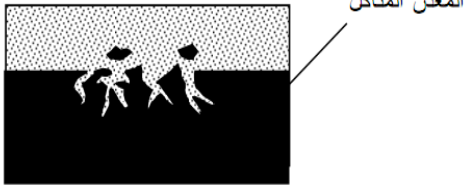
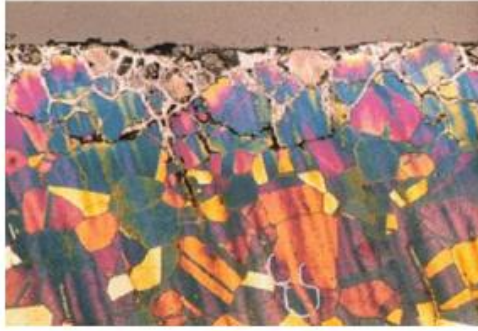


Aluminium

Bronze

### 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 أخرى.



المعدن المتآكل

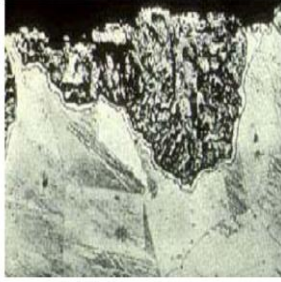
### التآكل الاجهادي

هو عبارة عن ظاهرة تشقق المعادن لا يمكن رؤيتها بالعدسة ويمكن أن تصبح مرئية بالترشيح أو بجزئيات مغناطيسية وهذه ناتجة عن تحطم المعدن وذلك بسبب التأثير.





**التآكل بالتعرية**  
يعرف التآكل بالتعرية بأنه  
الزيادة في معدل التآكل النسبي  
بين الوسط التآكلي و سطح  
المعدن ومن أهم الأوساط  
التآكلية التي تسبب التآكل  
بالتعرية , الغازات , والمحاليل أو  
المواد العضوية أو المعادن  
المنصهرة.



**التآكل الاختياري**  
هو عملية أكسدة مركبات دون  
المركبات الأخرى المتواجدة  
والمكونة لمزيج على سطح معين  
منشأ بذلك بنية معدنية مسامية.

## 1-6- مضار التآكل وأخطاره:

### 1-6-1- الأخطار الاقتصادية:

يكلف التآكل أموالا طائلة بسبب أن معظم المعادن والسبائك المستخدمة في الصناعة وفي وسائل النقل يعترئها التآكل مثل: الحديد والألمنيوم والنحاس والنيكل .  
فقد بلغت تكلفة التآكل في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 2001 حوالي 276 مليار دولار, وأظهرت دراسة أخرى في كل من الصين واليابان والمملكة المتحدة وفرنولا أن كلفة التآكل بلغت مليار دولار أي ما يقدر ب3% من الناتج المحلي , وفي عالمنا العربي قدرت تكلفة التآكل سنة 2006 في الكويت ب300 مليون دولار , أما في الجزائر فلا توجد إحصائيات رسمية حول تقدير تكلفة التآكل [2][11][12].

### 1-6-2- أخطار أمنية:

إن التآكل يسبب مضايقات عديدة للناس وقد يفقدهم الحياة فهناك العديد من الحوادث التي تسبب فيها التآكل من سقوط طائرات إلى غرق سفن ولعل أشهر حادث هو انفجار المفاعل النووي في "ثري مايل أيلاند" الذي كان سببه الرئيسي التآكل ولا ننسى حادث الطائرة المشهور الذي حدث في "هاواي" بسبب التأثير المزدوج للإجهاد الميكانيكي والتآكل الجوي في بيئة مدارية . وفي حرب "فوكلاندا" عانت بعض طائرات السلاح الجوي البريطاني من فشل أجهزتها عام 1982م بسبب التآكل



## الفصل الثالث

\*\* وكذلك انفجار مصنع كيميائي في ولاية "بوبال" في التسعينات الميلادية حيث أدى الحادث إلى قتل

المئات من الناس وإصابة المئات بالعمى

\*\* انفجار سخانات المياه بسبب تراكم نواتج التآكل على الأنابيب [6].

### 1-6-3- أخطار صحية:

عند تآكل الأنابيب النفطية المدفونة في الأرض فان هذا يؤدي إلى تلويث للبيئة وتسرب مواد سامة إلى النباتات والمياه وبالتالي إلى الإنسان مما يعرضه لمشاكل صحية خطيرة [6].

### 1-7- الحماية من التآكل:

رغم أن التفكير في حماية المعدن من التآكل أو تجنب بدأ مبكرا إلا أن الجهود لازالت حثيثة ومتواصلة لوقاية المنشآت حيث هناك عدة طرق ونذكر من بينها:

#### 1-7-1- الحماية بالتغطية:

وهي أكثر الطرق استخداما شيوعا للتصدي لعملية التآكل المعدني, ويتلخص عملها في أنها تقوم بعزل الفلز عن الوسط الأكال وتصنف إلى ثلاث أنواع مختلفة من التغطيات وهي:

- التغطية الفلزية.
- التغطية العضوية.
- التغطية غير العضوية.

✓ **التغطية الفلزية:** وهي استعمال طبقة رقيقة من معدن اقل ميل للتآكل على سطح معدن أكثر ميل

للتآكل ونذكر من المعادن المستعملة الكروم والزنك [6][13].

✓ **التغطية غير العضوية:** يمتاز هذا النوع من التغطية بمقاومة التآكل بشكل كبير وتحتاج لدرجة

حرارة عالية من أجل تطبيقها ويستخدم فيها المواد غير العضوية و غير المعدنية مثل: الزجاج أو السيراميك ويكلف مبالغ باهظة [6].

✓ **التغطية العضوية:** وتنقسم إلى مائلي:

أ/- **تغطيات عضوية مؤقتة :** ويستخدم فيها الزيوت أو الشحوم بشكل مؤقت من أجل

الحماية أثناء التخزين أو الشحن ولكن هذه الطريقة تعتبر غير فعالة في درجات الحرارة العالية أو وجود أبخرة المذيبات حيث تؤدي إلى ذوبان هذه الطبقة من التغطية [6].

ب/- **تغطيات باستعمال الطلاء:** غالبا ماتكون في الأوساط العضوية عبارة عن زيوت قابلة للتجفيف أو راتنجات صناعية يعلق بها اللون مثل: أكسيد التيتانيوم  $TiO_2$  وكبريتيد الانثيموان sbs [6].

**1-7-2- الحماية الكاثودية:** وهي إجراء يتم إتباعه لحماية الهياكل المعدنية الحديدية والأنابيب جراء تعرض سطوحها إلى تماس مع التربة أو مع الماء, ويمكن منع حدوث التآكل إن جعلنا سطح المعدن بكامله كاثودا بالنسبة لمحيطه ومن هنا جاءت تسمية الحماية الكاثودية [6].

حيث تجري حماية أي معدن كاثوديا بإيصاله كهربائيا بالقطب السالب لمصدر كهربائي, في حين أن القطب الموجب لهذا المصدر الكهربائي يوصل إلى معدن آخر يدخل كقطب موجب وهذا خلال محلول إلكتروليتي , فيسري التيار الكهربائي من القطب الموجب خلال المحلول إلى المعدن جاعلا إياه قطبا سالبا, ثم يعود إلى المعدن المحمي عبر القطب الموجب , وهناك طريقتان للحماية الكاثودية:

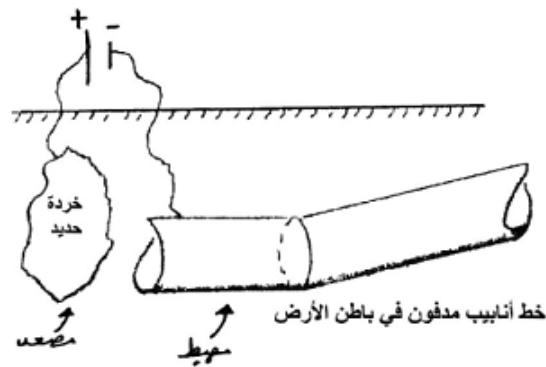
• **حماية باستخدام تيار كهربائي خارجي مسلط :** نربط القطب السالب بالمعدن المراد

حمايته ونربط القطب الموجب بالمادة أو المعدن الذي سوف نضحي به (مثل : الغرافيت والرصاص والنيكل...), فيسري التيار من القطب الموجب إلى المعدن المحمي والذي يكون القطب السالب [6].

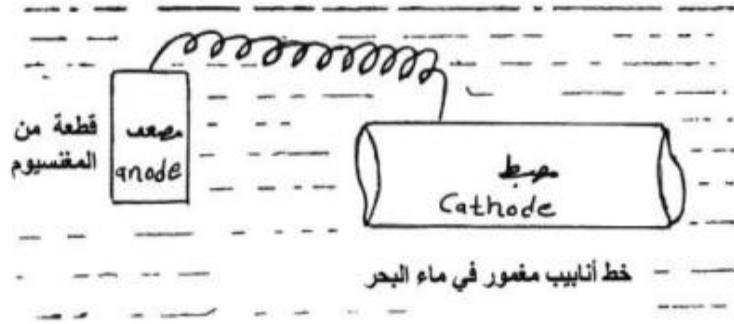
• **حماية غلفانية أو حماية باستخدام مبدأ التضحية :** في هذه الحماية نستبدل المصدر

الخارجي للتيار بالخلية الغلفانية , نستخدم معدن أكثر نشاطا (أنود مضححي ) من المعدن المراد حمايته للامرار بالتيار الكهربائي اللازم لايقاف عملية التآكل [2].

✓ الشكلين التاليين يوضحان نوعي الحماية الكاثودية :



الشكل (1-2): حماية كاثودية باستخدام قوة دافعة كهربائية خارجية .



الشكل(1-3): حماية كاثودية بتطبيق مبدأ التضحية .

### 1-7-3- الحماية الأنودية:

تمتلك صيغة سلبية مثل: الحديد، الفولاذ غير القابل للصدأ، التيتانيوم، الألمنيوم، الكروم [2] هي إحدى الطرق المستخدمة لحماية المعدن من التآكل، اقترحت هذه الحماية سنة 1954 وظلت 10 سنوات تحت الإختبارات المخبرية [2]، وذلك بتشكيل طبقة رقيقة من أكسيد المعدن على سطح المعدن وتعتمد هذه الطريقة على إستخدام تيار كهربائي خارجي يسלט على المعدن [6].

**1-7-4- الإختيار الجيد لمواد الإنشاء و التشييد:** يمكن التحكم في عملية التآكل باستعمال مواد تتأثر متأثراً محدوداً بفعل الوسط الأكال المحيط بها. ويعد بديل اقتصادي عن استخدام مواد أقل للتآكل مع تطبيق طرق الحماية المختلفة [2].

**1-7-5- التصميم الهندسي الجيد:** وهي طريقة تقلل من احتمالية تشكيل خلايا تآكل ويسهل تطبيق وسائل مكافحة التآكل على المنشآت أو الكشف عليها، ويجب الحرص على تجنب الاتصال المباشر بين معدنين مختلفين، وعدم وجود الأركان المغلقة والتجاويف لأنها أماكن لتجميع السوائل والأجسام الصلبة [6] [2].

### 1-7-6- الحماية باستعمال المثبطات:

#### 1-6-7-1- تاريخيا:

التثبيط كلمة لاتينية تدل على الحجز أو الوقف، وفكرة التثبيط تعود إلى العصور الوسطى حيث كان الأسلحة يستعملون مادة لتجنب هشاشة السلاح، خلال تنظيف الأسلحة بالأحماض وقد استعمل التثبيط في التآكل منذ 1907، واستعملت سيليكات الصوديوم كمثبطات للألمنيوم سنة 1929، وبعدها انتشر استعمال مثبطات التآكل غير العضوية لتستبدل هذه الأخيرة بمركبات عضوية والتي أظهرت فعالية كبيرة في مجال التثبيط [6] [14].

**1-6-7-2- تعريف المثبط:** هو عبارة عن مادة تضاف بنسب ضئيلة في الوسط الذي يسبب التآكل للتخفيض من سرعة التآكل، حيث تعمل على تكوين طبقة رقيقة على سطح المعدن أو تتفاعل مع السطح الملامس له [8].

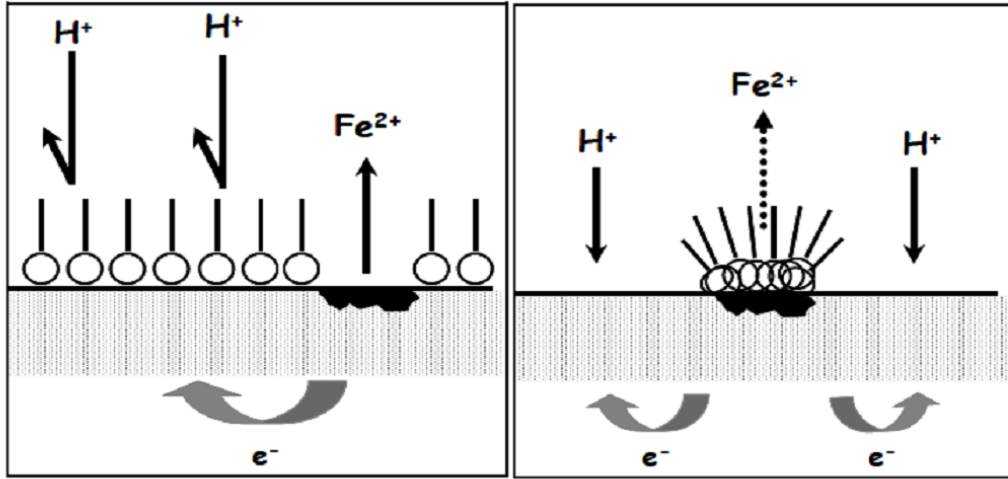
#### 1-6-7-3- تصنيف المثبطات:

## أ/- حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية:

⊗ **الأنودية** : هي مركبات تعمل على التقليل من سرعة التفاعل الانودي (الأكسدة), حيث تخفض كثافة التيار الانودي وتزيح كمون التآكل (ecorr) نحو اليمين وذلك بتغطية المساحات المصعدية في المعدن باتحادها مع أيونات  $Fe^{+2}$  لتشكل راسب يؤدي إلى سد المناطق المتآكلة [3] [2] [4].

⊗ **الكاتودية** : هي عبارة عن مركبات إلكتروفيلية تميل إلى اكتساب الإلكترونات تعمل على التقليل من سرعة تفاعل الكاتودي (الإرجاع) , حيث تخفض كثافة التيار الكاتودي وتزيح كمون التآكل (ecorr) نحو اليسار وذلك بتغطية المساحات المهبطية في المعدن بحيث يحدث لها عملية إمتزاز على هذه المساحات , أما الجزء الهيدروكربوني يشكل الطبقة الواقية المهبطية [3] [2] [4] [15] [16] [17].

⊗ **المختلطة**: هي مثبتات تعمل على تخفيض كثافة التيار للتفاعلين المصعدي والمهبطي معا مع تغيير طفيف في كمون التآكل [3] [2] [4] [8].



إعاقفة المواقع الكاتودية

إعاقفة المواقع الانودية

الشكل (1-4):تشكل طبقات حاجزة كاتودية وأنودية مع التفاعلات الإلكتروليتية في حالة دراسة وسط حمضي

## الفصل الثالث

### ب/- حسب وسط استعمالها :

❖ **مثبطات الوسط الحمضي:** في الغالب هي مركبات عضوية تحمل ذرات مغايرة كالأزوت

والكبريت تضاف إلى الوسط الحمضي لوقاية الفولاذ من التآكل [8] [3] [7].

❖ **مثبطات الوسط المعتدل:** تضاف عادة إلى الماء المستعمل في دارات التبريد لمنع تأثير الماء وبعض

الشوارد المنحلة فيه [8] [3].

### ج/- حسب تركيبها:

❖ **غير عضوية (معديّة):** هي مركبات لاعضوية تحتوي إما على الأيونات الموجبة مثل:  $Ca^{+2}$

,  $Ni^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$ , أو على الأيونات السالبة مثل:  $CrO_4^{-2}$ ,  $Cr_2O_7^{-2}$ ,  $No_2^-$ ,  $SiO_2^{-2}$ ,  $Po_2^{-2}$ ,

تعمل كمواد خاملة تقلل من سرعة التآكل مع إزاحة كمون التآكل اتجاه القيم السالبة [6].

❖ **عضوية:** هي عبارة عن مركبات كيميائية لها أزواج قطبية في تركيبها الجزئي , وهي عموماً تتشكل

من المواد المصنعة بتروليا وتملك على الأقل مركزاً نشطاً قابلاً لتبادل الإلكترونات مع المعدن مثل:

الآزوت, الأوكسجين, الفوسفور, الكبريت وهذه المجموعات الوظيفية تسمح بالثبيث على المعدن ,

وعادة مصدرها نباتي أو حيواني وهي نوعان أنيونية أو كاتيونية :

• الجذر الأميني ( $-NH_2$ )

• الجذر mercapto ( $-SH$ )

• الجذر الهيدروكسي ( $-OH$ )

• الجذر الكربوكسيلي ( $-CO_2H$ )

ويفضل استعمال المثبطات العضوية حالياً على المثبطات غير العضوية [6].

❖ **العضو معدنية:** وهي عبارة عن خليط بين المركبات العضوية والمعدنية مثل كرومات الزنك مع

الملح لحمض كربوكسيليك أو عبارة عن مركبات تحتوي على عنصر يختلف عن C,H,O,N

وتستعمل هذه المركبات بكثرة نظراً لنتائجها الجيدة [6].

### د/- حسب آلية الفعل الداخلي:

❖ **ادمصاص جزيئات المثبط على سطح المعدن:** الامتزاز (الادمصاص) هو الحالة التي يتم

فيها إلتصاق جزيئات المادة على سطح الجسم الصلب الماز , فتتكون من طبقة جزئية واحدة وعدة

طبقات حيث أن كمية المادة الممتزة على السطح ترتبط بالبنية الكيميائية للجزء ودرجة حرارة المحلول

, ويمكن أن نميز نوعين من الإدمصاص [6] [18] [19].

❖ **الإمتزاز الفيزيائي:** هي ظاهرة تلقائية ناشرة للحرارة , وتكون القوى التي تربط المعدن بالمتنبط قوى الكترولستاتيكية ضعيفة, حيث هذا النوع من الامتزاز يحفظ هوية الجزينات المدمصة , وتميز ثلاث أنواع من القوى:

- ✓ قوى الانتشار (van der waals) دائما موجودة .
- ✓ القوى القطبية وتكون حصيلة وجود حقل كهربائي .
- ✓ الروابط الهيدروجينية الناتجة من مجموعة الهيدروكسيل أو الأمين [2] [6][20][21].

### ❖ خصائص الامتزاز الفيزيائي:

- صغر درجة حرارة الإمتزاز حيث تصل إلى 50kj/mol
- الامتزاز الفيزيائي عكوس ويصل إلى الاتزان بسرعة عندما تتغير درجة الحرارة والضغط
- الطبقات الممتزة فيزيائيا يمكن أن يكون سمكها أكثر من جزيء واحد وتكون الطبقة الأولى مثبتة بقوة أكثر من التي تليها [6].

### ❖ الامتزاز الكيميائي: على عكس الامتزاز الفيزيائي فإن الامتزاز الكيميائي يشتمل على تكون

- مركب كيميائي على سطح الصلب (المعدن) , يسمى "مركب السطح" ويشتمل على تبادل أو مشاركة إلكترونية بن السطح الماز والجزء أو الذرة الممتزة , حيث تنشأ روابط كيميائية مستقرة على أساس طاقات الروابط وأغلبية الإلكترونات آتية من الأزواج غير الظاهرة في الجزينات المثبطة O,N,S,P (هذه الذرات تتميز بكهروساليبيتها العالية عن بقية الذرات أو يتميز الامتزاز الكيميائي دائما بألية عكوسة [6] .

### خصائص الامتزاز الكيميائي:

- حرارة الامتزاز تكون كبيرة نسبيا , حيث تصل ما بين (100-500kj/mmol)
- الامتزاز الكيميائي غير عكوس , بمعنى أن الطبقة الممتزة كيميائيا يصعب إزالتها بالطرق العادية وتحتاج إلى معالجة كيميائية
- يتم الامتزاز الكيميائي عندما يتغطي سطح الصلب(المعدن) بطبقة واحدة من المادة الممتزة ولكن وجد أنه يتم إمتزاز فيزيائي فوق هذه الطبقة [6].

## 1-7-6-4-المبادئ العامة لاستخدام المثبط:

- ❖ تعيين الطبيعة الكيميائية وخواص الإذابة للمثبطات
- ❖ المثبط يجب أن يكون قادرا على الالتصاق بالمعدن المطلوب حمايته ليكون مؤثرا
- ❖ التركيز يجب أن يكون صحيحا لظروف الاستخدام

## الفصل الثالث

❖ المعالجة تبدأ بتركيزات عالية التي تغطي أسطح المعدن ثم التقليل لمستوى المعالجة المستمرة أو المعالجة المتقطعة , كانت هذه المثبطات مذابة في الزيت أو الماء[2].

### 1-7-6-5- موانع استعمال المثبطات:

- ❖ لا تضاف المثبطات إلى كل الأنظمة التآكلية , أما قد تؤدي إلى تلوث الوسط والمحيط.
- ❖ معظم أنواع المثبطات تكون سامة, لذا فهي لا تستخدم في الوسط الخاص بتحضير المواد الغذائية أو المنتجات ذات العلاقة بصحة الإنسان.
- ❖ نستعمل المثبطات بصورة رئيسية في الأنظمة المغلقة , وذلك بسبب تلويثها للوسط لفترات طويلة.
- ❖ تفقد المثبطات تأثيرها بسرعة عند زيادة التركيز الوسط المحيط وزيادة درجة الحرارة [2].



الفصل الثاني: الطرق العملية لدراسة سرعة  
التآكل ( فاعلية المثبط )

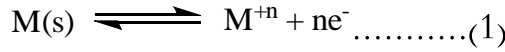


## الفصل الثالث

### II-1- تمهيد:

التآكل داخل المحلول هو ذو طبيعة الكتروليمائية , يتميز بظهور تيار كهربائي ولكي يحدث تآكل معدن (M) فإنه لا بد من وجود منطقة أنودية حيث يمكن أن يتأكسد المعدن.

والتآكل هو عبارة عن انهيار للمنشآت المعدنية نتيجة لتفاعلها مع المحيط, ويقصد بالانهيار هو عودة المعدن إلى حالته الأصلية أي على شكل أيونات موجبة الشحنة هذه الأخيرة تتراكم على سطح المعدن مما يجعل جزء منه يتصرف كمصعد بينما الجزء الآخر يتصرف كمهبط وتعتبر هذه الخطوة هي أساس عملية التآكل ويمكن تمثيلها التالية: [6]



M(s) : ذرة المعدن متعادلة (قبل حدوث عملية التآكل).

M<sup>+n</sup> : الأيون المعدني والذي تكافؤه n.

n : عدد الإلكترونات التي فقدتها المعدن.

### II-2- الطرق التجريبية لدراسة التآكل:

#### II-2-1- مقدمة:

يعرف معدل التآكل بأنه معدل التناقص في وزن وحدة المساحات عبر وحدة الزمن أو بعبارة أخرى هو معدل انتقال الكتلة من الجسم المعدني عبر وحدة المساحة بدلالة وحدة الزمن [2].  
تختلف حماية المعادن من التآكل باختلاف العوامل الأكلة المعرضة لها وقد ظهرت عدة طرق لقياس سرعة التآكل ومن ثمة قياس فعالية المثبط منذ ظهور مشكل التآكل واختلقت باختلاف الوسائل المستعملة, منها الطرق الكلاسيكية ( طريقة المعايرة وطريقة ضياع الكتلة) وهناك طرق حديثة وهي الطرق الكتروليمائية [6].

#### II-2-2- الطرق الكلاسيكية:

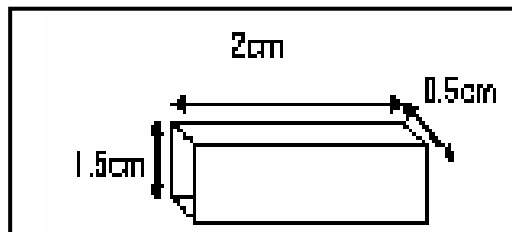
##### II-2-2-1- طريقة ضياع الكتلة:

###### أ- المبدأ:

تعتمد هذه الطريقة على التغير في الوزن, حيث يتم وزن العينة قبل وبعد غمسها في المحلول المراد دراسته [6]. [22][24].

###### العينة:

###### ب- تحضير



## الشكل (1-11): رسم تخطيطي للعينة

انطلاقاً من المعدن المراد دراسته يتم تحضير العينة حيث يمرر على جهاز الصقل المزود بمصدر مائي للتخلص من الحرارة المنطلقة أثناء الصقل وباستعمال أوراق زجاجية كاشطة مثبتة مباشرة على الجهاز [6].

### ج- طريقة العمل:

تعرف طريقة النقص في الوزن من أهم الطرق لقياس أو تحديد معدل التآكل , كما أنها الأكثر شيوعاً . حيث بعد تحضير العينة تلتخص طريقة العمل في الخطوات التالية:

- 1/- غمر العينة المعدنية الموزونة المراد قياس معدل تآكلها في الوسط الأكال لفترة معلومة من الزمن
- 2/- ثم وزنها بعد مضي هذه الفترة وذلك بعد رفعها من الوسط الأكال وغسلها جيداً بالماء العادي والماء المقطر والكحول والإيثر بقصد تجفيفها , ولا ينصح بتجفيفها بالتسخين حتى لا يتعرض المعدن للتأكسد , ويكون الفرق في الوزن قبل وبعد غمره.

استعمال القياسات في حساب السرعة بواسطة العلاقة التالية:

$$V_{corr} = \Delta m / ST \dots \dots \dots (2)$$

حيث: - V corr : سرعة التآكل.

$\Delta M$  : التغير في الوزن قبل وبعد الغمس وتأخذ بالغمم (g).

S: مساحة العينة ووحدها  $(\text{Cm}^2)$  سم<sup>2</sup>.

t: زمن الغمس ويمكن أن يكون بالثانية (S) أو الدقيقة (min) أو الساعة (h) أو السنة (an) [2][25].

### د- إيجابيات هذه الطريقة:

- 1/- سهولة إجرائها.
- 2/- خلوها من التعقيدات.
- 3/- لا تتطلب أجهزة خاصة .

### ه- سلبيات هذه الطريقة :

من سلبيات هذه الطريقة أنها لا تصلح لقياس معدل التآكل لجميع المعادن لاسيما تلك التي تتعرض للتآكل عن طريق الثغرات أو الفجوات ذلك لأن مساحة انتقال الكتلة وفي 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 [4] .

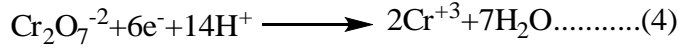
## II-2-2-2- طريقة المعايرة الحجمية (بواسطة البيكرومات):

### أ- مبدأ الطريقة:

## الفصل الثالث

بما أن الثنائية ( $Cr^{+6}/Cr^{+3}$ ) ذات الكمون يقدر ب(1.33), فيمكن أن نؤكسد شوارد الحديدوز  $Fe^{+2}$  إلى الحديدك  $Fe^{+3}$  بواسطة شوارد  $Cr_2O_7^{-2}$  التي ترجع بدورها إلى شوارد الكروم  $Cr^{+3}$  الخضراء في وسط حمضي .

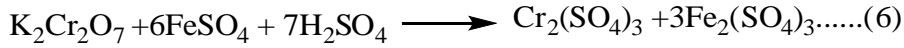
إن التفاعل الكيميائي بين  $Fe^{+3}$  و  $Cr_2O_7^{-2}$  يبين تواجد الثنائية ( $Fe^{+2}/Fe^{+3}$ ) , ( $Cr_2O_7^{-2}/Cr^{+3}$ ).  
وتكون المعادلتان النصفيتان الالكتروكيميائيتان الموافقتان لهما على التوالي:



وبالتالي معادلة الأكسدة الارجاعية الإجمالية هي:



وعليه المعادلة الكلية الناتجة:



يتضح من اتجاه التفاعل أن شاردة ثاني كرومات البوتاسيوم أكثر قوة تأكسدية من شاردة الحديد  $Fe^{+2}$  وأكثر قوة ارجاعية من الكروم  $Cr^{+3}$  بتطبيق قانون المعايرة الحجمية نحصل على العلاقات التالية:

$$N_{Fe} V_{Fe} = N_{Cr} V_{Cr} \dots\dots(7)$$

$$N_{Fe} = (N_{Cr} V_{Cr}) / V_{Fe} \dots\dots(8)$$

$$M_{Fe} = n / V_T = m_{Fe} / MV_T \dots\dots(9)$$

$$N_{Fe} = M_{Fe} E \implies N_{Fe} = m_{Fe} E / MV_T \dots\dots(10)$$

تعوض - المعادلة (9) في المعادلة (10) نحصل على المعادلة التالية:

$$N_{Fe} = m_{Fe} E / MV_T \implies m_{Fe} = N_{Fe} MV_T / E \dots\dots(11)$$

تعوض المعادلة (8) في المعادلة (11) نحصل على المعادلة التالية:

$$m_{Fe} = N_{Cr} V_{Cr} MV_T / EV_{Fe} \dots\dots(12)$$

$$V_T = (V_i - nV_P) \dots\dots(13)$$

تعوض المعادلتان (13) و (14) في المعادلة (12) نحصل على النتائج التالية:

$$K = N_{Cr} M / V_{Fe} \dots\dots(14)$$

$$m_{Fe} = KV_{Cr} (V_i - nV_P) \dots\dots(15)$$

$$V_{corr} = m / St \dots\dots(16)$$

بتعويض المعادلة (15) في (16) نحصل المعادلة التالية:

$$V_{corr} = KV_{Cr} (V_i - nV_P) / St \dots\dots(17)$$

K: ثابت متعلق بتركيز  $K_2Cr_2O_7$  وحجم العينة ( $g/l^2$ ).

$V_{Cr}$ : كمية  $K_2Cr_2O_7$  الكافية لمعايرة الحجم المأخوذ في كل مرة.

$V_P$ : الحجم المأخوذ من كل مرة من المحلول الإلكتروليتي .

$V_i$ : الحجم الابتدائي.

t: الزمن .

### ب/- طريقة العمل (طريقة معايرة شوراد $Fe^{+2}$ بواسطة $K_2Cr_2O_7$ ):

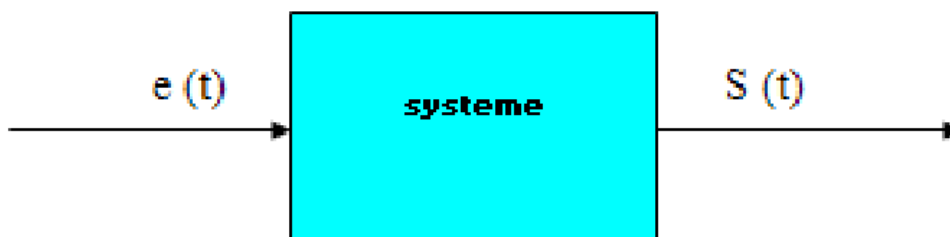
توضع في كأس بيشر 10مل من المحلول المراد معايرته في محلول  $K_2Cr_2O_7$  بواسطة ماصة تأخذ 10 مل من حمض الكبريت 3 مولاري ثم 5مل من حمض الفوسفوريك 85% واضعين إياها في بيشر ثم تمدد ب 50مل من الماء المقطر , وتضاف إليه كاشف سيلفونات ثنائي فينيل أمين 0.2% من (6 إلى 8) قطرات , ثم تسحح عليه قطرة بقطرة من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم (1/10) نظامي من سحاحة مدرجة مع الرج .  
✓ يلاحظ ظهور اللون البنفسجي الخفيف.

**ملاحظة:** إضافة حمض الفوسفوريك على محلول  $Fe^{+2}$  يتسبب في تشكيل معقد مع  $Fe^{+3}$  الناتج أثناء المعايرة والذي له هدفين:

- يقوم بإخفاء لون  $Fe^{+3}$  وجعل ملاحظة نقطة التحول سهلة جدا.
- إنقاص كمون الجملة  $Fe^{+3}/Fe^{+2}$  وحصول سهل للأكسدة [26].

### II-2-3-/- الطرق الإلكترونية:

أ/- **المبدأ:** يؤثر على الجملة الالكتروكيميائية بمؤثر خارجي عبارة عن إشارة ذات طابع فيزيائي  $h(t)$  مثل: إشارة خارجية , ضوئية , حرارية كيميائية, مغناطيسية ثم نقوم بتسجيل استجابة الجملة  $s(t)$  لهذا التأثير [6] [2] [27].



غالبا ما تكون إشارة الدخول كهربائية , إما بإحداث تغير في الكمون  $E(t)$  أو تغير في التيار  $I(t)$  ثم تقاس الاستجابة الحاصلة والتي هي على الترتيب تغير في التيار أو في الكمون .  
وعلى حسب إشارة الدخول  $e(t)$  كونها ثابتة خلال الزمن statique أو متغيرة Evaluation طرق الالكتروكيميائية تقسم إلى نوعين [6] [2].

### II-2-3-1- الطرق الالكتروكيميائية المستقرة :

هذه الطريقة يفرض على الجملة كمون أو تيار ثابت ثم نقوم بقياس التيار أو الكمون خلال الزمن (وهذه بدورها تشمل نوعان من الطرق).

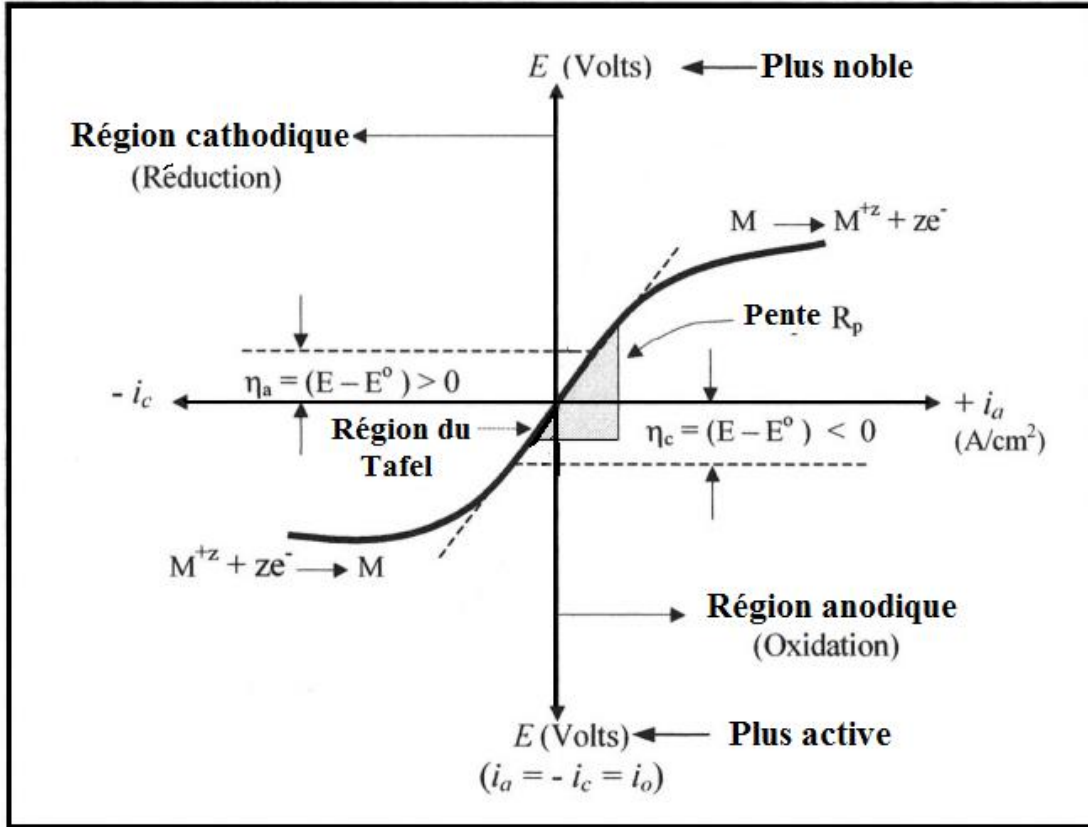
## الفصل الثالث

• المنحنى  $E=f(i)$  :

هذه المرة نجري عملية تغيير لقيمة التيار باستعمال جهاز **Galvanostat-potentiostat** ثم يقاس في كل مرة الكمون الموافق للمسرى .

• منحنى الاستقطاب  $i=f(E)$  :

باستعمال جهاز **Potentiostat** نغير في قيمة الكمون (المفروض بين إلكترود العمل والالكترود المرجعي) ونقيس في كل مرة كثافة التيار المار في الدارة [6][28].



الشكل (2-11): منحنى الاستقطاب  $i=f(E)$

• منحنى تفاعل  $\log i=f(t)$  :

لقد قام العالم تفاعل بوضع معاملين خاصين هما:

- معامل تفاعل الأنودي :

$$B_a = RT/\alpha nF \dots \dots \dots (18)$$

- معامل تفاعل الكاتودي :

$$B_c = RT/(1-\alpha)n \dots \dots \dots (19)$$

بتعويض هذه المعاملات في معادلة **Bulter-volmer** مع اعتبار أن تركيز المتفاعلات والنواتج متساوي فإن المعادلة تأخذ الشكل التالي:

$$i = i_0 \exp(\eta/B_a) - i_0 \exp(-\eta/B_c) \dots \dots \dots (20)$$

حيث:

$$\eta = E - E_{corr} \dots \dots \dots (21)$$

$$B_a = dE/d \ln i_a \dots \dots \dots (22)$$

$$B_c = dE/d \ln i_c \dots \dots \dots (23)$$

يمثل منحنى Tafel تغير اللوغاريتم العشري لكثافة التيار بدلالة الكمون أو فرق الجهد  $\eta$  ويمكن تقسيمه إلى جهتين :

جهة أنودية أين  $\eta/B_a \gg$  وجهة كاتودية أين  $\eta/B_c \ll$

✓ الجانب الأنودي لمنحنى تفاعل:

بإهمال الجانب الكاتودي تأخذ عبارة كثافة التيار الشكل التالي:

$$i = i_a = i_0 \exp B_a \dots \dots \dots (24)$$

بإدخال اللوغاريتم على العبارة السابقة وبوضع:

$$a_a = -2.303 B_a \log i_0 \dots \dots \dots (25)$$

$$b_b = 2.303 B_a \dots \dots \dots (26)$$

نجد عبارة مستقيم تفاعل الأنودي:

$$\eta = a_a + b_b \log i \dots \dots \dots (27)$$

✓ الجانب الكاتودي لمنحنى تفاعل :

بإهمال الجانب الأنودي يمكن كتابة عبارة كثافة التيار على الشكل التالي:

$$i = i_c = i_0 \exp(-n/B_a) \dots \dots \dots (28)$$

## الفصل الثالث

بإدخال اللوغاريتم على العبارة السابقة وبوضع:

$$a_a = -2.303B_a \log B_a \dots \dots \dots (29)$$

$$b_b = 2.303B_a \dots \dots \dots (30)$$

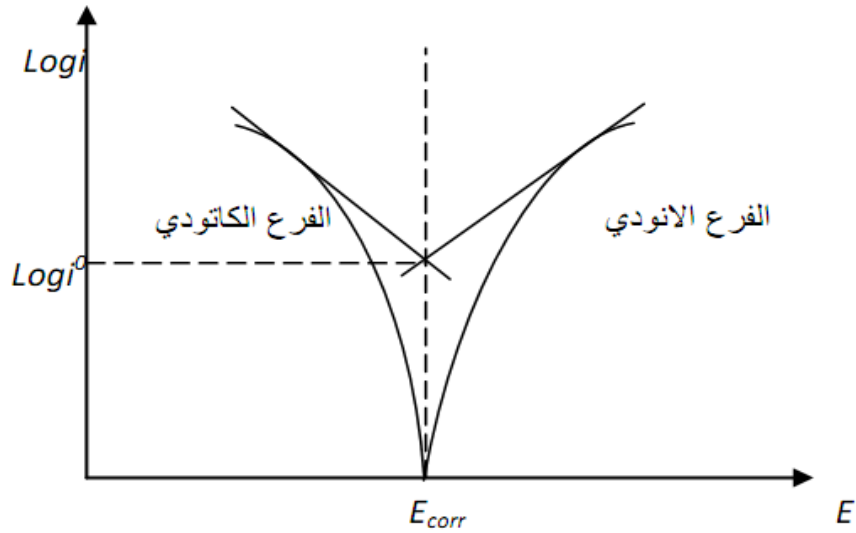
بجد عبارة مستقيم تفاعل الكاتودي :

$$\eta = a_c + b_c \log i \dots \dots \dots (31)$$

### bultter-volmer

تصف كل من المعادلتين (1) و(2) الحدود الأنودية و الكاتودية لمعادلة

ومن خلال منحني تفاعل نستطيع تحديد كمون بداية التآكل [6] [4] [2].



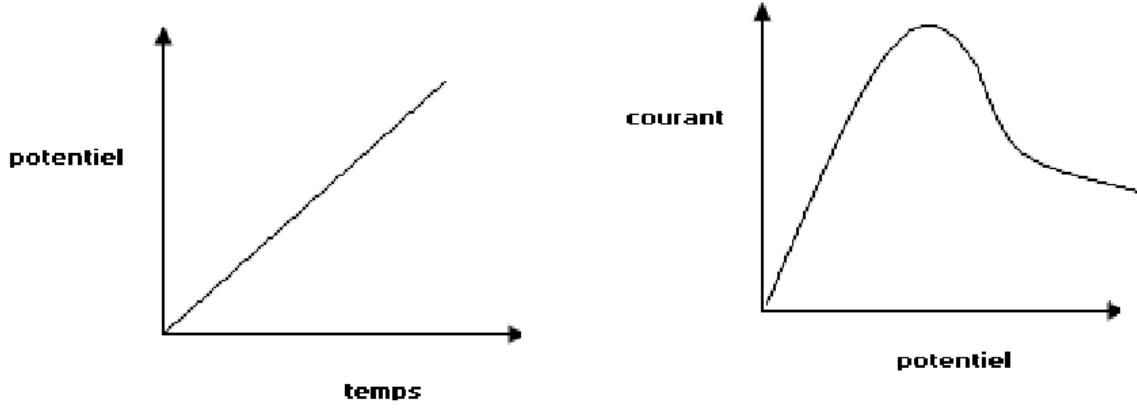
الشكل (II-3): منحنى تفاعل

### II-2-3-2- الطرق الالكتروكيميائية المتغيرة :

تكون الإشارة المعطاة للحملة (تيار أو كمون) غير ثابتة خلال الزمن ومن هذه الطرق الفلطاومترية

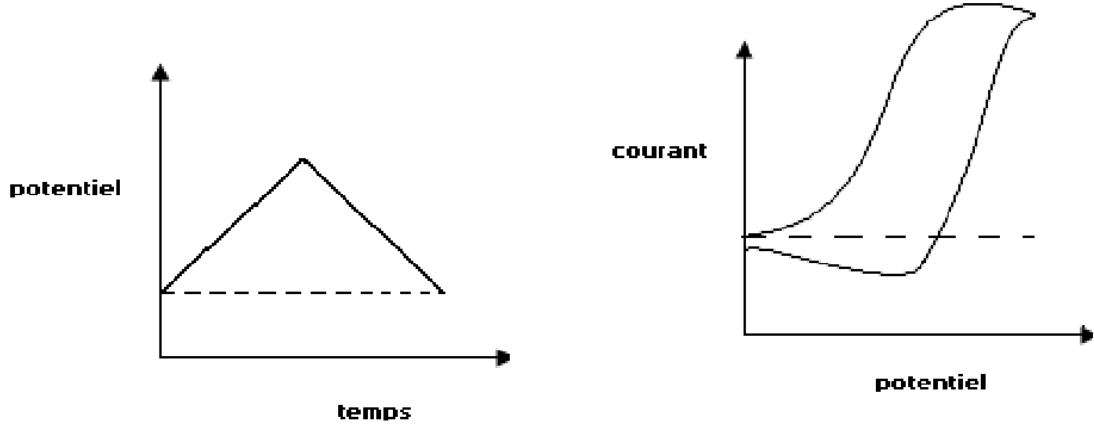
البسيطة , الفلطاومترية الحلقية , ومطابفة الممانعة الالكتروكيميائية [6].

## أ- الفولطامترية البسيطة:



الشكل (II-4): منحني الإثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية البسيطة

## ب- الفولطامترية الحلقية:



الشكل (II-5): منحني الإثارة (اليسار) والاستجابة (اليمين) في الفولطامترية الحلقية

## ❖ مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية:

إن مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية تقنية مستعملة منذ زمن طويل وقد أصبحت هذه التقنية واسعة الانتشار والاستعمال في دراسة التفاعلات الالكتروكيميائية المعقدة على السطوح الاقطاب الصلبة في عدة مجالات مهمة خاصة في مجال التآكل , وتعتبر تقنية مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية من أكثر وأهم الطرق التي وضعت لدراسة خصائص الطبقة المشكلة على سطوح المعادن.



## الفصل الثالث

وتتمثل الطريقة في قياس استجابة المسرى لتغير جيبي في كموه وذلك بالتغير في قيمة التواتر  $f$  يعطى بالعلاقة :

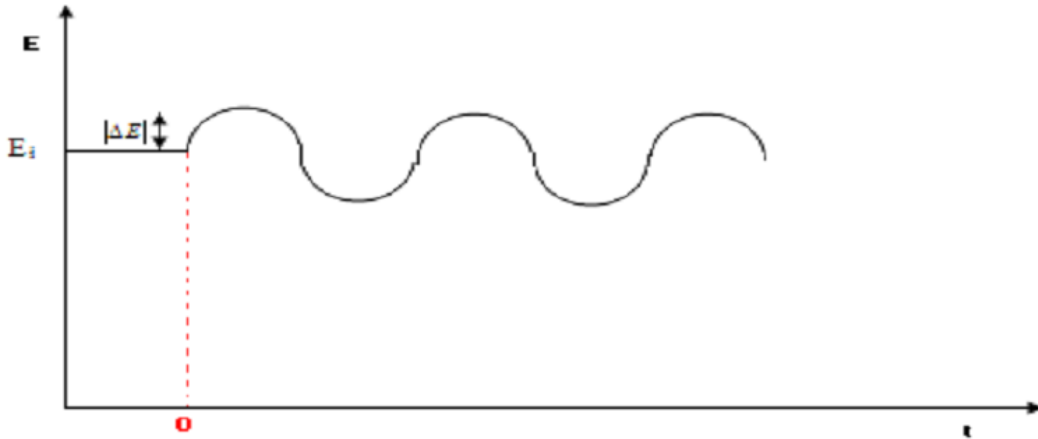
$$\Delta E = |\Delta E| \sin 2\pi f t \dots \dots \dots (32)$$

$|\Delta E|$  : سعة التغير وقيمتها ضعيفة لا تتجاوز 10 mv.

هذا التغير نحدثه على كموه المسرى الابتدائي  $E_i$  سواء كان مصعدا أو مهبطا في خلية تحليل كهربائي أو في بيلا كهربائية .

استجابة المسرى للتغير في الكموه تكون على شكل تغير جيبي في التيار عبارته:

$$\Delta I = |\Delta I| \sin(2\pi f t - \phi) \dots \dots \dots (33)$$



الشكل (II-6): الاثارة الجيبية لكموه المسرى

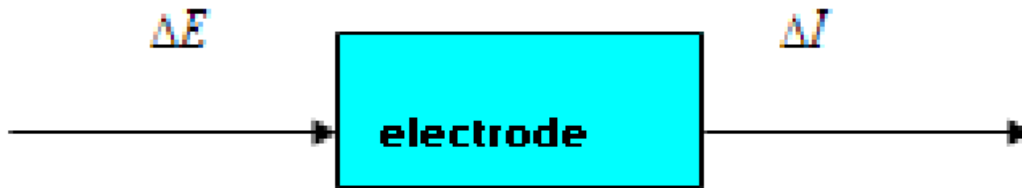
نتيجة لذلك تنشأ داخل الحملة ممانعة Z تعطى بالعلاقة :

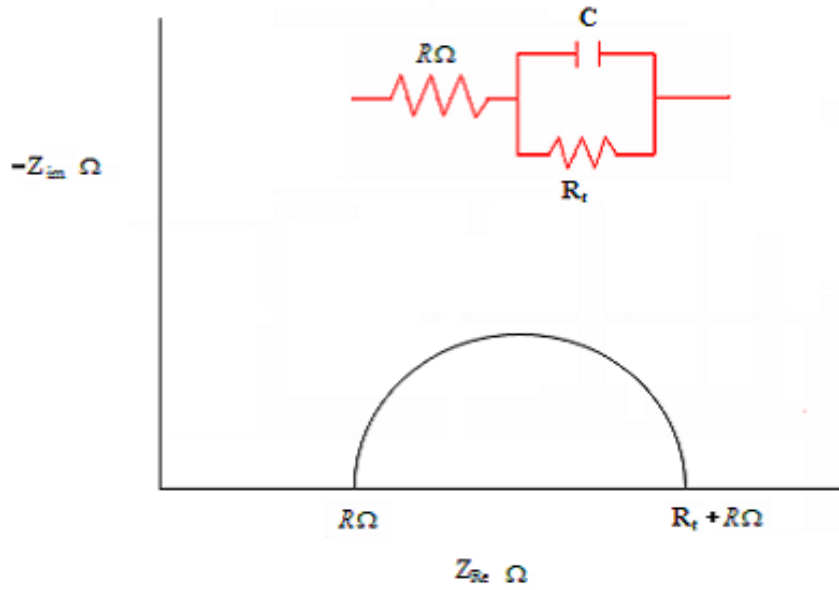
$$Z = \Delta E / \Delta I \dots \dots \dots (34)$$

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

$$Z = Z_{Re} + i Z_{im} \dots \dots \dots (35)$$

مجموع قيم الممانعة المتحصل عليها ترسم في المعلم المركب  $\text{plan complexe}$  وندعو المنحنى الناتج بمنحنى نيكويست (Diagramme de Nyquist) [6] [2] [29] .





الشكل (7-11): منحني نيكويست

❖ مصطلحات مفاتيحية لتبسيط طريقة الممانعة الالكتروكيميائية:

❖ مقاومة الانتقال  $R_t$ :

أثناء تفاعلات الأكسدة والإرجاع التي تحدث عند سطح التماس مسرى/ إلكتروليت, يحدث انتقال للشحنات (الالكترونات) من وإلى المسرى , وهو انتقال مصحوب بنوع من الإعاقة أو المقاومة ندعوها مقاومة الانتقال يسببها تكون طبقة خمولية , طبقة طلاء , طبقة المثبط... الخ.

❖ المقاومة الأومية  $R\Omega$ :

هي مقاومة الجزء من الإلكتروليت المحصور بين مسرى العمل والمسرى المرجعي , ويتم تقليلها قدر الإمكان بتقريب المسافة بين المسريين السابقين وذلك باستعمال جسر ملحي.

❖ سعة الطبقة المضاعفة  $C$ :

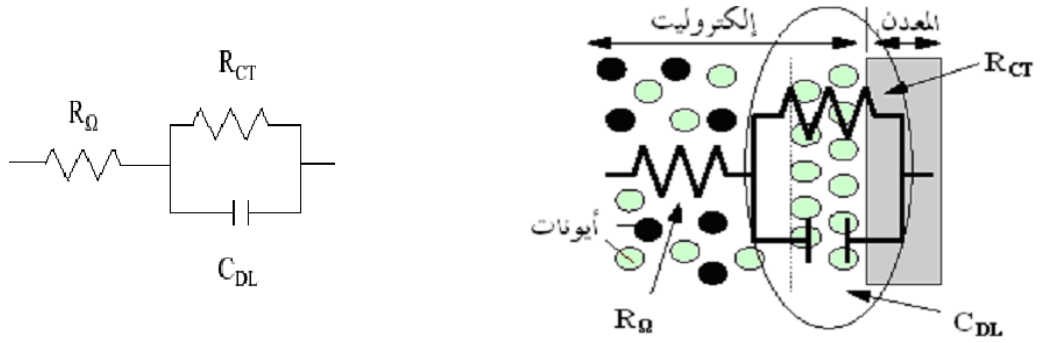
عند سطح التماس مسرى / إلكتروليت تتكون طبقة مضاعفة من الشحنات, إحدى الطبقتين موجبة الشحنة نتيجة تجمع الشوارد الموجبة القادمة من المحلول بالانتشار .

والطبقة الثانية مشحونة بشحنة سالبة نتيجة تجمع الالكترونات المعطاة من طرف سطح المسرى تمثل الطبقة المضاعفة مكثفة مشحونة سعتها  $C$  بلبوسيتها الموجب والسالب , سمكها لا يتجاوز  $10 \mu m$

## الفصل الثالث

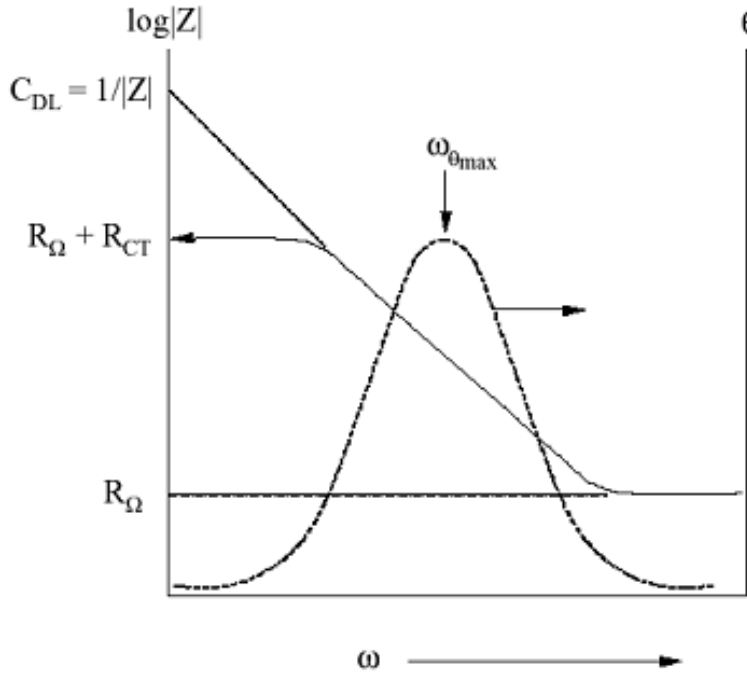
### ❖ الدارة الالكتروكيميائية المكافئة:

لتبسيط السلوك الكهربائي داخل الخلية الالكتروكيميائية فإننا نلجأ إلى رسم دارات كهربائية تكافئ تلك الموجودة بداخلها و المكونة من أجزائها المختلفة (طبقة مضاعفة, مقاومة انتقال الشحنات, مقاومة الالكتروليت... الخ) [2].  
 إن تمثيل نموذج فيزيائي لأي نظام الكتروكيميائي معقد جدا , وهناك العديد من النماذج تعطى لتفسير الظواهر التي تحدث على سطح الالكتروود وأهمها: [2][30].



الشكل (8-11): نموذج يبين حالة معدن متآكل  
 الشكل (9-11): دارة بسيطة مكافئة

### منحنى Bode :



الشكل (10-11): منحنى Bode المكافئ للدارة في الشكل (9-11)



الفصل الثالث: الدراسة النظرية لنباتي  
"Thymelaea" و "plantago ciliata"  
"microphylla"

III-1-1- الدراسة النظرية لنبتة *plantago ciliata* :



الشكل (III-1): نبتة لامة *plantago ciliata*

III-1-1-1- التعريف بالعائلة:

الفصيلة الحملية *plantaginaceae* :

فصيلة لسان الحمل أو الفصيلة الحملية فصيلة نباتية تتبع رتبة الشفويات. ابرز أجناسها لسان الحمل وفم السمكة.

III-1-2- التصنيف النظامي للنبتة:

العائلة: *plantaginaceae*

النوع: *Plantago ciliata*

الاسم العامي: لاما

III-1-2-1- خواص النبتة:

**الوصف:** عشب معمر , ساقه قصيرة حوالي 15 سم – أوراقه قلبية بيضاوية عنقودية الثمار عليه تحتوي علي العديد من البذور من 6-10 بذور. ينتشر كالحشيشة في الحقول- يزهر في الربيع. ينتشر في التربة الرملية والمنخفضات وفي مجرى الوديان [31] .

III-1-4- الاستخدام الطبي للنبتة :

- تغلي البذور وتشرب لعلاج الإسهال.
- مغلي الأوراق يشرب وقت الشعور بالحاجة إلي التدخين للإقلاع عن التدخين.
- تمرس الأوراق وتوضع علي الحروق والدمامل لعلاجها.
- شفاء الجروح و علاج التهاب الحلق وتقرحات.

- لخفض نسبة السكر في الدم لدى مرضى السكري.[31]

### III-2-2- الدراسة النظرية لنبته *Thymeleae microphylla* :



الشكل (III-2): نبتة المثنان *Thymeleae microphylla*

### III-2-1- التعريف بالعائلة *Thymelaeaceae* :

إن اختىارنا لهذه العائلة كموضوع لهذا البحث يعود إلى الاستعمالات العديدة في الطب ، وتعد هذه العائلة عائلة صغيرة تنتمي إلى ذوات الفلقتين وهي تتكون من 1200 نوع مقسم إلى 67 جنس. تتوزع هذه العائلة في المناطق الاستوائية والمعتدلة حرارياً خاصة في إفريقيا وتنعدم في المناطق الباردة.

### III-2-2- الخواص المورفولوجية العامة للعائلة "*Thymelaeaceae*" :

الأوراق: متبادلة ونادراً ما تكون متقابلة.

الأزهار: مختلطة بانتظام على شكل حزم.

قرص الزهرة مجوف على شكل أنبوب عميق ومن حوافه عموماً يحمل الأجزاء الزهرية.

الثمار:

- ثمرة عىابسة وحادية البذرة.
- ثمرة عنبية.
- ثمرة منفردة النواة.
- ثمرة متفتحة لها أشكال مختلفة.[31]

### III-2-3- التصنيف النظامي للنبته :

## الفصل الثالث

العائلة: Thymelaeaceae

النوع: *Thymellaea microphylla*

الجنس: *Thymelaeae*

الاسم العامي: مثنان

### III-2-4- الخواص المورفولوجية للنبتة:

تسمى المثنان وهو شجيرات صغيرة طولها لا يتعدى المتر، متفرعة وأغصانها كثيفة متشابكة، السوق الحديثة مرتبة مبيضة اللون لوجود زغبات صوفية ناعمة تكسو السطح الخارجي. الأوراق حرشفية صغيرة خطية طولها لا تتعدى 7مىلمتر، أزهارها بيضاء مصفرة تتوزع على طول الساق.

### III-2-5- بعض الاستخدامات التقليدية للنبتة:

#### III-2-5-1- الاستخدامات الطبية:

في الطب الشعبي العديده من الثقافات تستخدم هذه العائلة لتحضير الأدوية وعلاج العديده من الأمراض نظرا لإحتوائها على أنواع مختلفة من المركبات، وعلى سبيل المثال تستخدم كمقدمات ومسهلات وفي علاج البثور و الأمراض الجلدية وذلك استخدما للتأثير السمي لمركبات التريينات الثنائية السامة التي تحتوىها نباتات هذه العائلة، وفي هذه التطبيقات تستخدم الجرع بكميات قليلة ومنخفضة حتى تكون الفعالية أفضل ونسبة التأثيرات الجانبية أقل [31].

#### III-2-5-2- الاستخدامات غير الطبية:

تنتشر هذه العائلة في أنحاء العالم ولديها استعمالات و أهمية اقتصادية في البلدان المتواجدة في ها حيث أن بعض أنواع العائلة تستخدم لإنتاج مواد الزينة، والعديده من الأنواع التي لديها الحاء لىفي تصنع منها الأوراق والحبال.

# الجزء الثاني

الجانِب التجريبي





الفصل الرابع: دراسة الأثر التثبيطي  
لمستخلص نباتي "*plantago ciliata*"  
و "*Thymelaea microphylla*"

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	

#### IV-1 - مقدمة:

من بين المواد المعدنية المستعملة في أجهزة ومنشآت النفط وقنوات نقل البترول والغاز الفولاذ الكربوني الذي له أهمية كبيرة. وهذا راجع إلى خصائصه الميكانيكية الجيدة، وإلى تكلفته المنخفضة مقارنة بالسبائك الأخرى، ولكن رغم ذلك فإنه يحدث تلف في أجهزة ومنشآت النفط التي تشمل أجهزة الإنتاج، بتأثير التآكل الناتج عن الوسط المحيط به. و من بين طرق المقاومة للتآكل الشريط وهو عبارة عن التقليل من سرعة تآكل المعدن، بإضافة كميات قليلة من مركبات كيميائية أو معدنية غير سامة أو حتى مستخلصات نباتية تقلل من سرعة التآكل.

في هذه الدراسة تم تحديد فاعلية الشريط مستخلصات نباتية لبنتي "plantago ciliata" و "Thymelia microphylla" وسميت على الترتيب (A) و (B) لتآكل عينة من الفولاذ في وسط حمضي من خلال دراسة تجريبية تمت لتحديد سرعة التآكل باستعمال طريقة فقدان الوزن والطريقة الكهروكيميائية، المتكونة من نظام الكهروكيميائي معدن ——— محلول لرسم منحنيات تآكل المتحصل عليها من خلال منحنيات الاستقطاب المحددة بشدة التيار ——— كمن، ثم دراسة الممانعة الكهروكيميائية بواسطة منحنيات نيكويست .

#### • المستخلصات المستعملة في الدراسة:

تم جمع الجزء الهوائي لبرنتي "plantago ciliata" و "Thymelia microphylla" من منطقة شمال ولاية الأغواط. في شهر مارس 2013 في مرحلة التزهير التي أجريت لها عملية التجفيف بوضعها بعيداً عن الشمس والرطوبة، ومن ثم طحها لإجراء عملية الاستخلاص لها. وهذا تم من طرف الأستاذ الدكتور تونسي عيسى أستاذ بجامعة الأغواط .  
حيث رمزنا للبرنتين على التوالي (A) و (B).

#### IV-2-2- الشروط التجريبية:

#### IV-2-2-1/- الفولاذ المستعمل:

العينة المستعملة هي من الفولاذ XC52 أخذ من أنابيب نقل البترول في المنطقة الصناعية حاسي مسعود ورقلة , هذا الفولاذ له التركيبة الكيميائية التالية :

#### الجدول (IV-1): النسب المئوية للعناصر المكونة للفولاذ XC52 المستعمل

- انطلاقا من الفولاذ السابق تم تحضير قطع على شكل متوازي مستطيلات (الدراسة الكلاسيكية)، وأخرى بشكل اسطوانات مساحتها  $1 \text{ Cm}^2$  (الدراسة الالكتروكيميائية) .

#### IV-2-2-2/- المواد المستعملة

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

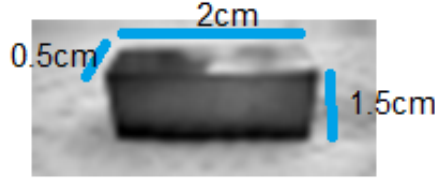
#### الجدول (IV-2) : بعض الخصائص الفيزيائية لبعض المواد المستعملة في التجارب.

المركب	درجة النقاوة %	الكثافة g/l في 20°C	شركة الإنتاج
الايثانول	99.8	0.811-0.805	Sigma-aldrich
ماء أحادي التقطير	خالٍ من الأملاح	1.00	جهاز التقطير من نوع 2102gfl
حمض كلور الماء	37	1.18	Merck

#### • تحضير العينة:

قبل كل تجربة نقوم بصقل العينات حيث تمرر على جهاز الصقل المزود بمصدر مائي للتخلص من الحرارة المنطلقة أثناء الصقل وباستعمال أوراق زجاجية كاشطة مثبتة مباشرة على الجهاز, باستعمال أوراق زجاجية متزايدة النعومة ذات أقطار كالتالي: (60-80-100-400-600-800-1000-1200-1500-2000), نقوم بتحفيف العينات , بحيث يصبح مظهر السطح كالمرآة .

(1) يمثل جهاز



الشكل (IV)-



### الصقل الميكانيكي

#### IV-2-3- الوسيط الأكال:

الوسيط المستعمل لدراسة تآكل الفولاذ XC52 , هو محلول مائي لحمض الكلور (HCl 1M) المحضر انطلاقا من حمض كلور الماء بنسبة 37% , ونستعمل الماء المقطر للتمديد, كما يجوي تراكيز مختلفة من المثبطات هي 5ppm, 10 ppm, 15ppm, 20 ppm, 25 ppm هذه القيم للتراكيز حددت انطلاقا من دراسة ذوبانية المثبط في الوسيط الأكال , في درجات الحرارة مابين 25°C \_\_\_\_\_ 50°C

#### IV-3- الدراسة التجريبية للطرق المستعملة:

#### IV-3-1- الطريقة الكلاسيكية (طريقة ضياع الكتلة):

IV-3-1-1- مبدأ العمل: تعد هذه الطريقة إحدى اختبارات قياس سرعة التآكل وهي الأكثر

شيوعا حيث أن مبدأ عمل هذه الطريقة يتلخص في تنظيف العينة المدروسة وذلك بصقلها جيدا باستعمال الأوراق الزجاجية وأخذ أبعادها ثم وزنها ثم نضعها في الوسيط المدروس (HCl 1M) مدة معلومة من الزمن , بعد مضي هذه الفترة نقوم بوزن العينة وذلك بعد رفعها من الوسيط الأكال , حيث نمرر عليها تيار مائي أو نستعمل فرشاة للتخلص من الأكاسيد الموجودة على سطحها وبحساب الوزن المفقود يمكن حساب سرعة التآكل وفق القانون التالي:

#### الشكل (IV-2) يمثل أبعاد العينة المدروسة

$$V = \Delta m / St (\text{g/mm}^2 \cdot \text{min}) \dots (1)$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 (\text{g}) \dots \dots \dots (2)$$

## الفصل الرابع

$$S=2(LD+LH+HD)(\text{mm}^2)\dots\dots(3)$$

L: الطول , D: العرض , H: الارتفاع

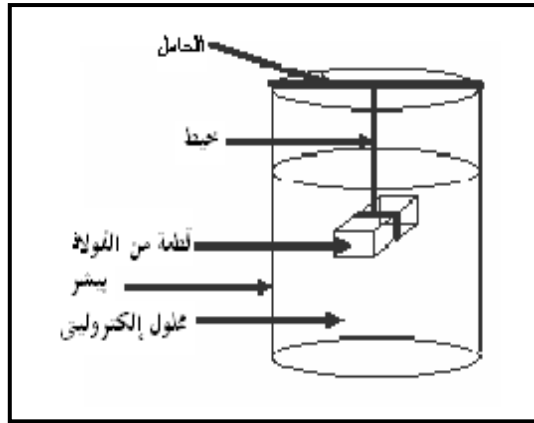
ثم نعيد نفس الخطوات التجريبية بوجود المثبطات بمختلف تراكيزها مع تحديد زمن الغمس حوالي نصف ساعة مع تغيير درجات الحرارة من  $25^{\circ}\text{C}$  إلى  $50^{\circ}\text{C}$  لتحديد فعالية التثبيط من خلال العلاقة التالية :

$$R\% = (v_0 - v) / v_0 * 100 \dots\dots(4)$$

حيث:

$V_0$  : سرعة التآكل في غياب المثبط.  $V$  : سرعة التآكل في وجود المثبط.

وهذه الطريقة تستعمل بتركيب بسيط , يتمثل هذا التركيب فيما يلي:



الشكل (3-IV): مخطط توضيحي للتركيب التجريبي

### IV-3-1-2-الأدوات المستعملة:

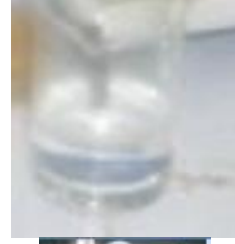
الأدوات المخبرية المستعملة في هذه الطريقة موضوعة في الجدول التالي:

### الجدول (3-IV): الأدوات المستعملة في تجارب فقدان الوزن.

العينة المدروسة



بيشر سعته 75ml



ميزان بدقة 0.01



قدم قنوية بدقة 0.01



أوراق زجاجية (60-80-100-400-600-  
800-1000-1200-1500-2000)



مجهر ضوئي من نوع ZEISS بتقريب 20 ألف مرة



#### IV-3-1-3- تحديد زمن الغمس للفولاذ XC52 بطريقة فقدان الوزن في وسط HCl (1M)

: لتحديد زمن الغمس المعتمد عليه قمنا بإجراء عدة تجارب في أزمنة مختلفة بدأها ب 5 دقائق إلى غاية ساعة , تم اختيار نصف ساعة كالزمن المثالي للغمس وما يبينه الجدول التالي:

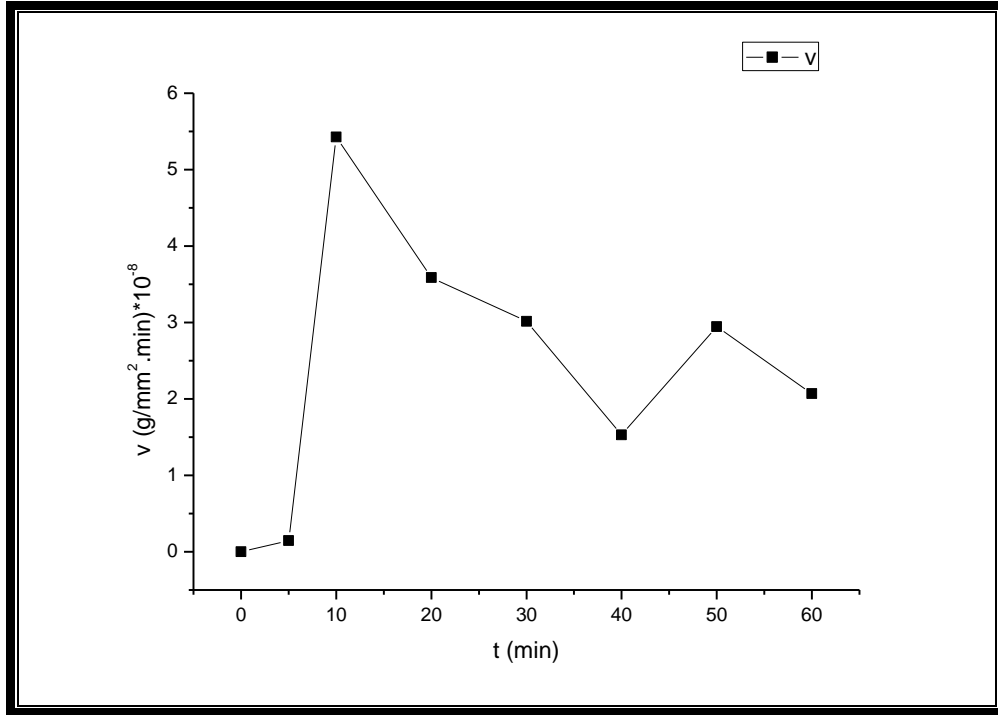
الجدول (IV-4): يوضح نتائج تجارب فقدان الوزن لتحديد زمن الغمس المناسب للفولاذ

:XC52

## الفصل الرابع

$V(\text{g}/\text{mm}^2 \cdot \text{min}) * 10^{-8}$	$S(\text{mm}^2)$	$\Delta m(\text{g}) * 10^{-4}$	$m_2(\text{g})$	$m_1(\text{g})$	$t(\text{min})$
14.47	552.740	4	5.9751	5.975	<b>5</b>
5.426	552.903	3	5.9737	5.974	<b>10</b>
3.589	557.184	4	5.9706	5.971	<b>20</b>
3.013	553.130	5	5.9685	5.969	<b>30</b>
1.529	490.383	3	4.9065	4.906	<b>40</b>
2.945	475.291	7	5.9560	5.956	<b>50</b>
2.069	483.355	6	4.9014	4.902	<b>60</b>

ومن هذه القيم يمكن رسم المنحنى  $V=f(t)$  كالآتي:



**الشكل (4-IV): قيم سرعة التآكل بدلالة الزمن**

من خلال الجدول (4) و المنحنى في الشكل (4) نجد أن سرعة التآكل متذبذبة حيث تزداد مع زيادة الزمن إلى أن وصلت إلى قيمة معتبرة لتآكل العينة الفولاذية بحيث قدرت ب  $3.103 * 10^{-8} \text{g}/\text{mm}^2 \cdot \text{min}$  ثم انخفضت ثم رجعت إلى التزايد. أي حدث تآكل كبير للعينات.

#### IV-3-1-4- دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين (A) و (B) بطريقة فقدان

#### الوزن في وسط HCl (1M):

بعد القيام بالتجارب حسب قيم سرعة التآكل والفاعلية التثبيطية لمختلف تراكيز المثبتين (A) و (B) بطريقة فقدان في الوزن من أجل تآكل الفولاذ في حمض HCl (1M) باختلاف درجة الحرارة (25°C-50°C), والتي نوضحها في الجداول التالية:

#### • دراسة تأثير المستخلصين (A) و (B) في 25°C:

عند إضافة الإضافة الأولى نلاحظ تغير في السرعة ونقصان في الكتلة معناه أن المستخلصين أبديا نوع من الحماية على العينة وهذا يدل على وجود أثر تثبيطي ل (A) و (B) وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

#### الجدول (IV-5): يوضح نتائج طريقة ضياع الكتلة للمثبتين (A) و (B) عند 25°C

المردود R%	V(g/mm <sup>2</sup> .min)*10 <sup>-8</sup>	S(mm <sup>2</sup> )	Δm (g)*10 <sup>-4</sup>	C(ppm)	
.....	3.013	553.130	5	Blanc	(A)
53.57	1.399	476.382	2	5	
18.55	2.454	543.304	4	10	
29.94	2.111	473.609	3	15	
36.87	1.902	525.772	3	20	
31.60	2.061	485.182	3	25	
.....	3.013	553.130	5	Blanc	(B)
28.91	1.238	538.609	3	5	
16.69	2.510	531.222	4	10	
6.21	2.826	471.867	4	15	
39.03	1.837	544.353	3	20	
6.54	2.816	473.424	4	25	

#### • دراسة تأثير المستخلصين (A) و (B) بتغيير درجات الحرارة:



الفصل الرابع

الجدول (6-IV): يوضح تأثير درجة الحرارة على نتائج طريقة ضياع الكتلة

للمثبط (A)

R%	V(g/mm <sup>2</sup> .min)*10 <sup>-8</sup>	S(mm <sup>2</sup> )	Δm (g)*10 <sup>-4</sup>	C(ppm)	T(°C)
.....	3.013	553.13	5	Blanc	25°C
53.57	1.399	476.382	2	5	
18.55	2.454	543.304	4	10	
29.94	2.111	473.609	3	15	
36.87	1.902	525.772	3	20	
31.60	2.061	485.182	3	25	
.....	7.766	472.146	11	Blanc	30°C
90.99	0.699	476.382	1	5	
68.23	2.467	540.515	4	10	
76.64	1.814	551.327	3	15	
81.98	1.399	476.425	2	20	
76.76	1.805	553.866	3	25	
.....	3.274	407.207	4	Blanc	40°C
56.63	1.420	469.300	2	5	
44.53	1.816	550.658	3	10	
4.83	3.116	478.724	7	15	
99.99	0.000184	543.800	3	20	
6.54	3.060	544.572	5	25	
.....	15.46	344.962	16	Blanc	50°C
9.96	13.92	478.764	20	5	
91.12	13.72	485.936	20	10	
57.19	6.618	554.034	11	15	
64.75	5.491	485.629	8	20	
86.74	2.050	487.745	3	25	

الجدول (7-IV): يوضح تأثير درجة الحرارة على نتائج طريقة ضياع الكتلة للمثبط

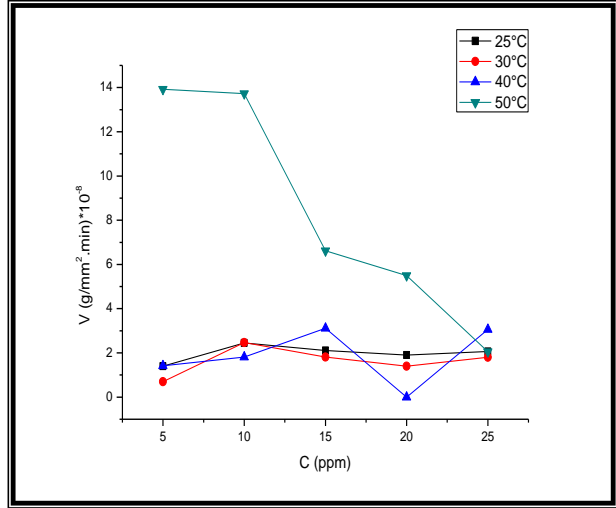
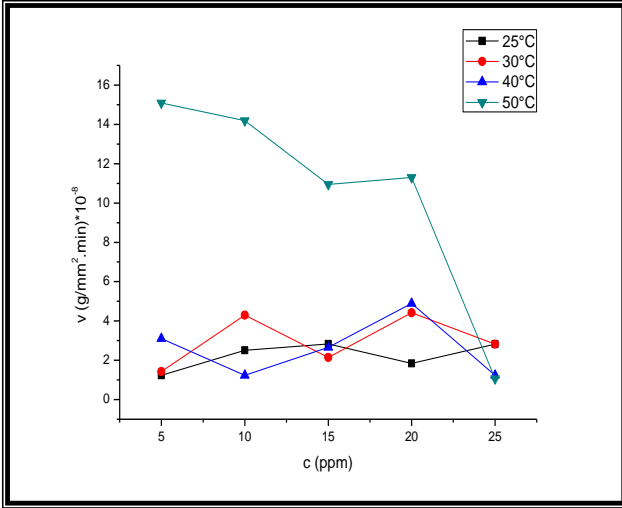
(B)

المردود R %	$V(g/mm^2 \cdot min)^* 10^{-8}$	$S(mm^2)$	$\Delta m(g)^* 10^{-4}$	$C(ppm)$	$T(^{\circ}C)$
.....	3.013	553.130	5	Blanc	<b>25°C</b>
28.91	1.238	538.609	3	5	
16.69	2.510	531.222	4	10	
6.21	2.826	471.867	4	15	
39.03	1.837	544.353	3	20	
6.54	2.816	473.424	4	25	
.....	7.766	472.146	11	Blanc	<b>30°C</b>
81.66	1.425	467.833	2	5	
44.67	4.297	465.437	6	10	
72.37	2.146	466.052	3	15	
43.10	4.419	529.999	7	20	
63.65	2.823	472.304	4	25	
.....	3.274	407.207	4	Blanc	<b>40°C</b>
5.10	3.107	536.343	5	5	
62.19	1.238	538.609	2	10	
18.66	2.663	500.729	5	15	
6.54	4.897	544.583	5	20	
63.40	1.231	541.722	2	25	
.....	15.460	344.962	16	Blanc	<b>50°C</b>
2.39	15.090	530.004	14	5	
63.65	14.190	469.499	20	10	
29.17	10.950	487.063	16	15	
26.91	11.300	471.985	16	20	
93.14	1.061	471.042	15	25	

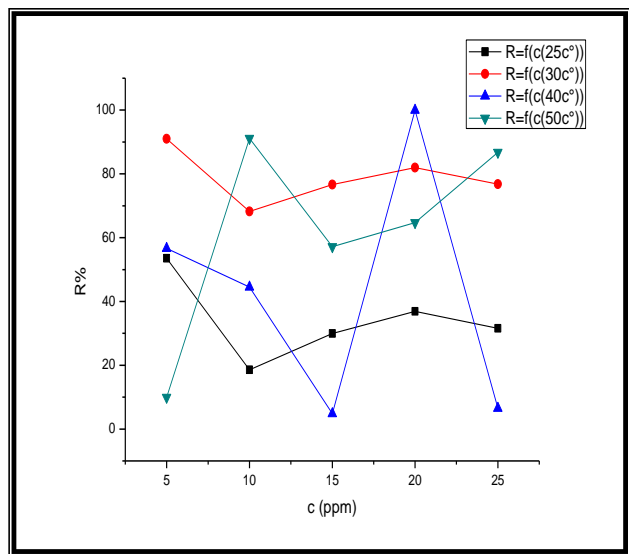
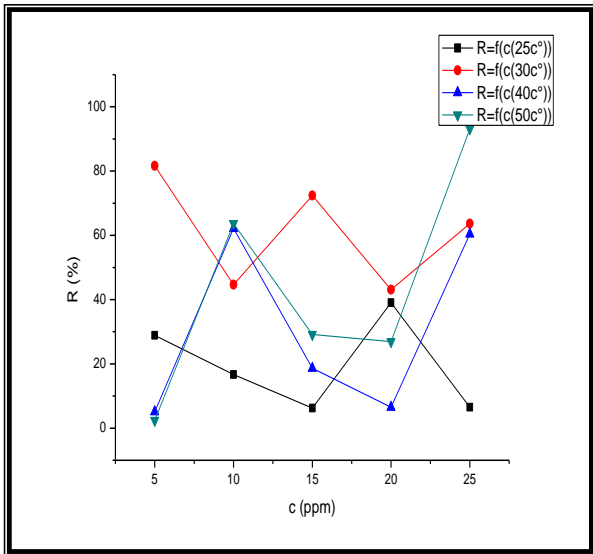
#### IV-3-1-5- المنحنيات التي يمكن استنتاجها من خلال تأثير درجة الحرارة:

يمكن توضيح معلومات الجداول السابقة برسم منحنيات  $R_c(\%)=f(C)$  و  $V=f(C)$  التالية:

## الفصل الرابع



الشكل (IV-5): منحنى تغير فاعلية التثبيط بدلالة التركيز للمستخلصين (B-A) بتغيير درجة الحرارة



الشكل (IV-6): منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة التركيز للمستخلصين (B-A) بتغيير درجة الحرارة

## • تحليل وتفسير النتائج:

من خلال نتائج الطريقة الكلاسيكية نلاحظ ما يلي :

المُط (A) غير مستقر من ناحية فعالية التثبيت فنسب التثبيت تختلف من تركيز إلى آخر عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  كما أن مردود التثبيت منخفض حيث بلغ  $53.57\%$  عند  $5\text{ppm}$  و  $18.55\%$  عند  $10\text{ppm}$  بالنسبة للمُط (A) و  $39.03\%$  عند  $20\text{ppm}$  و  $6.54\text{ppm}$  عند  $25\text{ppm}$  لذا لجأنا لتأثير درجة الحرارة لزيادة مردود التثبيت ، إذ أن أعلى نسبة تثبيت كانت  $99.99\%$  عند تركيز  $20\text{ppm}$  وفي درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$   $40$  الذي يوافق سرعة  $1.84*10\text{ g/mm}^2. \text{min}$  بالنسبة للمُط (A).

أما المُط (B) فهو ذو فاعلية تثبيت معتبرة، لأن هناك تناسب طردي بين مردود التثبيت وتركيز المُط، وعكسي بين سرعة التآكل وتركيز المُط، وذلك بالنسبة لدرجات حرارة  $40^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  حيث بلغت نسبة التثبيت عند  $^{\circ}\text{C}$   $40$  حوالي  $63.40\%$  عند تركيز  $25\text{ppm}$  والذي يوافق سرعة قدرها  $1.238*10^{-8}$  وعند  $50^{\circ}\text{C}$  حوالي  $93.14\%$  عند تركيز  $25\text{ppm}$  والذي يوافق سرعة قدرها  $1.061*10^{-8}$  ، على عكس درجة الحرارة  $25^{\circ}\text{C}$  حيث بلغت نسبة التثبيت حوالي  $39.03\%$  عند تركيز  $20\text{ppm}$  والذي يوافق سرعة قدرها  $1.837*10^{-8}$  وعند درجة حرارة  $30^{\circ}\text{C}$  بلغت نسبة التثبيت حوالي  $81.66\%$  عند  $5\text{ppm}$  والذي يوافق سرعة قدرها  $1.425*10^{-8}$ .

و هذا يرجع إلى إمتزاز المُط على سطح العينة.

### IV-3-2- الطريقة الالكتروكيميائية:

التقييم الأول للفاعلية التثبيطية كان بطريقة فقدان الوزن ، إلا أنها لا تؤدي إلى معرفة حقيقة آلية تفاعل التآكل ، لهذا لجأنا إلى طريقة أكثر دقة للتعرف على الظواهر الإلكتروليتية للتآكل المتمثلة في الانتقال الإلكتروني أي تبادل الأيونات بين المعدن والوسط الإلكتروليتي . فتم تحديد فعالية المثبتين المدروسين على سلوك الفولاذ XC52 ، بواسطة الطريقة المستقرة التي تركز على رسم منحنيات الإستقطاب  $i=f(E)$  ومنحنيات تافال  $\log|i|=f(E)$  والطريقة المتغيرة لرسم منحنيات نيكويست للجزء الحقيقي بدلالة الجزء التخيلي .

### IV-3-2-1- الطرق الالكتروكيميائية المستقرة :

ويندرج ضمن هذه الطرق رسم منحنيات الاستقطاب ، حيث تفيد هذه الطريقة في دراسة حركة انتقال الإلكترولونات و سرعة التآكل انطلاقاً من منحنيات تافال .  
بما أن مجال الجهد الذي يتم الدراسة فيه أكبر من  $120\text{mv}$ ، فإنه يمكن الاعتماد كلياً على منحنيات الإستقطابية  $i=f(E)$  و بذلك رسم منحنيات تافال.

### IV-3-2-1-1- الأجهزة المستعملة:

- خلية إلكتروكيميائية.
- إلكترودات.
- جهاز Galvanostat -Potentionstat من نوع PGZ301

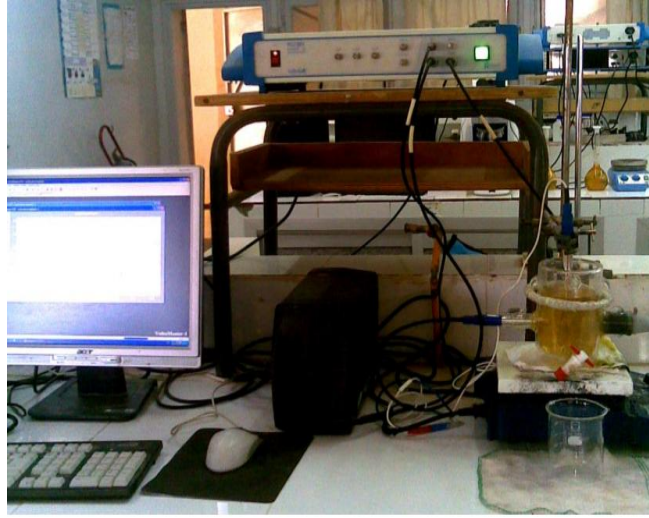
## الفصل الرابع

كل هذا متصل بجهاز حاسوب مزود ببرنامج Voltmaster 4 version 3.04

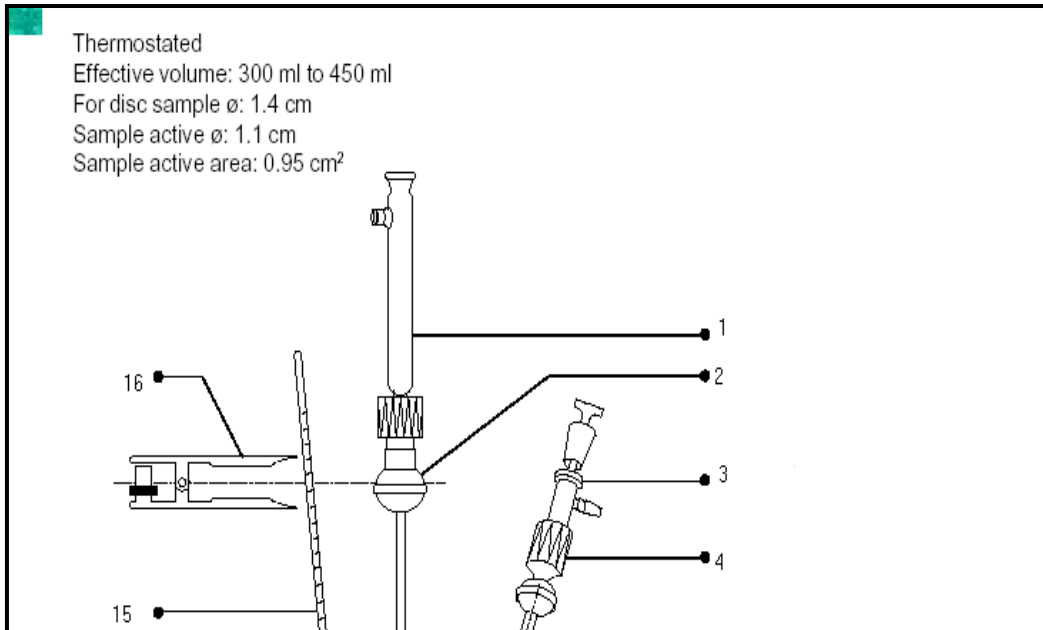
الشكل (7-IV): تركيب التجريبي للطريقة الإلكتروليتية  
الشكل (8-IV) جهاز Galvanostat- potentiostat

### • الخلية إلكتروكيميائية:

وهي خلية إسطوانية الشكل من نوع Pyrex ذات حجم 500ml بها فتحتان تسمح بإدخال نوعين من الألكتروليتات ، تحوى على غطاء خماسي الفتحات إحداهن لإدخال الألكتروليت المرجع، والباقية لإدخال



الملحقات كالمحرار، مدخل الأوزون، ... ، ولتوضيح أكثر يعطى التركيب تخطيطي التالي:








الشكل (9-IV): رسم تخطيطي لخلاية الإلكتروليتية

## الفصل الرابع

الشكل (IV-11): صورة موضحة للخلية الالكتروكيميائية

• الالكترودات المستعملة :

الجدول (IV-8): يوضح الالكترودات المستعملة .

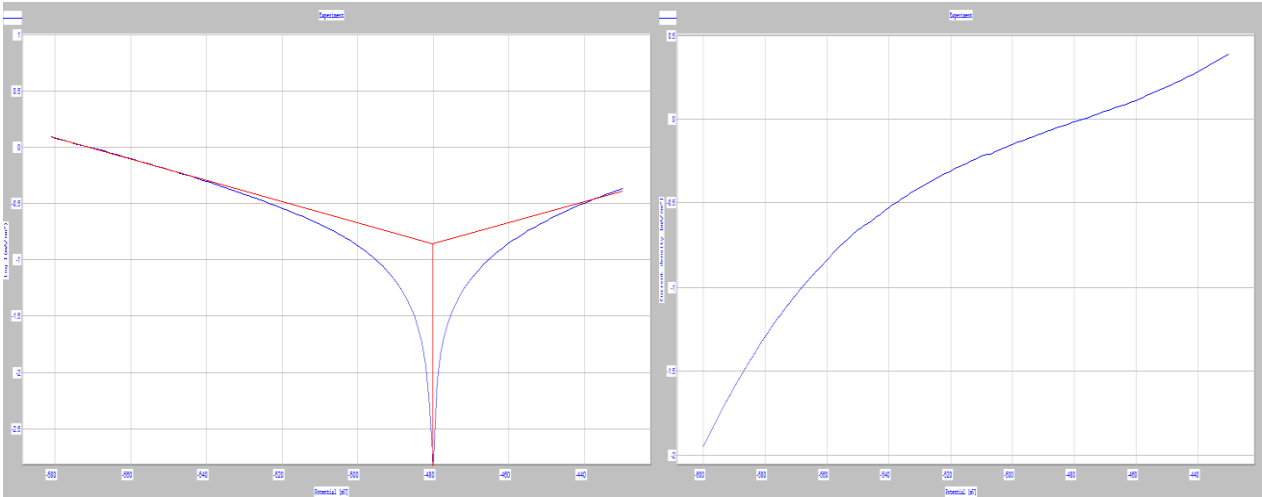
صورة موضحة	تعريف	الالكترود
	هو عبارة عن قطعة اسطوانية الشكل مساحة سطحها $1 \text{ cm}^2$ من الفولاذ XC52 .	الكترود العمل
	هو من البلاتين ذو مساحة $1 \text{ cm}^2$ وهو المسؤول على غلق الدارة .	الالكترود المساعد
	هو عبارة عن الكترود من نوع كالومال المشبع موجود في محلول كلوريد البوتاسيوم KCl يتحمل درجة حرارة أقصاها $60^\circ\text{C}$ ، و تيار من $25\text{mA}$ إلى $-25\text{mA}$ .	الالكترود المرجع

#### IV-3-2-1-2- اختصار سرعة المسح:

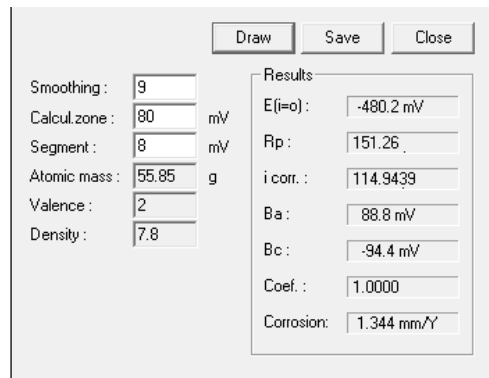
تم اختيار سرعة المسح ، لوسم منحني الاستقطابية، لتوضيح الانتقال الالكتروني الكاتودي و الأنودي ، حددت سرعة المسح بـ 30mV/min ، وهذا بالاستعانة بالدراسات السابقة.

#### IV-3-1-2-3- دراسة سرعة تآكل قطعة الفولاذ الكربوني بالطريقة الالكتروكيميائية في وسط HCl(1M):

وكانت النتائج المتحصل عليها كالتالي:



الشكل (IV-11): منحنى تافال والاستقطاب في غياب المثبط



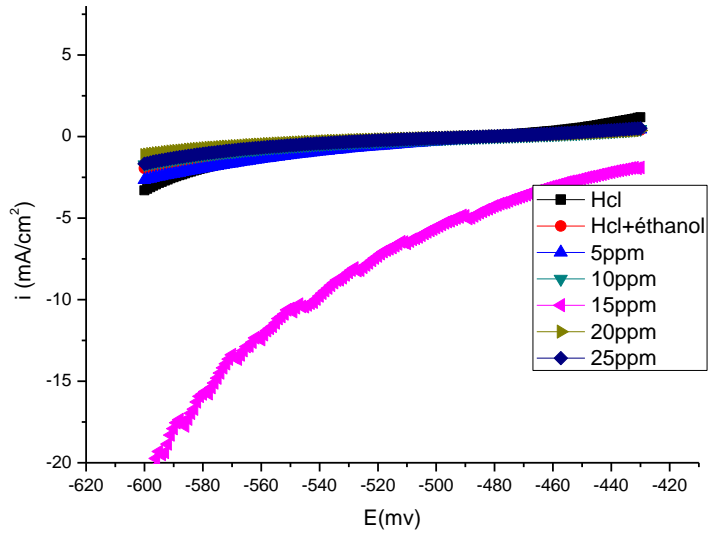
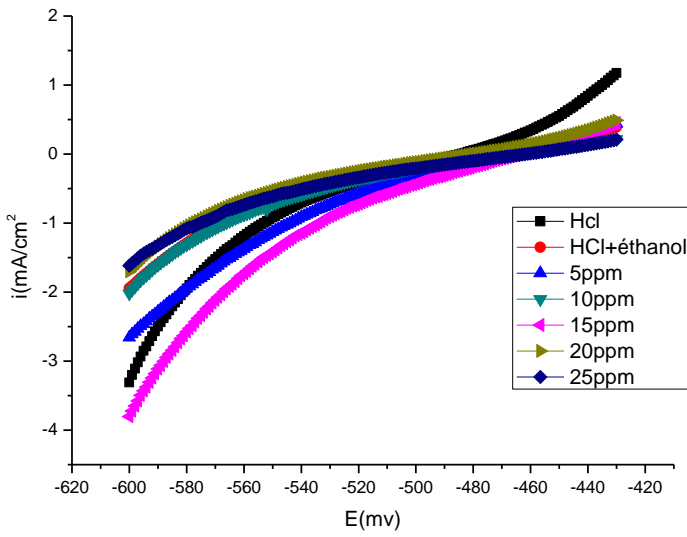
الشكل (IV-12): المقادير الالكتروكيميائية لتأثير (HCl+éthanol) على الفولاذ XC52



## الفصل الرابع

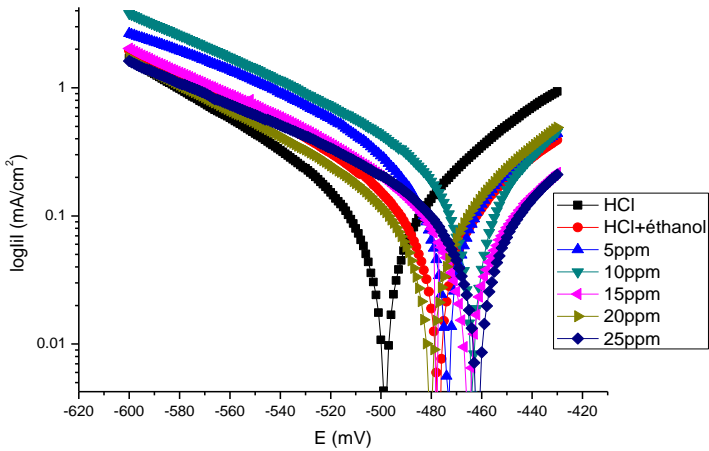
### IV-3-2-1-4- دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين (A) و(B) بالطريقة

الالكتروكيميائية في وسط  $HCl(1M)$ : حسب القياسات من منحنيات الاستقطاب من التجارب التي أجريت في وجود وغياب المثبتين (A) و (B). بمختلف التراكيز في  $HCl(1M)$  فكانت النتائج ممثلة في الأشكال التالية:



الشكل (14-IV): منحنى الاستقطاب للمثبط (B)













الشكل (13-IV): منحنى الاستقطاب للمثبط (A)



الشكل (15-IV): منحنى تافال للمثبط (A)

الشكل (16-IV): منحنى تافال للمثبط (B)

الجدول (9-IV): يوضح بعض الصور لالكترود العمل الموافقة لطريقة تافيل

(B)	(A)	
		قبل الغمر
		5ppm
		ppm10
		15ppm
		20ppm
		25ppm

الجدول (IV-10): نتائج منحنيات تافلي:

R%	V (mm/an)*10 <sup>-3</sup>	RP (Ohm.cm <sup>2</sup> )	Bc (mv)	Ba (mv)	i (mA/ cm <sup>2</sup> )	E (mV)	C <sub>inh</sub> (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	

ويحسب مردود التثبيط R% بالعلاقة التالية:

$$R\% = \frac{(i_{\text{corr}} - i_{\text{inh}})}{i_{\text{corr}}} * 100 \dots \dots (5)$$

$i_{\text{corr}}$ : تيار التآكل في غياب المثبط.

$i_{\text{inh}}$ : تيار التآكل في وجود المثبط .

#### IV-3-2-1-5- تحليل وتفسير النتائج:

من خلال الطريقة المستقرة (منحنيات الاستقطاب) نلاحظ ما يلي:

نلاحظ تغير طفيف في قيمة  $B_C$  عند كل إضافة، مقارنة بالقيمة  $B_C$  في الشاهد، وهذا يدل على أن إضافة المثبط لم تؤثر على إنطلاق غاز  $H_2$ ، كما نلاحظ أن هناك تذبذب في سرعة التآكل و كثافة التيار و مردود التثبيط ل(A)، حيث بلغت أكبر قيمة له 99.81% عند تركيز (5ppm) وهذا يكافئ سرعة تآكل قدرها  $2477 * 10^{-3} \text{ mm/an}$  أما بالنسبة للمثبط (B) فنلاحظ:

- تناسب عكسي بين التركيز و سرعة التآكل، كلما يزيد التركيز تقل سرعة التآكل حتى تبلغ  $962 * 10^{-3} \text{ mm/an}$  عند (25ppm).

- تناسب عكسي بين التركيز و كثافة التيار ، كلما يزيد التركيز تقل كثافة التيار .

- تناسب طردي بين التركيز والمقاومة ، كلما يزيد التركيز تزيد المقاومة بين الكترود العمل XC 52 و الوسط الأكال (Blanc) حيث وصل مردود التثبيط إلى 28.45% عند تركيز (25ppm).

ونفسر ذلك بـ — :

أولاً: الطبيعة المستخلصين (A) و(B) التي لا تسمح لهما بالدوران الكلي في المحاليل المائية وبالتالي التذبذب في قيم المردود.

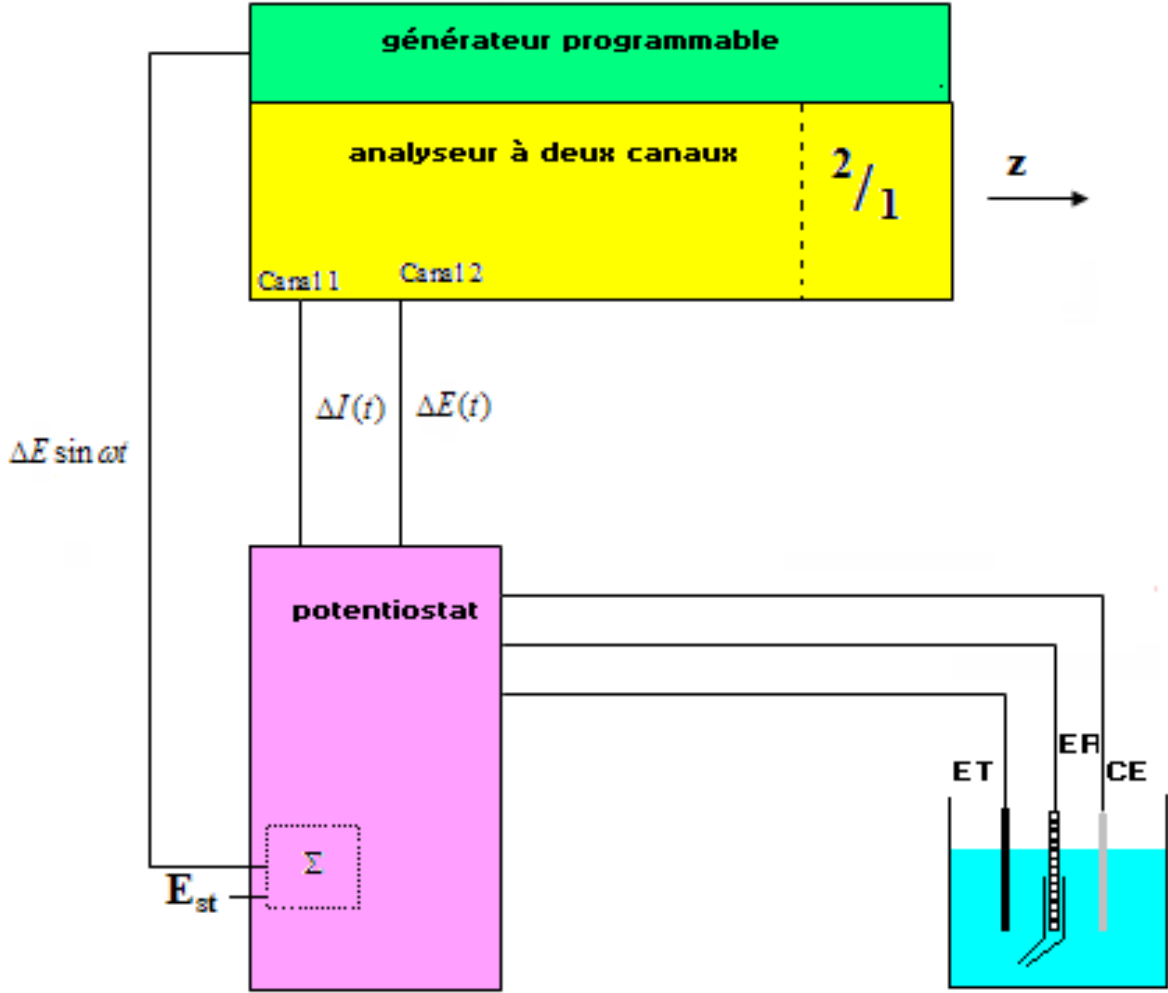
ثانياً: يرجع التذبذب في قيم المردود إلى كون المستخلصين (A) و(B) مستخلصين فينولين يمتازان على سطح الإلكترود .

#### IV-3-2-1- القياس التجريبي لطريقة الممانعة الالكتروكيميائية:

مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية هي واحدة من الطرق الالكتروكيميائية المتغيرة évolutive وهي الطريقة الأكثر استعمالاً لدراسة التآكل، وآليات التفاعل، والقياسات تكون فعالة بفضل نظام الكتروليمياء المتكون من جهاز PGZ 301 المتصل بجهاز الحاسوب المزود ببرنامج Voltmaster4 . العينة تلمس بسطح دائري مساحته  $1\text{Cm}^2$  المحلول نستعمله كالكتروود للعمل وكل الكمونات يتم قياسها بالنسبة على الكتروليمياء المرجعي (ECS) . قياسات الممانعة تكون معتمدة بعد نصف ساعة من الغمس في الوسط (1M HCl) حيث شدة السعة الجيبية مطبقة بكمون قدره 10mv , والمجال كان بتردد 20mHz إلى 100kHz.

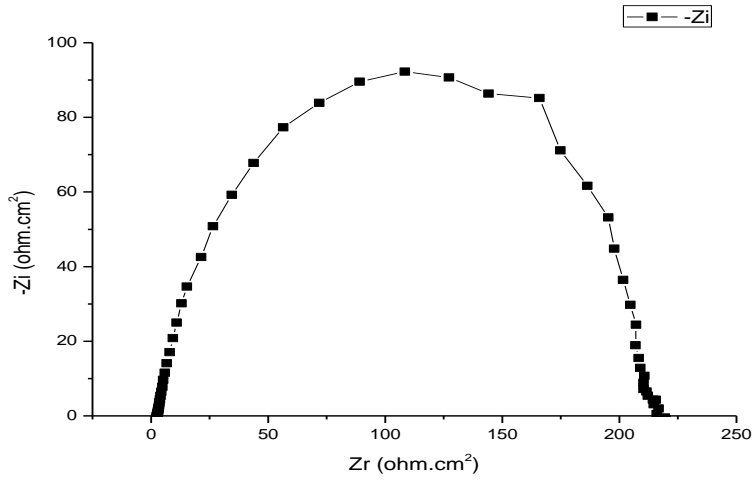
IV-3-2-2-1- التركيب المستعملة:

تركب الأجهزة السابقة كما يبين الشكل التالي:

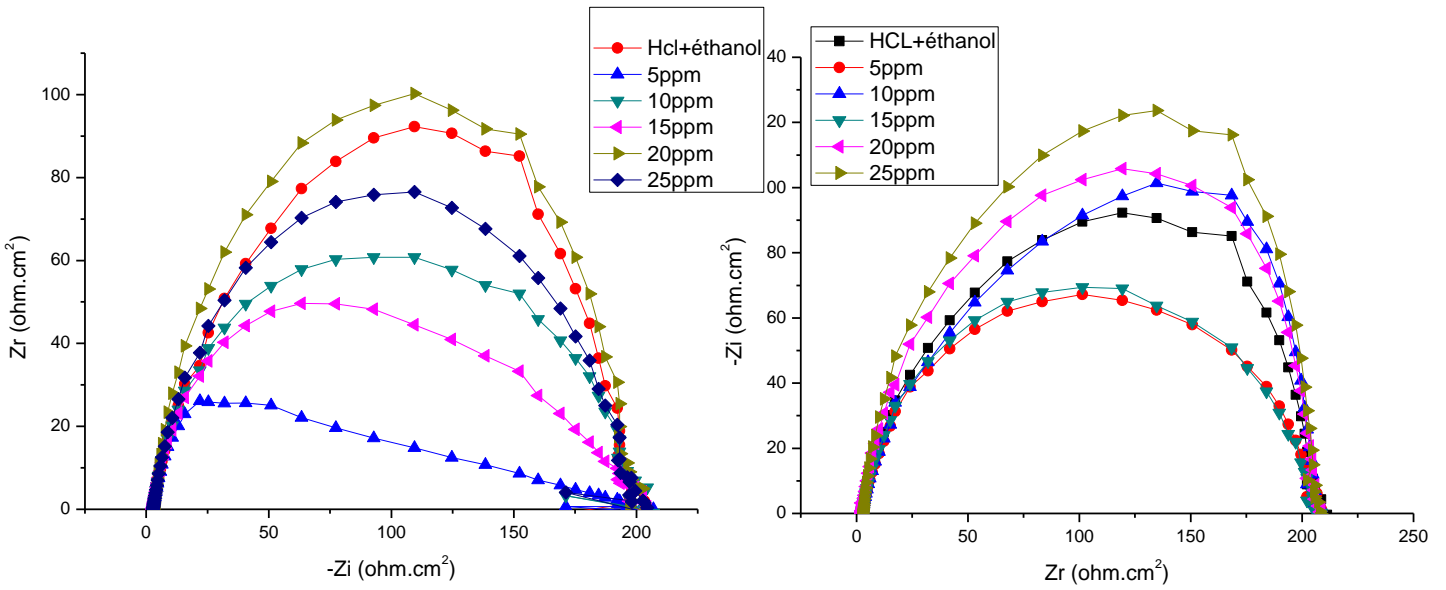


الشكل (IV-17) : التركيب المستعمل لطريقة الممانعة الالكتروكيميائية

IV-3-2-2-2- دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصين بطريقة الممانعة الالكتروكيميائية



الشكل (IV-18): منحني نيكويست الخاص بـ Blanc








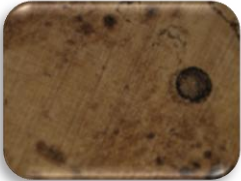





الشكل (IV-20): منحني نيكويست الخاص بالمثبط (B)

الشكل (IV-19): منحني نيكويست الخاص بالمثبط (A)

## الفصل الرابع

الجدول (11-IV): صور لإلكترود العمل الموافقة لطريقة مطيافية الامانة  
الالكتروكيميائية.

(B)	(A)	قبل الغمر
		
		5ppm
		10ppm
		15ppm
		20ppm
		25ppm

الأشكال (20-IV) و(21-IV) تمثل منحنيات نيكوست للمثبتين (A) و(B) في الوسط (1M) HCl المغموسة لمدة نصف ساعة عند درجة حرارة المخبر .  
سعة الطبقة المضاعفة C ومقاومة الانتقال  $R_t$  و تيار التآكل  $i_{corr}$  و التواتر f المحسوبة من منحني نيكويست للمثبتين (A) و(B).

### الجدول (12-IV) : نتائج مطيافية الممانعة الالكتروكيميائية :

R %	Rt (ohm. cm <sup>2</sup> )	F (HZ)*10 <sup>-2</sup>	C <sub>dl</sub> (μF.cm <sup>-2</sup> )	C <sub>inh</sub> (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	B
92.85	0.180	2.00	18.01	5ppm	
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 التثبيط يمكن حسابها من خلال المعادلات التالية:

$$R_t = 1/2Cf_{max} \dots \dots \dots (6)$$

$$R\% = (R_{t(inh)} - R_{tcorr}) / R_{t(inh)} \dots \dots \dots (7)$$

من خلال المنحنيات في الأشكال (20-IV) (21-IV) والجدول (12-IV) يمكن ملاحظة مايلي:

- نلاحظ أنصاف دوائر وهذا يثبت أن نوع الانتقال هو الانتقال الشحني.

- نلاحظ وجود تذبذب بالنسبة لأنصاف الأقطار حيث:

أنصاف الأقطار يزيد بالنسبة للمثبتين (A) عند التراكيز 15ppm و 20ppm و 25ppm والمثبط (B) عند التركيز 20ppm وينقص بالنسبة لـ (A) عند التراكيز 5ppm و 10ppm و 15ppm و 20ppm و 25ppm يقابله زيادة في قيم مقاومة الانتقال بالنسبة لـ (A) عند كل من 10ppm و 15ppm و 20ppm و بالنسبة لـ (B) عند كل من 5ppm و 10ppm و 20ppm و 25ppm ونقصانها بالنسبة لـ (A) عند 5ppm و 25ppm و بالنسبة لـ (B) عند 15ppm .

أما بالنسبة للفاعلية التثبيطية تحصلنا على أعلى نسبة بالنسبة للمثبط (A) عند التركيز 15ppm وتقدر

ب 56.90% و بالنسبة للمثبط (B) عند التركيز 5ppm وتقدر ب 92.85% .

ويفسر هذا بامتزاز جزيئات المثبتين على سطح الفولاذ.



خلاصة عامة

## خلاصة عامة

حاولنا في هذه الدراسة معرفة الفاعلية التثبيطية لمستخلص نبات *plantago ciliata* ونبات *thymelea microphylla* على تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في وسط حمضي HCL بتركيز (1M)، لما للأيون المرافق للحمض من تأثير، وهذا بالإعتماد على طريقتين الكلاسيكية والطريقة الالكتروكيميائية فتوصلنا إلى أن : هناك تذبذب في النسبة التثبيطية بالنسبة لكل من المستخلص (A) "*plantago ciliata*" حيث أعطى تثبيط (وذلك بالنسبة لتجارب فقدان الوزن) قدرها 99.99% عند درجة حرارة 40c° من أجل تركيز قدره 20ppm والذي يعتبر تركيزا نموذجيا لهذا المستخلص في تثبيط التآكل المستخلص (B) "*thymelea microphylla*": أعطى نسبة تثبيط تقدر ب 93.14% عند درجة حرارة 50c° من أجل تركيز قدره 25ppm أما بالنسبة لتجارب الطرق الألكتروكيميائية : فقد بلغت نسبة التثبيط للمستخلص (A) حوالي 99.81% من أجل تركيز قدره 5ppm أما المستخلص (B) فقد بلغت نسبة التثبيط 99.80% من أجل تركيز قدره 5ppm وبناء على هذه النتائج يمكن القول أن الفاعلية التثبيطية للمستخلصين (A) و(B) تكون عالية ومعتبرة في المحاليل العضوية وفي درجات حرارة مرتفعة نوعا ما.

## المراجع المعتمدة:

## المراجع الأجنبية :

- [5].A.HABACHI,thèse de master, Etude de l'effet de la temperature sur la corrosion de l'acier XC52en presence du sulfarlem et leur seul correspondent dans un milieu  $H_2SO_4$  20%,(2013).
- [11].G.schmitt(2009) the world corrosion organization.
- [13].J.C. scully. corrosion protection, Ed .Masson, paris,(1995).
- [17].Dr.Habil.benediktqD.puodzinaite,Dr.Regina Janciene, Dr.Lidijaksychova,Dr.Zita stum bereviciute.(200).on the synthetic zqyto novel peri-qnnelqted imidazo [1.5] benozod iazepinone as the potent nonnuc leoside rever se trqnscripqtqse in hibitors . Arkivoc.
- [20].C.VaRGEL,corrosion de Aluminium , Edition Dunod , paris, (1999).
- [21].B.Frémaux, Elément de cinétique et de catalyse . EdTDL , paris. (1989).
- [23].S. PAYAN, Thèse de Doctorat. l'université de Boedeaux I, N°: 2420 (2001).
- [25]. J. Besson, "Precie de thermodynamique et cinétique Electrochimiques", ellipses, Paris, (1984).
- [26].Aperçu sur la corrosion,pr.Mokhtar saidi, Dakmouche Massaouda.(2008/2009).
- [27].J.P.Diard,B.la Gorrec,C.Montella,cinétique élecrtochimique ,Ed. Herman,(1996).
- [28].D.landolt,Traité des matériaux, Ed;presse polytechnique et universitaires romandes,(1993),p1-300.

[29].B.Mezhoud.Des inhibiteurs conter la corrosion des aciers ,thése de magister , universite algerienne ,thésés (2011).

[30].A .Zdunek ,X ,Zhan,4th world congress on coating systems for Bridge structures , steel structures painting council, st.Louis,MO, and steel february,(1995).

[31]. Paul. Ozenda ."flore et végétation du sahara ",3<sup>ème</sup> édition, CNRS Edition paris,(1991,2004).

### المراجع العربية:

- [1]. د.قحطان خلف محمد الخزرجي , عبد الجواد محمد أحمد الشريف , "التآكل: أسبابه, أنواعه طرق الحماية منه", مديرية دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل, (1988), ص 694.
- [2].س.كودية.مذكرة ماجستير . جامعة ورقلة, دراسة الفاعلية التثبيطية لبعض المركبات الحلقية الكبريتية في وسط حمضي (2012).
- [3].ز.مزياني. مذكرة ماجستير أكاديمي .جامعة ورقلة. دراسة الفلافونيدات الموجودة في الجزء التراي لنبتة *fumaria parviflora* وتطبيقاتها كمشيط ضد التآكل , (2013).
- [4].آ.بوقرة .مذكرة ماجستير.جامعة ورقلة, مساهمة في الدراسة الفيتو كيميائية وتقدم الفعالية المضادة للتآكل والبكتيريا لمستخلص نبات *traganum nodatum* (2013).
- [6].م.حجي, مذكرة ماجستير.جامعة ورقلة دراسة تأثير درجة الحرارة على فاعلية تثبيط أملاح مركبات Dithiolethianes لتآكل الفولاذ XC52 في وسط حمضي (1M) HCl, (2011).
- [7].ع.بودهان, مذكرة ماجستير أكاديمي .جامعة ورقلة, دراسة الفلافونيدات الموجودة في الجزء الهوائي لنبتة *fumaria parviflora* وتطبيقاتها كمشيط ضد التآكل, (2013).
- [8].د. عمر بن عبد الله الهزازي .الكيمياء الكهربائية , الفصل 18, "التآكل والسيطرة عليه".
- [9].د. ابراهيم سالم منصور , هندسة التآكل والطرق الفنية في التصدي له ة دار الراتب الجامعية.
- [10].محمد احمد خليل , التآكل وتكنولوجيا المياه في حقول البترول والغاز, دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع (2006).
- [12]. جريدة النهار الكويتية العدد 114 سنة 2007.
- [14]. م .دقموش. جامعة ورقلة.المساهمة في تحضير 4-اريل ثنائي ثيول ثيون ومشتقاته من الاملاح ودراسة فعاليتها في وسط حامضي , مذكرة ماجستير , (2003).
- [15].ع. بن منين , مذكرة ماجستير , جامعة ورقلة, " دراسة الفعالية التثبيطية للتآكل لبعض مستخلصات الاعشاب الصحراوية ".(2007).
- [16].م. علاوي , مذكرة ماجستير , جامعة ورقلة."مساهمة في دراسة بعض المركبات العضوية الفعالة في نبات الرمث *Hatoxylon soparium* , (2003).
- [18].ح .شحاتة كيمياء السطوح والحفز – دار الفجر. (2004).

- [19] ن. حايك مدخل إلى كيمياء السطوح دار البعث قسنطينة .
- [22].خ.مقدم,مذكرة ماجستير ,جامعة ورقلة. دراسة الأثر التثبيطي لبعض مركبات ثنائي ثيول ثيون المستبدلة في الوضعية 4,6-مجموعة الكيل. (2005).
- [23].ع.بكوشة. مذكرة ماجستير,جامعة ورقلة. دراسة فاعلية التثبيط لبعض المركبات العضوية الكيريتية والآزوتية , (2008).

## الملخص

يتلخص هذا العمل في دراسة مدى فعالية تثبيط مستخلص نباتي (A) و (B) لتآكل الفولاذ XC52 في وسط حامضي (1M) HCl باستعمال الطريقة الكلاسيكية (طريقة فقدان الوزن) , التي تناولنا فيها تأثير درجة الحرارة على الفاعلية التثبيطية لهذين المستخلصين الطريقة الالكتروكيميائية و المتمثلة في رسم منحنيات الاستقطاب ومنحنيات تافال. والنتائج المحصل عليها من خلال طريقة فقدان الوزن أثبتت أن لهذين المستخلصين فاعلية تثبيطية فاقت 90% , أما دراسة الفاعلية التثبيطية للمستخلصين باستعمال طريقة تافال أثبتت أن تواجد المستخلصين في هذا الوسط الأكال بتراكيز مختلفة يؤدي إلى خفض سرعة التآكل , حيث وصلت أعلى نسبة تثبيط إلى 99.81% بالنسبة للمستخلص (A) و 99.80% بالنسبة ل(B), وباستعمال طريقة الممانعة وجدنا أن مردود التثبيط يزداد بزيادة تركيز المستخلصين إلى أن يصل إلى أعلى قيمة له 92.86% بالنسبة ل(A) و 56.90% بالنسبة ل(B).  
الكلمات الدالة:التآكل, الفاعلية التثبيطية, HCl, الفولاذ الكربوني, *Thymelia microphylla*, *plantago ciliata*.

### Résumé

Ce travail se résemé dans l'étude de l'efficacité d'inhibiteur de deux extraits du (A) et (B) contre la corrosion de l'acier XC52 dans un milieu d'acide HCl (1M) en utilisant méthode classique (de perte de masse), qui on vue l'effet de la température sur l'efficacité inhibitrice de ces extraits. et la méthode électrochimique qui présenté les courbes de polarisation et les courbe de taffel . Les résultats obtenus par la méthode de perte de masse ont prouvé que l'efficacité inhibitrice de ces extraits est supérieure à 90% , mais l'étude de la efficacité inhibitrice des extraits en utilisant la méthode de taffel ,ont prouvé que l'existence des extraits dans ce milieu corrosif aux différentes concentrations , une diminution de vitesse de corrosion qui est la grande pourcentage inhibitrice de 99.81% pour (A) et 99.80% pour (B), avec l'utilisation de la méthode d'impédance en a trouvée le rendement d'inhibitrice augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits qui embrayer a valeur de 92.85% pour (A) et 86.90% pour (B)

**Mots clés :** corrosion ,efficacité inhibitrice, HCl , *plantago ciliata* , *Thymelia mecrophylla* .

### Résumé

Ce travail se résemé dans l'étude de l'efficacité d'inhibiteur de deux extraits du (A) et (B) contre la corrosion de l'acier XC52 dans un milieu d'acide HCl (1M) en utilisant méthode classique (de perte de masse), qui on vue l'effet de la température sur l'efficacité inhibitrice de ces extraits. et la méthode électrochimique qui présenté les courbes de polarisation et les courbe de taffel . Les résultats obtenus par la méthode de perte de masse ont prouvé que l'efficacité inhibitrice de ces extraits est supérieure à 90% , mais l'étude de la efficacité inhibitrice des extraits en utilisant la méthode de taffel ,ont prouvé que l'existence des extraits dans ce milieu corrosif aux différentes concentrations , une diminution de vitesse de corrosion qui est la grande pourcentage inhibitrice de 99.81% pour (A) et 99.80% pour (B), avec l'utilisation de la méthode d'impédance en a trouvée le rendement d'inhibitrice augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits qui embrayer a valeur de 92.85% pour (A) et 86.90% pour (B)

**Mots clés :** corrosion ,efficacité inhibitrice, HCl , *plantago ciliata* , *Thymelia mecrophylla* .