

جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
علوم المادة



مذكرة

علوم المادة

فيزياء

فيزياء مواد

رقم: أدخل رقم تسلسل المذكرة

إعداد الطالب:

جغبال سعاد

يوم: 26/06/2022

دراسة فعالية مثبت مستخلص الزعفران على تآكل سبيكة الألمنيوم في أوساط مختلفة

لجنة المناقشة:

رئيس	أ. مح ب محمد خيضر بسكرة	بن يحي نوال
مناقش	أ. مس أ محمد خيضر بسكرة	ناصر امال
مقرر	أ. مح ب محمد خيضر بسكرة	زرمان سميرة

السنة الجامعية : 2021-2022



الشكر والعرفان:

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى "لئن شكرتم أزيدكم"

الحمد لله الذي وهب لنا نعمة العقل والعلم

الحمد لله الذي يسر لنا أمورنا وعزتنا بالفهم

الحمد لله الذي وفقنا وسهل لنا التقدم للأمام

الحمد لله والصلاة على محمد أعظم النعم

قال صلى الله عليه وسلم:

"من لا يشكر الناس لا يشكر الله"

- ❖ تعجز كل كلمات أمام عظمة الوالدين الذين دفعوا عمرهم ليقطفوا ثمار نجاحنا... فلکم ألف شكر على كل الدعم المعنوي والمادي
- ❖ لكي باقة امتنان و عرفان للأستاذة المشرفة زرمان سميرة لتوجهاتها التي ساعدتني كثيرا ومجهوداتها التي بذلتها من أجل أن يرى هذا البحث النور
- ❖ كل الشكر والتقدير لكل الأحباب والأصدقاء من قريب ومن بعيد.
- ❖ كل الشكر والتقدير لكل أساتذة كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة دون استثناء.

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ
فَيُبَيِّنُكُمْ لِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ)

صدق الله العظيم

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

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أعلى الحبايب

أمي الحبيبة

إلى من كان اسمه بكل افتخار إلى من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء بدون انتظار

والدي العزيز

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكرهم فؤادي

أخواتي الغاليات

إلى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يدا بيد ونحن نقطف زهرة
تعلمنا

صديقاتي وزميلاتي

إلى من صاغوا لي من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح

أساتذتي الكرام

الفهرس

الفهرس:

الفصل الأول: الدراسة النظرية

15.....	مقدمة عامة:
16.....	المراجع :
19.....	مدخل:
19.....	I-1- تعريف التآكل:
19.....	I-2- أسباب تآكل المعادن أو السبائك:
19.....	I-3-العوامل المؤثرة على التآكل:
20	ظروف الاستعمال.....
20	الوسط.....
20	طبيعة المعدن.....
21.....	I-4- أنواع التآكل:
21	I-4-1- التآكل الكيميائي (الجاف):
21	I-4-2- التآكل الكهروكيميائي(رطب):
21	I-4-3- التآكل البكتيري(بيولوجي):
21.....	I-5- أشكال التآكل:
21	I-5-1- التآكل المنتظم (العام):
22	I-5-2- التآكل تحت الإجهاد:
22	I-5-3-التآكل الموضعي(بالنقر):
23	I-5-4-التآكل الجلفاني:
23	I-5-6- التآكل بين الحبيبات:
24	I-5-5- التآكل الشقي :
24	I-5-7- التآكل بالتعرية:
25.....	I-6- الحماية من التآكل:

- تمهيد: 26
- I-6-1- الحماية باختلاف المعدن أو السبيكة: 26
- I-6-2- الحماية بالتغطية: 26
- I-6-3- الحماية بتعديل أو تغيير الوسط الأكال: 27
- I-6-4- التحكم في التآكل باختيار التصميم المناسب: 27
- I-6-5- الحماية الكاثودية (المهبطية): 27
- I-6-6- الحماية الانودية (المصعدية): 27
- I-7- الحماية باستعمال مثبطات: 27
- I-7-1- تعريف المثبط: 27
- I-7-2- تصنيف المثبطات: 28
- I-7-2-أ- حسب وسط استعمالها: 28
- I-7-2-أ-1- في الأوساط المائية: 28
- I-7-2-أ-2- في الأوساط العضوية: 28
- I-7-2-أ-3- في الأوساط الغازية: 28
- I-7-2-ب- حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية: 29
- I-7-2-ب-1- المثبطات المصعدية: 29
- I-7-2-ب-2- المثبطات المهبطية: 29
- I-7-2-ب-3- المثبطات المختلطة: 29
- I-7-2-ج- آليات التفاعل: 29
- I-7-2-ج-1- بالإمتزاز: 29
- I-7-2-ج-أ-1- الإمتزاز الفيزيائي: 29
- I-7-2-ج-ب-1- الإمتزاز الكيميائي: 29
- I-7-2-ج-2- بالخمول: 30
- I-7-2-ج-3- بالترسيب: 30
- I-7-2-ج-4- بإزالة العنصر الأكال: 30

- 30.....I-7-2-د- حسب طبيعتها:
- 30.....I-7-2-د-1- المثبطات العضوية:
- 30.....I-7-2-د-2- المثبطات اللاعضوية:
- 30.....I-8-1- المستخلصات النباتية كمثبطات:
- 30.....I-8-2- آلية التثبيط :
- 31.....المراجع:

الفصل الثاني: الطرق والأجهزة المستعملة

- 36.....تمهيد:
- 36.....II-1-1- الأجهزة المستعملة:
- 36.....II-2- تحضير العينات:
- 36.....II-3- العينات المدروسة:
- 36.....II-4- قطع العينات:
- 36.....II-5- الصقل الميكانيكي:
- 37.....II-6- تحضير المحاليل :
- 37.....II-6-1- تحضير المحلولين الحمضي والملحي:
- 37.....أ- حمض الهيدروكلوريك HCl:
- 37.....ب- NaCl :
- 37.....II-6-2- تحضير نبتة الزعفران:
- 38.....II-6-3- أ- تحضير مستخلص نبتة الزعفران (مستخلص المثبط) بالطريقة الحرارية (الطريقة 1):
- 38.....II-6-3- ب- تحضير مستخلص نبتة الزعفران (مستخلص المثبط) بطريقة الإذابة في الايثانول (الطريقة 2):
- 38.....II-7-1- تقنيات دراسة سرعة التآكل :
- 38.....II-7-2- معدل التآكل:

38.....	3-7-II-تقنية الكتلة الضائعة:
39.....	1-8-II-طريقة العمل :
39	أ- في غياب المثبط :
39	ب -في وجود المثبط:
41.....	2-8-II-المجهر الضوئي:
42.....	المراجع:

الفصل الثالث : تفسير ومناقشة النتائج

44.....	1-III- مقدمة:
44.....	2-III- أثر الغمر في محلول HCl بدون مثبط:
45.....	3-III- دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية(1)):
45	1-3-III- في المحلول الحمضي:
46	2-3-III- في المحلول الملحي:
48.....	4-III- دراسة فعالية المثبط المحضر بالطريقة الإيثانول (2):
49.....	5-III- مقارنة بين أثر المثبط المحضر بطريقتين:
50.....	6-III- دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز و زمن الغمر:
52.....	6-III- دراسة مجهرية لعينات سبيكة الألمنيوم:
55.....	المراجع.....
57.....	الخاتمة العامة:

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان
23	الشكل I-1- التآكل المنتظم
23	الشكل I-2- التآكل تحت الإجهاد
24	الشكل I-3- التآكل الموضعي
24	الشكل I-4- التآكل الجلفاني
25	الشكل I-5- التآكل بين الحبيبات
25	الشكل I-6- التآكل الشقي
26	الشكل I-7- التآكل بالتعرية
37	الشكل II-1- جهاز الصقل الميكانيكي أوراق الكاشط
38	الشكل II-2- عينة نبتة الزعفران بعد الطحن
39	الشكل II-3- صورة فوتوغرافية لتجربة الكتلة الضائعة في غياب المثبط
40	الشكل II-4- التركيب التجريبي لتقنية الكتلة الضائعة في وجود وغياب المثبط
40	الشكل II-5- صورة فوتوغرافية لميزان
41	الشكل II-6- صورة فوتوغرافية لقدم قنوية الكترونية
41	الشكل II-7- صورة فوتوغرافية لمجهر ضوئي
44	الشكل III-1- تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم بدلالة الزمن في غياب المثبط.

47	الشكل III-2-منحنى تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم في غياب وجود المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) في المحلولين الحمضي والملحي.
49	الشكل III-3-منحنى تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم بدلالة الزمن في غياب وجود المثبتين (بالطريقة الحرارية وبطريقة الإيثانول) في الوسط الحمضي.
50	الشكل III-4-مخطط مقارنة المردود للطريقتين في الوسط الحمضي
52	الشكل III-5-مخطط دراسة سرعة التآكل في وجود المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.
52	الشكل III-6-مخطط دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.
53	الشكل III-7-صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد عملية الصقل الميكانيكي
53	الشكل III-8-صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد الغمر في وسطين الملحي والحمضي لمدة 24 ساعة.
54	الشكل III-9-صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد الغمر في محلول Hcl في وجود المثبط لمدة 24 ساعة.

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان
36	الجدول II-1-النسب المئوية الكتلية للعناصر المكونة لسبيكة الألمنيوم
44	الجدول III-1-دراسة أثر الغمر في المحلول الحمضي HCl في غياب المثبط
45	الجدول III-2-فعالية المثبط المحضر بالطريقة (1) مع تغير التركيز المضاف للمحلول الحمضي HCl.
47	الجدول III-3-دراسة سرعة تآكل الألمنيوم في محلول NaCl وجود وغياب المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية).
48	الجدول III-4-دراسة أثر المثبط (المحضر بطريقة الإيثانول 2).
49	الجدول III-5-مقارنة سرعة التآكل للطريقتين في الوسط الحمضي.
50	الجدول III-6-مقارنة المردود للطريقتين في الوسط الحمضي.
51	الجدول III-7-دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.

قائمة الرموز:

الرمز	اسمه
R	مردود التثبيط
V0	سرعة التآكل في غياب المثبط
V	السرعة في وجود المثبط
V _{corr}	سرعة التآكل
Δm	التغير في الكتلة قبل وبعد الغمر
S	مساحة السطح المغمور
t	زمن الغمر
m _i	الكتلة قبل الغمر
m _f	الكتلة بعد الغمر
C	تركيز المثبط

مقدمة

مقدمة عامة:

يستخدم الألمنيوم على نطاق واسع في العديد من التطبيقات الصناعية وذلك لامتلاكه العديد من الخصائص الجيدة، ومقاومته الجيدة للتآكل حيث يشكل طبقة سطحية واقية من أكسيد الألمنيوم، التي تتشكل دائما بصورة تلقائية عندما يكون هناك اتصال مع أكسجين الهواء أو مغمور في الأوساط المائية [1].

التآكل هو ظاهرة تتعرض لها مختلف المواد على رأسها المعادن، فهو تدهور بطيء و عفوي مدمر للمعادن وسبائكها، بحيث يعتبر مشكل طبيعي كبير، يحدث نتيجة التفاعل الكيميائي أو الكهروكيميائي بين المعدن وبيئته، وينجم عنه خسائر مادية وبشرية مكلفة للغاية [2].

تستعمل المحاليل الحمضية القائمة على حمض الهيدروكلوريك في العديد من الأنشطة الصناعية مثل التنظيف الكيميائي وإزالة الترسبات ويتبعه عادة انحلال كبير للمعدن بسبب عدوانية هذه المحاليل [3].

إن مثبطات التآكل عبارة عن مواد تضاف بكميات ضئيلة في الأوساط الأكلة بهدف الحد من التآكل أو إنقاص في سرعة التآكل [4].

البحوث الأخيرة أظهرت اهتمامها الكبير بضرورة الحد من ظواهر التآكل لما يخلفه من خسائر كبيرة من الجانب الاقتصادي وفي نفس السياق الاهتمام بالسلامة البيئية لهذا اتجهت كل الأنظار إلى إيجاد في هذا المجال مواد صديقة للبيئة وغير مضره للإنسان وتؤدي مفعولها بشكل جيد.

فاستعمل المواد الطبيعية المتواجدة في محيطنا والتي نستعملها يوميا والتي هي اقل تكلفة بات محور كل الدراسات الحديثة.

لذا كان الهدف من هذا العمل هو الحصول على مثبط ذو فعالية ممتازة من مستخلص الزعفران المحضر بطرقتين مانع لتآكل سبيكة الألمنيوم في أوساط عدوانية مختلفة.

تتكون هذه المذكرة بالإضافة إلى مقدمة من ثلاثة فصول حيث تناولنا في الفصل الأول ماهية التآكل وأسباب حدوثه في المعادن، أنواعه والعوامل المؤثرة فيه وأشكاله وطرق الحماية منه، أما في الفصل الثاني تم التعرف على كيفية تحضير المحاليل الأكلة وتحضير المثبط وأيضا تحضير سطح عينات سبيكة الألمنيوم، كما تطرقنا في هذا الفصل للأجهزة المستعملة والطرق العملية المتبعة في عملية حساب الكتلة الضائعة والمعاينة المجهريّة. وفي الفصل الثالث قمنا بتفسير ومناقشة النتائج المتحصل عليها وختمنا هذه المذكرة بملخص يجمع كل النتائج المتحصل عليها.

المراجع باللغة العربية:

[1] رولا اليأس جرجور، 'دراسة تجريبية وتحليلية لتآكل الألمنيوم في الصناعات الغذائية'، رسالة ماجستير، 2016.

[4] عبد الواحد كاظم راجح، كاظم فنطيل السلطاني، أحمد فاضل حمزة، 'حماية الألمنيوم من التآكل باستخدام مثبت عضوي جديد'، مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية/العدد(2) /المجلد (18) 2010.

المراجع باللغة الفرنسية:

[2] H. M. Abd El-Lateef et al, Synthesis, experimental, and computational studies of water soluble anthranilic organoselenium compounds as safe corrosion inhibitors for J55 pipeline steel in acidic oilfield formation water, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 625, (2021) 126894.

[3] A. Thoume et al, Chalcone oxime derivatives as new inhibitors corrosion of carbon steel in 1 M HCl solution, Journal of Molecular Liquids, 337, (2021), 116398.

الجانب النظري

الفصل الأول:
الدراسة النظرية

مدخل:

التآكل مشكلة عالمية كبيرة تتعرض لها مختلف المواد وأكثرها المعادن فهو يسبب خسائر مادية تؤثر على الاقتصاد الصناعي، التآكل هو تلف معدن معرض للوسط الخارجي [1]، ومن العوامل التي يعتمد عليها التآكل: درجة الحرارة تركيز البيئة بالإضافة إلى الضغط وأحت اللذان يزيدان من معدل التآكل [2]، هذا ما جعل جميع الدول وخاصة المتقدمة تسعى لحد من هذه الظاهرة والبحث عن طرق الحماية من التآكل.

I-1- تعريف التآكل :

- التآكل هو تلف أكسيدي لمعدن ما، مثل تحويل الحديد إلى صدأ [1].
- بشكل أدق التآكل عبارة عن تفاعل كيميائي يحدث على سطح معدن معرض للهواء الجوي أو المحاليل المائية وغيرها [1].
- يمكن القول أن التآكل هو تفاعل غير عكوس للسطح الفاصل بين المعدن و الوسط الخارجي [3].

I-2- أسباب تآكل المعادن أو السبائك:

من أهم أسباب تآكل المعادن وجود الماء والهواء بشكل رطب، الوسط الحمضي، الأملاح الكيماويات السائلة، ملمعات المعادن وكذلك الغازات الخطرة [4].

I-3-العوامل المؤثرة على التآكل:

العوامل التي تؤدي إلى التآكل كثيرة وهي مرتبطة بطبيعة المعدن والوسط المحيط وكذلك بشروط استعمال هذه المادة ونلخص أهم عوامل التآكل في المخطط التالي [5]:

العوامل المؤثرة على التآكل

ظروف الاستعمال

- حالة السطح
- تشكّل العينة
- تحريض ميكانيكي
- التلحيم
- شروط التجميع
- شروط الحفظ
- الإجهاد الميكانيكي
- تغيير مواقع الحماية
- درجة الحرارة

الوسط

- تركيبة الوسط الغازي أو السائل
- مقدار الملح المذاب
- والأكسجين
- طبيعة الوسط
- pH
- الشروط الترموديناميكية
- إضافة المثبط

طبيعة المعدن

- التركيب
- المعالجة الحرارية
- طريقة التحضير

I-4- أنواع التآكل:

حسب طبيعة البيئة المحيطة التي تتفاعل معها المادة يمكن تصنيف التآكل إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي:

I-4-1- التآكل الكيميائي (الجاف):

هو تفاعل يحدث في أوساط غير الكترونية أو غير ناقلة كهربائية بين سطح المعدن وغاز أو السائل في درجات حرارة عالية جدا [6-7].

I-4-2- التآكل الكهروكيميائي (رطب) :

هو تفاعل كهروكيميائي بين سطح المعدن ومحلول كهرولتي، ويرافق هذا تشكيل خلية جلفا نية، هذا النوع من أكثر حالات التآكل [8].

I-4-3- التآكل البكتيري (بيولوجي) :

تسببه نوعان من الكائنات الحية المجهرية (بكتيريا) وهما:

✓ بكتيريا هوائية

✓ بكتيريا لا هوائية [9]

I-5- أشكال التآكل :

يؤثر التآكل على سطح المعدن بأشكال مختلفة حسب طبيعته وحالة الوسط والظروف التي تؤدي إلى حدوثه وعلى هذا يمكن تمييز أشكال من التآكل أبرزها ما يلي:

I-5-1- التآكل المنتظم (العام) :

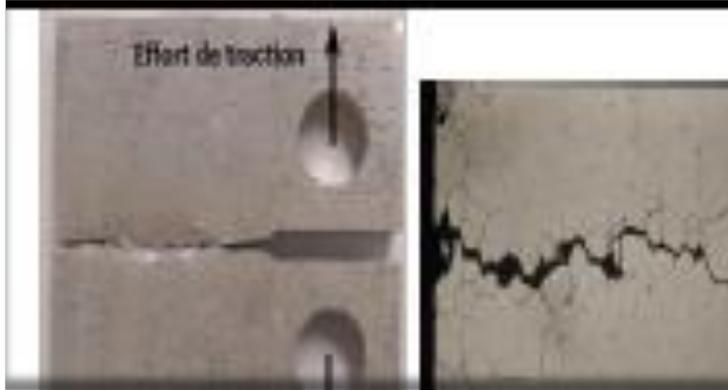
هذا النوع من التآكل هو الأكثر شيوعا والأقل خطرا ويعرف بأنه تآكل جميع السطح بنفس المعدل وهذا يجعل سماكة التآكل منتظمة ويكثر انتشاره في المنشآت المعرضة للتآكل الجوي أو التآكل في ماء البحر [10]



الشكل I-1- التآكل المنتظم [5]

1-5-2- التآكل تحت الإجهاد:

هذا النوع من التآكل يكون نتيجة الفعل المتوافق للإجهاد الميكانيكي وبيئة عدوانية فيما يتعلق بالمادة والسطح التآكلي ويكون موضعيا ويظهر بشكل ثقوب [5-11].



الشكل I-2- التآكل تحت الإجهاد [9]

I-3-5- التآكل الموضعي (بالنقر) :

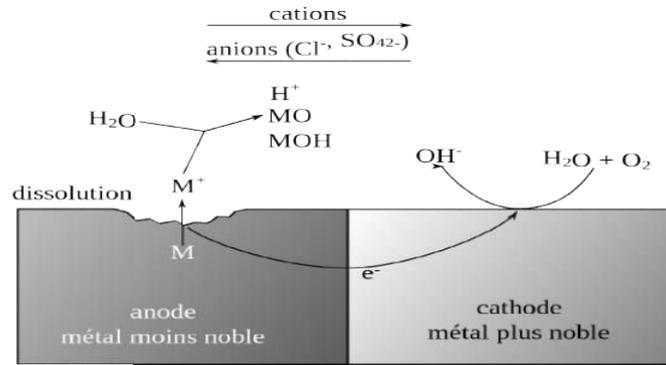
ينتج هذا التآكل عن هجوم بعض ايونات المحاليل على المعادن المحمية بواسطة شريط من الأكسيد الرقيق، ويكون بشكل عنيف موضعيا مكونا ثقوب نسبيا في المعدن يصعب الكشف عنها، قد تكون هذه الثقوب معزولة أو قريبة من بعضها مما يجعل السطح شبه مسامي، وهذا لعدم تجانس المعدن [12].



الشكل I-3-التآكل الموضعي [11]

I-4-5-4-التآكل الجلفاني :

يحدث هذا النوع من التآكل عند تلامس أو اتصال معدنيين مختلفين في الجهد الكهربائي في محلول مائي أو في وسط رطب ناقل فيؤدي ذلك إلى أتلاف المعدن الأقل مقاومة يشكل أحد المعدنين منطقة أنود وهو سالب ويظهر عليه التآكل والآخر منطقة كاتود موجب ويحدث عليه الترسيب [12].



الشكل I-4-التآكل الجلفاني [13]

I-5-6-التآكل بين الحبيبات :

ينتج هذا التآكل عن هجوم موضعي على حدود حبيبات المادة، مشكلا مناطق مضطربة متعلقة بالشبكة البلورية، لذلك فهي تحتوي على العديد من العيوب، غالبا ما يصعب اكتشاف هذا النوع من التآكل [5].



ب- صورة بالمجهر الإلكتروني للتآكل الحبيبي

أ- التآكل الحبيبي

الشكل I-5- التآكل بين الحبيبات [14]

I-5-5- التآكل الشقي :

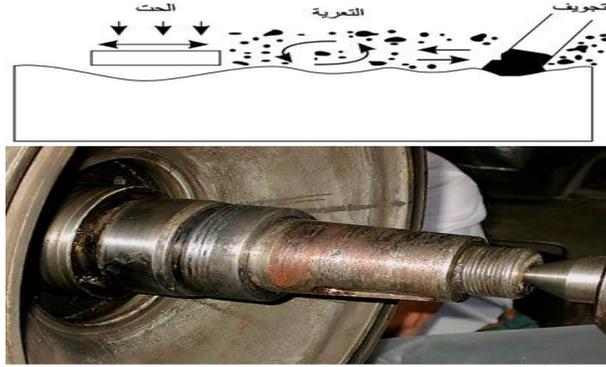
ينتج عن وجود شق واسع بدرجة تسمح بدخول السائل، بقدر ضيق وكاف للحصول على منطقة ساكنة تكون منطلق لعملية التآكل هذا التآكل يظهر في التصميمات الرديئة خصوصا في المواضع الذي يتلامس فيها جسم غريب (زجاج أو نسيجي) مع المعدن [11].



الشكل I-6- التآكل الشقي [11]

I-5-7- التآكل بالتعرية :

سرعة التآكل المعدني تسرع موضعيا بواسطة حركية السائل الأكل، مما يؤدي إلى إزالة بعض الأجزاء من السطح أو طبقة الأكسيد الواقية ويتميز هذا النوع بظهور التموجات والأخاديد [8].



الشكل I-7- التآكل بالتعرية [14]

I-6- الحماية من التآكل :

تمهيد:

من تطور التقنيات الصناعية تظهر مشاكل جديدة بخصوص التآكل تستند على إيجاد أساليب حماية فعالة، ونظرا لاختلاف طبيعة وأنواع التآكل الممكن حدوثه وأيضا اختلاف الظروف التي تساعد على حدوث هذا التآكل مما استدعى لاستخدام عدة أساليب للحماية من التآكل، وفيما يلي نذكر أهمها:

I-6-1- الحماية باختلاف المعدن أو السبيكة:

تمتاز المعادن النقية بصورة عامة بمقاومة أفضل ضد التآكل من المعادن الغير النقية، إلا أنها غالية الثمن ولها خصائص ميكانيكية كالصلادة ومن أشهر المعادن النقية هي الألمنيوم والذهب والبلاتين والمعادن الثمينة الأخرى، إما بالنسبة للسبائك المعدنية فان السبائك المتجانسة والتي تتكون من طور واحد تكون أكثر مقاومة ضد التآكل من السبائك التي تكون أكثر من طور واحد.

I-6-2- الحماية بالتغطية:

التغطية الفلزية هي أكثر الطرق شيوعا للحماية من التآكل، فبعد إعداد الأسطح يتم تغطيتها بطبقة واقية ضد التآكل من معدن مقاوم أو مادة غير معدنية، ومن الأساليب المتبعة للتغطية نذكر [15]:

❖ التغطية بالغمر الساخن

❖ التغطية بترسيب معدن في الطور الغازي

I-6-3- الحماية بتعديل أو تغيير الوسط الأكال:

ويتم ذلك عن طريق [12]:

- إزالة الأملاح المضادة المسببة للتآكل
- إزالة الأحماض بإضافة الجير والمواد المقاومة
- تقليل نسبة تواجد الأوكسجين بإضافة موانع التآكل

I-6-4- التحكم في التآكل باختيار التصميم المناسب :

يتم ذلك عن طريق [12]:

- البساطة في التصميم
- تجنب تكوين الخلايا الجلفانية
- تجنب الرطوبة

I-6-5- الحماية الكاثودية (المهبطية):

تتم بواسطة إجبار المعدن ليصبح مهبطا بدلا من كونه مصعدا.حيث تعمل الحماية المهبطية على تغيير جهد المعدن المتآكل بحيث يقل معدل تأكله[1] .

I-6-6- الحماية الأنودية (المصعدية) :

تستخدم هذه الطريقة إلى حد ما لمنع عملية التآكل ومبنية على أساس إنشاء غشاء واق من أكسيد الفلز وذلك عن طريق تسليط تيار كهربائي خارجي. ومن العمليات الأنودية ذات التطبيق الواسع صناعيا تكون غشاء رقيق من أكسيد الفلز على فلز الألمنيوم وسبائكه[1] .

I-7- الحماية باستعمال مثبتات:

I-7-1- تعريف المثبط:

هو مواد كيميائية تعترض تدفق الشحنات (إلكترون أو أيون) المسببة للتآكل. وعملها يكون من خلال اللامتزاز على السطح المتآكل [1]. ويعبر عن الفاعلية لهذه العملية بمردود التثبيط والذي يعطي بالعلاقة التالية:

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

V_0 : سرعة التآكل في غياب المثبط

V : السرعة في وجود المثبط

I-7-2- تصنيف المثبطات:

تصنف المثبطات وفقا لما يلي [4] :

- وسط استعمالها
- تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية
- آلية التفاعل (التثبيط)
- طبيعتها

I-7-2-أ- حسب وسط استعمالها:

I-7-2-أ-1- في الأوساط المائية:

هناك مثبطات تستخدم في الأوساط الحمضية وأخرى تستخدم في الأوساط المعتدلة [11].

I-7-2-أ-2- في الأوساط العضوية:

تستعمل كمية معتبرة من مثبطات التآكل في زيوت تشحيم المحركات والوقود [4].

I-7-2-أ-3- في الأوساط الغازية :

تستخدم المثبطات في هذا الوسط من أجل حماية الأجهزة الدقيقة والحساسة وكذلك القطع الإلكترونية أثناء نقلها وتخزينها لحمايتها من التآكل الذي يمكن أن يسببه الهواء الجوي [4].

I-7-2-ب- حسب تأثيرها على التفاعلات الكهروكيميائية الجزئية:

نميز ثلاثة أنواع من المثبطات:

➤ المثبطات المصعدية

➤ المثبطات المهبطية

➤ المثبطات المختلطة

I-7-2-ب-1- المثبطات المصعدية:

هي مركبات عضوية تؤدي إلى تغطية المناطق المصعدية في المعدن، وذلك بتخفيض كثافة التيار الجزئي المصعدي وتزريح كمون التآكل في الاتجاه الموجب [8].

I-7-2-ب-2- المثبطات المهبطية :

هي مركبات عضوية تؤدي إلى تغطية المنطقة المهبطية من المعدن وتحدث لها عملية امتزاز على هذه المنطقة، وذلك بتخفيض كثافة التيار الجزئي المهبطي وتزريح كمون التآكل في الاتجاه السالب [8].

I-7-2-ب-3- المثبطات المختلطة :

تؤدي المثبطات المختلطة إلى خفض سرعة التفاعلين المصعدية و المهبطية مع تغيير طفيف في كمون التآكل [4].

I-7-2-ج- أليات التفاعل:

حسب هذه الآلية نميز التثبيط بما يلي:

I-7-2-ج-1- بالامتزاز:

في هذا النوع تحدث عملية امتزاز للمثبط (مركبات عضوية) عند السطح الفاصل بين الفلز والوسط الأكال، مما يؤدي إلى عزل سطح الفلز عن الوسط الأكل وبالتالي يقلل عملية التآكل [1]. ويمكن أن يكون الامتزاز فيزيائي أو كيميائي.

I-7-2-ج-1-أ- الإمتزاز الفيزيائي :

يرتبط الجزيء الممتز بسطح الجسم الماز في الامتزاز الفيزيائي بقوى ذات طبيعة فيزيائية wander wals حيث قوى الترابط تكون ضعيفة وذلك لأن كمية الطاقة لا تتجاوز 10 كيلوحريرة/مول حيث هذا الامتزاز ينقص بدلالة ارتفاع درجة الحرارة [16].

I-7-2-ج-1-ب- الإمتزاز الكيميائي :

يمتص الجزيء بالسطح في الامتزاز الكيميائي ويشكل رابطة كيميائية في الأغلب من نوع تكافؤية حيث طاقة ارتباط هذه الرابطة أكبر من طاقة الارتباط في الامتزاز الفيزيائي وقيمتها تقارب 20 كيلوجول/مول ويمكن للجزيء الممتز أن يفقد خصائصه الكيميائية [16].

I-7-2-ج-2-بالخمول:

هي العملية التي تُنزع فيها من الطبقة السطحية للمعدن الصفة المعدنية بإحالتها إلى أكسيد معدن شديد الارتباط على السطح يمنع حدوث مزيد من الأكسدة (التآكل)[1].

I-7-2-ج-3-بالترسيب:

في بعض الحالات تتشكل أملاح تترسب على سطح المعدن وهي أملاح لمركبات عضوية قليلة الذوبان، فيتكون شريط واقى للسطح[4].

I-7-2-ج-4-بإزالة العنصر الأكال :

يستخدم هذا النوع من المثبطات لإزالة العنصر المساعد على التآكل في الوسط التآكلي، وذلك بالتفاعل الكيميائي مع هذا العنصر[4].

I-7-2-د-حسب طبيعتها :

نميز نوعين:

I-7-2-د-1-المثبطات العضوية:

هي مركبات عادة ما تكون عبارة عن سلاسل كربونية فعالة مثل: N, O ، S ، تتميز بوجود مراكز فعالة حيث يحدث لها امتزاز على سطح المعدن مشكلة طبقة حامية له من التآكل، ونميز نوعين من هذه المثبطات العضوية، الأنودية والكاثودية، ويختلف تأثيرها حسب نوع التآكل والمواقع الفعالة التي تضمناها، ومعظم الدراسات على مركبات أزو تية [4-11].

I-7-2-د-2-المثبطات اللاعضوية:

هي مركبات معدنية عادة لا تحتوي على الكربون في بنائها، غالبا تكون عبارة عن أملاح بلورية، تستعمل بشكل واسع خاصة في الأوساط القاعدية أما في الأوساط الحمضية فأكثرها استعمال هي تلك التي تحمل أيون اليود أما في الأوساط المعتدلة فلقد تم دراسة كل من أيون الليثيوم والمغنزيوم وذلك على الألمنيوم، وتكون غير مؤكسدة وهي أحماض وأسس ضعيفة مثل فوسفات الصوديوم[11].

I-8-1-المستخلصات النباتية كمثبطات:

تعتبر المستخلصات النباتية مثبطات جيدة لتآكل المعادن، فقد تم استخدامها مؤخرا بشكل رئيسي ولاحظوا أنها على مركبات جيدة لها تأثير مضاد للتآكل وهي مواد آمنة بيئيا، وهي منخفضة التكلفة ويمكن الحصول عليها بسهولة.

I-8-2- آلية التثبيط :

❖ تمت دراسة تأثير إضافة بعض المركبات غير العضوية (Mo O_3 CO)، Li ، NO oxo-anions، Mg على سلوك التآكل لسبيكة الألمنيوم 6063 في 3% من كلوريد الصوديوم بالطرق الكهروكيميائية والمعدنية وكانت النتائج كالتالي [17]:

- تثبيط التآكل عن طريق زيادة تركيز Li حيث حقق أقصى كفاءة ($E=85\%$).
 - زيادة درجة الحرارة من 25 إلى 55 درجة مئوية تحسن مقاومة التآكل لهذه السبيكة.
 - انخفاض كفاءة $E\%$ التثبيط عند درجة حرارة مرتفعة.
 - اكتساب الألمنيوم وسبائكه ثباتها من خلال فيلم أكسيد هيدروكسيد يتكون السطح.
- ❖ في دراسة أخرى تم استخدام مستخلص مائي لمركب من الزعفران والكرم في حماية $X52$ و $X60$ من التآكل في محلول حامضي ($M1$) من حامض (H_2SO_4) بطريقة فقدان الوزن واستكمال منحنى تافل والممانعة اختبار الفحص المجهرى وكانت النتائج [6]:
- في طريقة فقدان الوزن بلغت كفاءة التثبيط تآكل $X52$ و $X60$ في المحلول الحامضي (97.19%)
 - في اختبار تافل انخفاض قيمة كثافة التيار بإضافة المثبط من 2.8963 mA/cm^2 بدون مثبط إلى 0.1275 mA/cm^2 في وجود المثبط
 - اختبار الفحص المجهرى بين خلو سطح المعدن المعرض لوسط التآكلي الحاوي على المثبط

قائمة المراجع باللغة العربية:

- [1] إعداد /د. عمر بن عبد الله ألّهزاري، الفصل الثامن عشر: 'التآكل والسيره عليه'، الكيمياء الكهربيه.
- [2] حنين عيسى دار صرار 'التآكل وطرق حمايه المعادن' 4 فب راير 2019.
- [4] د. قحطان خلف محمد الخزرجي، عبد الجواد محمد أحمد الشريف التآكل: 'أسبابه أنواعه طرق الحماية منه' جامعة بغداد 1988.
- [6] بن منين عبد القادر، 'دراسة التأثير المثبط للمستخلص النباتيه على تآكل الفولاذ'، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.
- [7] د. دغموش مسعود، 'تحضير وتحديد الخصائص الفزيوكيميائية لبعض مركبات ثنائي ثيول ثيون وأملاحها المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطيه في دراسة تآكل المعادن'، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2014.
- [8] نعامي كلثوم، 'دراسة تأثير بعض المستخلصات النباتيه على تثبيط تآكل الفولاذ الكربوني في وسط حمض'، مذكرة ماستر، 2020.
- [9] مغني نور الهدى وأنيس نور الهدى، 'تثبيط تآكل الفولاذ C45 في وسط حمض الهيدروكلوريك HCl 0.5 M بواسطة مستخلص مائي من قشور البرتقال'، مذكرة ماستر، جامعة محمد خيضر بسكرة، 2021.
- [10] الوحدة الرابعة، أشكال التآكل علم المواد التطبيقي والتآكل 171 هكم.
- [11] منال معلول، 'تقدير الفعاليه التثبيطيه للمستخلص المائي لنبات الصراوي Moltiki Ciliata تجاه تآكل الفولاذ الكربوني XC70 في أوساط حمضية'، مذكرة ماستر، جامعة حمى لخضر الوادي، 2017.
- [12] الوحدة السابعه، تآكل المعادن، علم المواد ميكانيكا إنتاج 174 ميك.
- [15] قاسم فضل الله البدوي سامي محمد علي حمد 'دراسة التآكل في المنشآت الصناعيه'، بحث تكميلي لنيل درجة بكالروس الشرف في الهندسة الميكانيكيه، جامعة وادي النيل، 2009.
- [16] د. نصر الحايك، 'مدخل إلى كيمياء السطوح'، نشر إبيليوس، 1989.

قائمة المراجع باللغة الفرنسية:

[5] Dob Karima,' Etude électrochimique de l'efficacité' inhibitrice de substances vertes sur la corrosion de l'acier au carbone dans milieu aqueux', Thèse de Doctorat, Université 20 Aout 1955 Skikda, 2018.

[13] Zaim wahiba,' Etude de l'inhibiteur le Réglisse sur le comportement à la corrosion de l'acier XC42', Mémoire de Master, Université Mohamed Khi der de Biskra, 2021

[14] <http://arab-ency.com.sy/tech/details/842>.

[17] Lahcen Bazzi, souad el Issami, Rachid Salghi, 'inhibition de la corrosion de l'alliage d'aluminium 6063 au moyen de composés inorganiques dans une solution de chlorure de sodium à 3%', Article in Canadian Journal of Chemistry . February 2011.

الجانب العملي

الفصل الثاني:

الطرق والأجهزة المستعملة

تمهيد:

في هذا الفصل نقدم الكيفية التي تم بها تحضير العينات والمحاليل المدروسة ونشرح الأساليب والطرق المستعملة بتقنية الكتلة الضائعة من أجل استنساخ النتائج بشكل جيد.

II-1-1-الأجهزة المستعملة :

- جهاز الصقل الميكانيكي
- الميزان الإلكتروني ذو الحساسية 0.0001.....ME204
- جهاز المجهر الضوئي

II-2- تحضير العينات :

II-3- العينات المدروسة :

الجدول II-1-النسب المئوية الكتلية للعناصر المكونة لسبيكة الألمنيوم

Al%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	B	Ga	V	Ne
98.42	0.591	0.231	0.016	0.001	0.695	0.004	0.003	0.004	0.007	0.02	0.001

II-4- قطع العينات :

تم قطع سبيكة الألمنيوم على شكل عينات أسطوانية مختلفة الأحجام باستخدام المنشار الكهربائي بوجود الماء حتى لا يحدث تغيير في البنية المجهرية.

II-5- الصقل الميكانيكي :

تم صقل العينات باستخدام آلة الصقل الميكانيكي تحت تدفق الماء على ورق كاشط ذات الأرقام التالية:

400-600-800-1000-1200. حتى نحصل على سطح يلعب بعد الانتهاء من كل مرحلة تغسل العينات بالماء المقطر ثم الإيثانول لتنظيف السطح من الشوائب ثم تجفف وتحفظ في علبة.



الشكل II-1. جهاز الصقل الميكانيكي أوراق الكاشط

II-6- تحضير المحاليل :

II-6-1- تحضير المحلولين الحمضي والملحي :

أ- حمض الهيدروكلوريك HCl :

تم تحضير محلول حمض العدوانية بتخفيض 37% من حمض الهيدروكلوريك بالماء المقطر للحصول على HCl بمولارية 1مول في اللتر.

ب- NaCl :

قمنا بإذابة 30g من بلورات NaCl في 1لتر من الماء المقطر مع عملية الرج حتى يتم ذوبانها من اجل الحصول على ملوحة ماء البحر.

II-6-2- تحضير نبتة الزعفران :

تم اختبار مثبط الزعفران للأسباب الآتية:

الفصيلة الطبية، غير سام، طبيعي، سهل التحضير في المخبر.

تم تحضير نبتة الزعفران التي استعملت كمثبط حسب المراحل التالية:

- ✓ تنقية النبتة من الشوائب والأعضاء الميتة.
- ✓ الطحن الجيد بواسطة الخلاط الكهربائي للحصول على مسحوق ناعم.
- ✓ التصفية بواسطة قطعة قماش.

✓ وزن 20g من مسحوق عشبة الزعفران بميزان الكتروني.



الشكل II -2- عينة نبتة الزعفران بعد الطحن

II-3-6-أ- تحضير مستخلص نبتة الزعفران (مستخلص المثبط) بالطريقة الحرارية (الطريقة 1) :

نأخذ 10g من عشبة الزعفران المطحون جيدا وتتفع في 500 مل من الماء المقطر ثم نقوم بالتسخين والرج لمدة 3 ساعات مع مراقبة درجة الحرارة بحيث لا تتجاوز 60°C بعدها يبرد المستخلص ويرشح وبعد جفاف الرشاحة المستخلصة توضع في 200 مل من الماء المقطر ثم ترج وتسخن لمدة ساعتين ويغطى ويترك لمدة 24 ساعة، بعدها يخلط المحلولين الناتجين [1].

II-3-6-ب- تحضير مستخلص نبتة الزعفران (مستخلص المثبط) بطريقة الإذابة في الايثانول (الطريقة 2) :

نأخذ 10g من الزعفران المحضر سابقا توضع في 500 مل من الماء المقطر و150 مل من الايثانول يرج المحلول لمدة 15 دقيقة ثم يترك بضعة أيام بعدها يرشح.

II-1-7-أ- تقنيات دراسة سرعة التآكل :

II-2-7-أ- معدل التآكل :

يعرف معدل التآكل انه انتقال الكتلة من الجسم الفلزي عبر وحدة المساحات بدلالة وحدة الزمن [2].

II-3-7-أ- تقنية الكتلة الضائعة :

هي طريقة كلاسيكية تتميز بسهولة التنفيذ ولا تتطلب معدات كبيرة [3]، تحدد سرعة التآكل مباشرة وتعتمد على كمية الفرق في وزن العينة حيث نقوم بوزن العينة قبل الغمر وبعد الغمر في المحلول الإلكتروني ليتي [4].

$$V_{\text{corr}} = \Delta m / S \cdot t \dots \dots \dots (1-II)$$

V_{corr} : سرعة التآكل (g/cm².h).

S : مساحة السطح المغمور (cm²).

t : زمن الغمر (h).

Δm : التغير في الكتلة قبل وبعد الغمر (g).

$$\Delta m = m_f - m_i \dots \dots \dots (2-II)$$

II-8-1- طريقة العمل :

أ- في غياب المثبط:

نأخذ وزن العينة ونحسب مساحتها قبل غمرها في المحلول الحمضي أو الملحي مع تغطية الأجزاء التي لا نريدها أن تتعرض للهجوم العدواني، ثم يتم غمسها في 40 مل من المحلول الحمضي أو الملحي وبعد مدة زمنية معينة يتم إخراج العينة من المحلول، تنظف بفرشاة لتفادي الشوائب وتغسل بالماء المقطر والإيثانول وتترك حتى تجف ثم نزنها مرة ثانية لتحديد مقدار الخسارة في الكتلة.



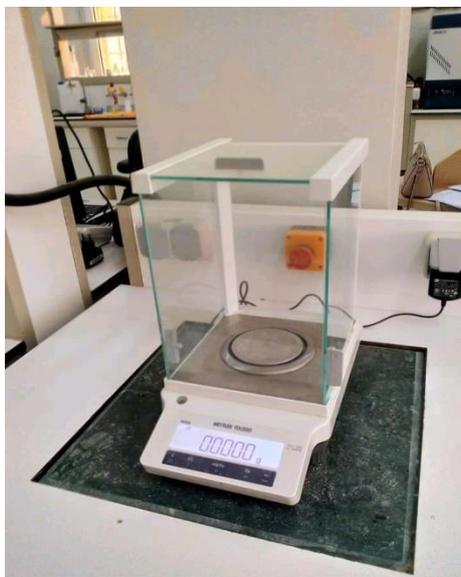
الشكل II-3- صورة فوتوغرافية لتجربة الكتلة الضائعة في غياب المثبط

ب- في وجود المثبط:

نعيد نفس العملية السابقة لكن مع إضافة المثبط للوسط بتركيز معين.



الشكل II-4 - التركيب التجريبي لتقنية الكتلة الضائعة في وجود وغياب المثبط.



الشكل II-5 - صورة فوتوغرافية لميزان الالكتروني بدقة 0.0001 غرام.



الشكل-II-6- القنواية وسيلة قياس الأطوال.

II-8-2-المجهر الضوئي :

هذا الجهاز يستخدم الضوء لتكبير العينات، حيث يرسل الضوء من خلال مسار يجمعه في شعاع ضيق، ثم يمر ذلك الضوء عبر العينة فتظهر صورة العينة، وتمر تلك الصورة خلال عدسة أو أكثر لتكبيرها حتى تصل إلى عين المستخدم أو الكاميرا [5].



الشكل-II-7-صورة فوتوغرافية للمجهر الضوئي المستعمل.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

- [2] مغني نور الهدى- وأنيس نور الهدى، تثبيط تآكل الفولاذ C45 في وسط حمض الهيدروكلريك HCl بواسطة مستخلص مائي من قشور البرتقال، مذكرة ماستر جامعة محمد خيضر بسكرة، 2021.
- [3] نعامي كلثوم، دراسة تأثير بعض المستخلصات النباتية على تثبيط تآكل الفولاذ الكربوني في وسط حمض، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020.
- [4] منال معلول، تقدير الفعالية التثبيطية للمستخلص المائي لنبات الصراوي *Moltikia Ciliata* تجاه تآكل الفولاذ الكربوني XC70 في أوساط حمضية، مذكرة ماستر، جامعة حمى لخضر الوادي، 2017.
- [5] سرى زيدانه، كيفية استعمال المجهر الضوئي، مقال، 2019.

المراجع باللغة الفرنسية:

- [1] REBIAI A., LANEZ T, BELFAR M, 2014- Total polyphénols contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Algerian propolis. Academic science. 6:396-400.

الفصل الثالث:
مناقشة وتفسير النتائج

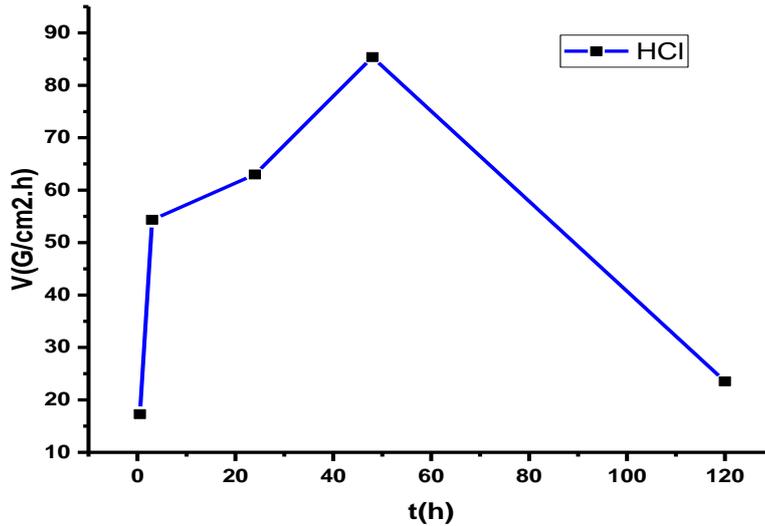
III-1- مقدمة :

إن ظاهرة التآكل تتعلق بالمعدن المستعمل وتختلف حسب الوسط المحيط، وبالتالي من خلال هذا الفصل سنحاول دراسة كيفية تأثر سبيكة الألمنيوم في أوساط مختلفة وأثر المثبط الطبيعي على تآكل هذه السبيكة في هذه الأوساط. فالآلية المتبعة في هذه الدراسة هي حساب الكتلة الضائعة لسهولتها وعدم تطلبها لمعدات كبيرة ونجا عنها خاصة في حالة التآكل المتجانس الذي يحدث غالبا عندما تكون البنية المجهرية مكونة من طور واحد.

III-2- أثر الغمر في محلول HCl بدون مثبط :

الجدول III-1-دراسة أثر الغمر في المحلول الحمضي HCl في غياب المثبط.

t(h)	$\Delta m(g)$	$V (g/cm^2.h) \times 10^{-4}$
0.5	0.0006	17.2935
3	0.0118	54.3428
24	0.1117	62.9877
48	0.2905	85.3849
120	0.2002	23.5374



الشكل III-1-تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم بدلالة الزمن في غياب المثبط.

الفصل الثالث: تفسير ومناقشة النتائج

من خلال نتائج (الجدول III-1 والمنحنى الشكل III-1) يمكن القول بأنه كلما زادت مدة الغمر زادت سرعة التآكل في غياب المثبط حتى تبلغ ذروتها عند الزمن 48 ساعة (h) $(85.3849 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{h})$ و تبدأ هذه السرعة في التناقص بالنسبة للزمن 120 ساعة الذي يعتر زمانا طويلا نوعا ما.

سرعة التآكل القصوى راجعة لكون سطح المعدن يكون ناشطا في البداية اتجاه المحلول العدوانى [1]، ثم يأخذ بعد ذلك نشاط المعدن في النقصان، يعود ذلك إلى ظاهرة الخمول وهي تشكل طبقة واقية طبيعية أي تشكل غشاء من طبقة أو عدة طبقات من مخلفات التآكل (طبقة الأكسيد) على سبيكة الألمنيوم بحيث تعيق استمرار عملية التآكل [2].

III-3- دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية (1)) :

III-3-1- في المحلول الحمضي :

بعد غمر عينات من السبيكة المراد دراستها لمدة 24 ساعة في المحلول الحمضي مضاف إليه كميات معينة من المستخلص المحضر بالطريقة المشار إليها في الفصل الثاني تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول III-2

الجدول III-2- فعالية المثبط المحضر بالطريقة (1) مع تغير التركيز المضاف للمحلول الحمضي HCl.

التركيز $\times 10^{-3}$ (g/l) 40ml HCl+	Δm (g)	t(h)	d (cm)	S (cm ²)	V(g/cm ² .h) $10^{-4} \times$	R%
0	0.1117	24	0.97	0.7389	62.9877	00
0.0975	0.0173	24	0.95	0.7088	10.1677	83.8576
0.2779	0.0097	24	0.97	0.7389	5.4698	91.3160
0.4444	0.0083	24	0.97	0.7389	4.7931	92.3904
0.5957	0.0085	24	0.95	0.7088	4.9967	92.0671
0.7334	0.0064	24	0.97	0.7389	3.6089	94.2704
0.8627	0.0096	24	0.96	0.7238	5.2961	91.5918

من خلال النتائج المتحصل عليها والموضحة في (الجدول III -2) نلاحظ أن المثبط أبدى فعالية جيدة في التثبيط عند التركيز الصغير، وتزداد هذه الأخيرة بزيادة التركيز فعند التركيز $(0.0975 \times 10^{-3} \text{ g/l})$ كانت الكفاءة (83.8576%) وسرعة التآكل $(10.1677 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{h})$ لتصل إلى (94.2704 %) عند التركيز $(0.7334 \times 10^{-3} \text{ g/l})$ حيث تصل سرعة التآكل إلى $(3.6089 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{h})$ ثم يظهر نقصان طفيف في معامل الكفاءة وارتفاع طفيف في السرعة أيضا.

يمكن القول إن سرعة التآكل قد تناقصت مع الزيادة في تركيز هذا المثبط في المحلول الحمضي بشكل ملحوظ وأعطت أعلى قيمة لمعامل الفعالية عند التركيز $(0.7334 \times 10^{-3} \text{ g/l})$ حيث بلغت قيمة المرودود (94.2704%) مما يبين أن هذا المثبط يلعب دور مقاوم للتآكل.

إن للمثبط الطبيعي مركبات عضوية تحتوي على مجموعات وظيفية قطبية مشكلة من ذرات (S,O,N,C)، التي تكون ذات الفعالية في الأوساط الحمضية وفعاليتها تكمن في سهولة عملية الامتزاز فتكون طبقة واقية من الاوكسيد [3-4]

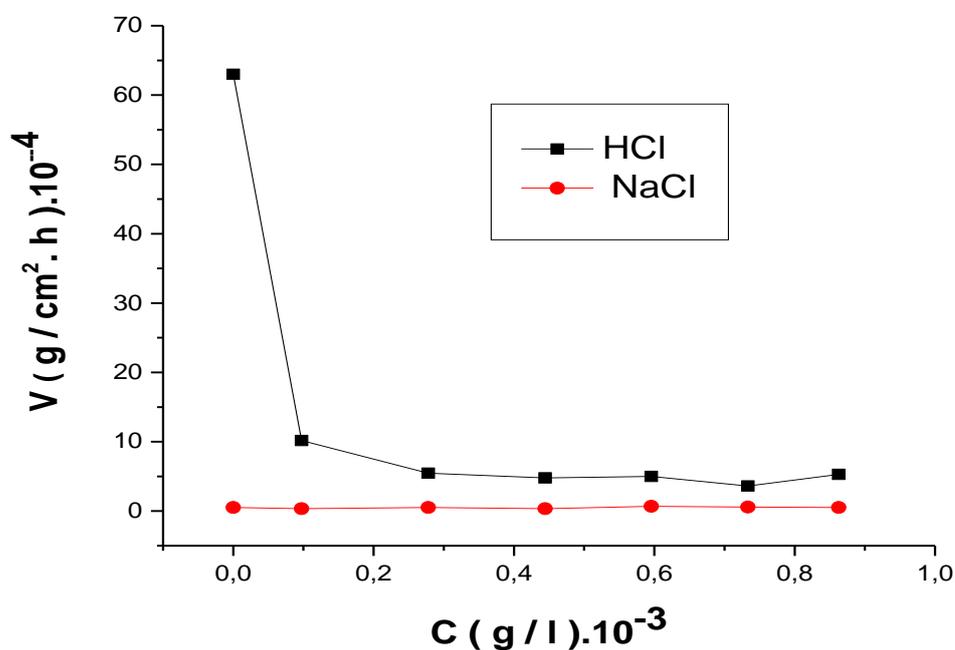
النقصان الطفيف في معامل الكفاءة وارتفاع الطفيف في سرعة التآكل يمكن أن يفسر بأنه في بعض الأحيان زيادة تركيز المثبط تؤدي إلى تخريب الطبقة الواقية مما يؤدي الى زيادة التآكل وانخفاض معامل فعالية المثبط. حيث أن امتزاز المثبط الطبيعي يبطئ التآكل بتخريب المناطق النشطة وترك المناطق الخاملة. ومع زيادة التركيز يصبح لا توجد مواقع لامتصاص جزيئات المثبط وبالتالي يحدث انخفاض في معامل الفعالية [5-6].

III-3-2- في المحلول الملحي :

وبهدف معرفة فعالية هذا المثبط في محلول ملحي قمنا بإضافة نفس التركيز لمحلول كلوريد الصوديوم فكانت النتائج مغايرة لما هو في حالة محلول حمض كلور الماء، حيث لاحظنا سرعة التآكل هنا صغيرة (الشكل III-2) وان تغيرها من تركيز إلى آخر (الجدول III-3) متذبذب قليلا وضئيل مما قد يدل على عدم فعالية هذا المثبط بشكل كاف خلال زمن الغمر 24 ساعة. محلول حمض كلور الماء HCl له أثر عدوانية أكثر من محلول كلوريد الصوديوم NaCl .

الجدول III-3-دراسة سرعة تآكل الألمنيوم في محلول NaCl وجود وغياب المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية).

التركيز $\times 10^{-3}$ (g/l) 40ml NaCl+	$\Delta m(g)$	t(h)	d (cm)	S (Cm ²)	V(g/cm ² .h) $10^{-4}\times$
0	0.0009	24	0.96	0.7238	0.5180
0.0975	0.0006	24	0.95	0.7088	0.3527
0.2779	0.0012	24	0.96	0.7088	0.5238
0.4444	0.0006	24	0.96	0.7238	0.3453
0.5957	0.0012	24	0.96	0.7088	0.6907
0.7334	0.0010	24	0.95	0.7088	0.5878
0.8627	0.0009	24	0.96	0.7238	0.5180



الشكل III-2-منحنى تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم في غياب ووجود المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) في المحلولين الحمضي والملحي.

III-4- دراسة فعالية المثبط المحضر بالطريقة الإيثانول (2) :

قد أشرنا في الفصل الثاني بأنه حضرنا مستخلص المثبط بطريقتين من أجل معرفة أي الطريقتين تعطي مستخلص أكثر كفاءة في عملية الحد من تآكل سبيكة الألمنيوم.

بزيادة نفس قيم التركيز من هذا المستخلص (2) في نفس الكمية من محلول حمض كلور الماء تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول (الجدول III-4).

فمن خلال هذه النتائج يمكن القول أن سرعة التآكل تبدأ في التناقص بشكل ملحوظ مع زيادة التركيز لتصل قيمة معامل الكفاءة إلى أعلى قيمة (97.0754 %) عند التركيز $(0.8627 \times 10^{-3} \text{g/l})$.

يمكن ملاحظة انه مع التركيز بين الأول والثاني كانت السرعة نوعا ما كبيرة أما عند التركيز

$(0.4444 \times 10^{-3} \text{g/l})$ انخفضت سرعة التآكل بشكل واضح لتبقى بعد ذلك في تناقص ضئيل مع ارتفاع لمعامل الكفاءة بشكل ملحوظ.

الجدول III-4- دراسة أثر المثبط (المحضر بطريقة الإيثانول 2).

التركيز $\times 10^{-3} \text{g/l}$ 40ml HCl+	$\Delta m(\text{g})$	t(h)	d (cm)	S (Cm ²)	V(g/cm ² .h) $10^{-4} \times$	R%
0	0.1117	24	0.96	0.7389	62.9877	00
0.0975	0.0225	24	0.94	0.6939	13.5105	78.5504
0.2779	0.0156	24	0.94	0.6939	9.3673	85.1283
0.4444	0.0068	24	0.95	0.7088	3.9973	93.6538
0.5957	0.0053	24	0.96	0.7238	3.0510	95.1561
0.7334	0.0036	24	0.95	0.7088	2.1162	96.6402
0.8627	0.0032	24	0.96	0.7238	1.8421	97.0754

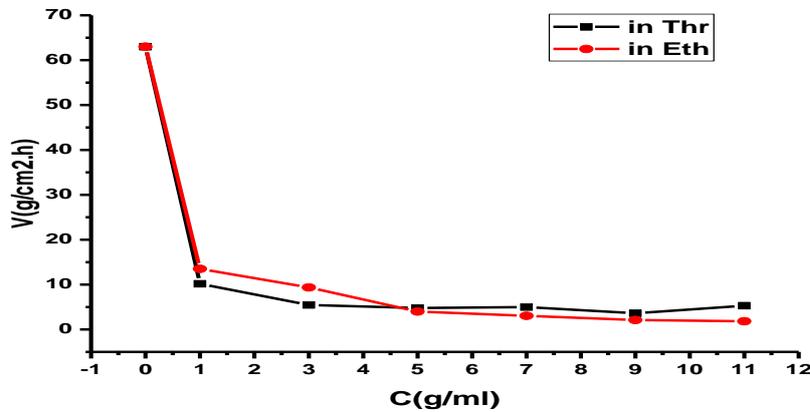
III-5- مقارنة بين أثر المثبط المحضر بطريقتين:

بمقارنة النتائج المتحصل عليها بالنسبة للطريقتين، يمكن القول بان المستخلص المحضر بالطريقة الثانية يملك الأفضلية في عملية التثبيط، حيث بمقارنة سرعة التآكل يبدو أن التركيز الأول والثاني في الطريقة الأولى هو أكثر نجاعة ومع زيادة التركيز يصبح المثبط المحضر بالطريقة الثانية أكثر فعالية كما هو موضح في (الجدول III-5) و (الشكل III-3).

من (الجدول III-6) والمخطط (الشكل III-4) نلاحظ أنه عند التركيز الصغير أثر المثبط المحضر بالطريقة (1) كان الأفضل، أي أعطى كفاءة أحسن (83.8576% إلى 91.3160%) من الآخر، أما عند زيادة التركيز أي الأكبر من ($0.4444 \times 10^{-3} \text{ g/l}$) يصبح العكس أي المثبط المحضر بطريقة (2) هو الأفضل من حيث الكفاءة (من % 93.6538 إلى 97.0754%).

الجدول III-5- مقارنة سرعة التآكل للطريقتين في الوسط الحمضي.

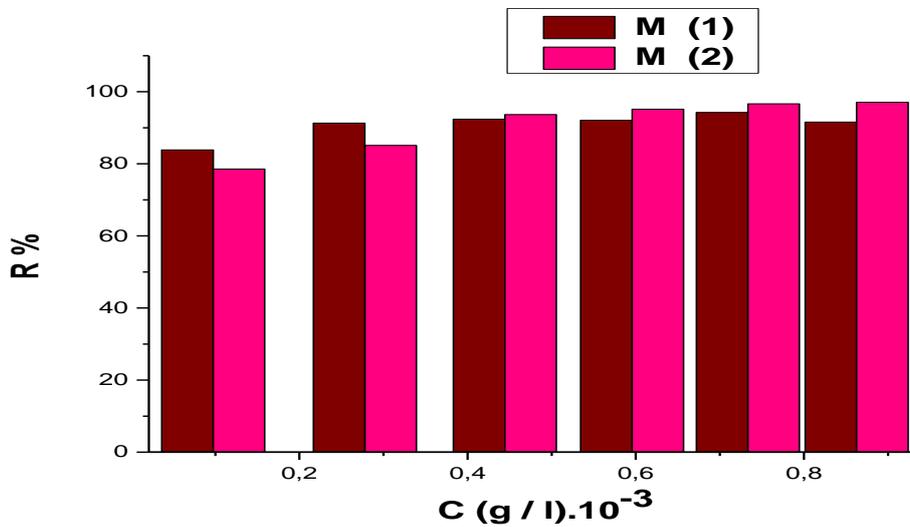
التركيز $\times 10^{-3} \text{ (g/l)}$	0.0975	0.2779	0.4444	0.5957	0.7334	0.8627
$V(\text{g/cm}^2.\text{h}) \times 10^{-4}$ طريقة 1	10.1677	5.4698	4.7931	4.9967	3.6089	5.2961
$V(\text{g/cm}^2.\text{h}) \times 10^{-4}$ طريقة 2	13.5105	9.3673	3.9973	3.0510	2.1162	1.8421



الشكل III-3- منحنى تغيرات سرعة تآكل الألمنيوم بدلالة التركيز في غياب وجود المثبتين (بالطريقة الحرارية وبطريقة الإيثانول) في الوسط الحمضي.

الجدول III-6-مقارنة المردود للطريقتين في الوسط الحمضي:

التركيز $\times 10^{-3}$ (g/l)	0.0975	0.2779	0.4444	0.5957	0.7334	0.8627
R% طريقة 1	83.8576	91.3160	92.3904	92.0671	94.2704	91.5918
R% طريقة 2	78.5504	85.1283	93.6538	95.1561	96.6402	97.0754



الشكل III-4-مخطط مقارنة المردود للطريقتين في الوسط الحمضي

يمكن القول هنا بان المثبط الذي حضر بالطريقة الثانية أدى مفعول جيد في عملية التثبيط قد يكون راجع كون الايثانول مذيب جيد للمواد العضوية الموجودة في مادة الزعفران.

III-6- دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز و زمن الغمر:

أردنا معرفة مدى كفاءة المثبط المحضر بالطريقة الحرارية فقمنا بتغيير زمن الغمر فاخترنا أزمنة طويلة نوعا ما وأخري قصيرة فكانت النتائج التالية المدونة في الجدول III-6:

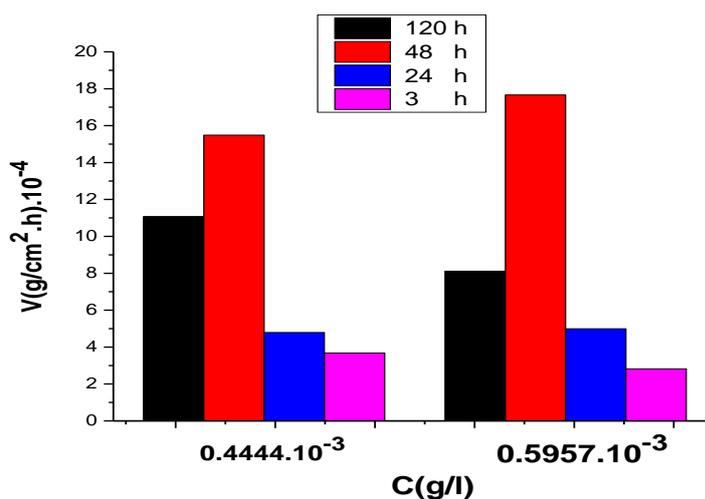
من خلال النتائج المدونة في الجدول (الجدول III-6) نلاحظ بأنه عند زمن الغمر الطويل تحصلنا على اقل قيمة للمردود إذن يمكن القول بأنه كلما زاد زمن الغمر كلما نقصت كفاءة هذا المثبط. مع زيادة زمن الغمر تناقصت كفاءة التثبيط قليلا لكنها حسنة. أما سرعة التآكل فنلاحظ انه هناك زيادة طفيفة بزيادة تركيز المثبط وهذا بالنسبة للأزمنة 24 و 48 ساعة والعكس بالنسبة للزمن 120 ساعة.

الفصل الثالث: تفسير ومناقشة النتائج

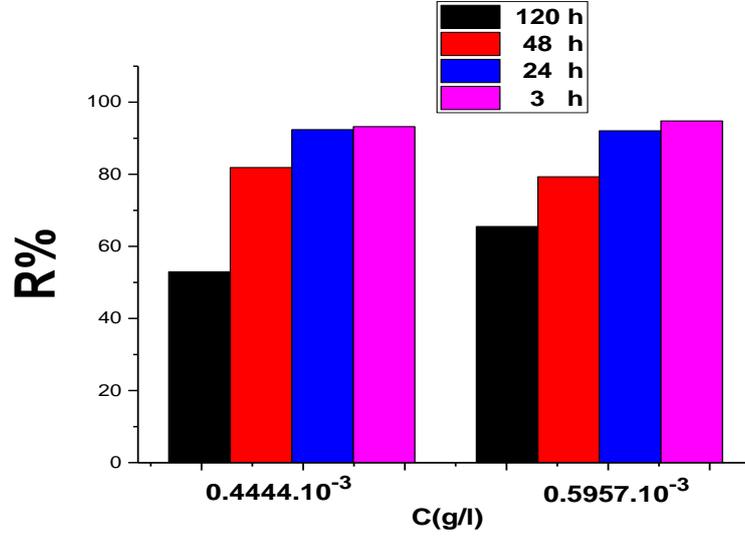
أما بالنسبة لزمن الغمر 3 ساعات، المثبط أعطى نتيجة أفضل حيث تحصلنا على أعلى كفاءة واقل سرعة تآكل مع زيادة التركيز.

الجدول III-6-دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.

التركيز $\times 10^{-3}$ (g/l)	Δm (g)	t (h)	d (cm)	S (cm ²)	V (g/cm ² .h) $\times 10^{-4}$	R%
0.4444	0.0922	120	0.94	0.6939	11.0726	52.9574
0.5957	0.0705	120	0.9	0.7238	8.1168	65.5153
0.4444	0.0538	48	0.96	0.7238	15.4854	81.8640
0.5957	0.0601	48	0.95	0.7088	17.6648	79.3115
0.4444	0.0083	24	0.97	0.7389	4.7931	92.3904
0.5957	0.0085	24	0.95	0.7088	4.9967	92.0671
0.4444	0.0008	3	0.96	0.7238	3.6842	93.2204
0.5957	0.0006	3	0.95	0.7088	2.8216	94.8077



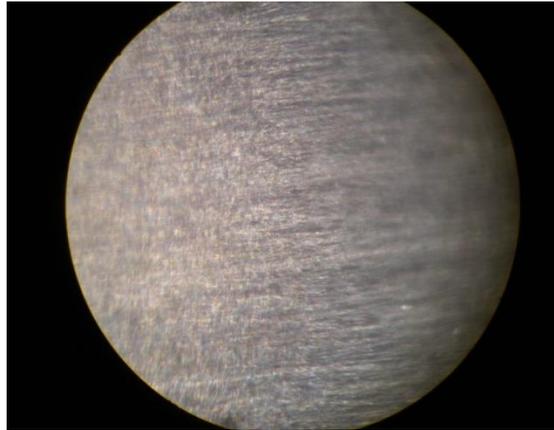
الشكل III-5-مخطط دراسة سرعة التآكل في وجود المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.



الشكل III-6- مخطط دراسة فعالية المثبط (المحضر بالطريقة الحرارية) بتغير التركيز وزمن الغمر.

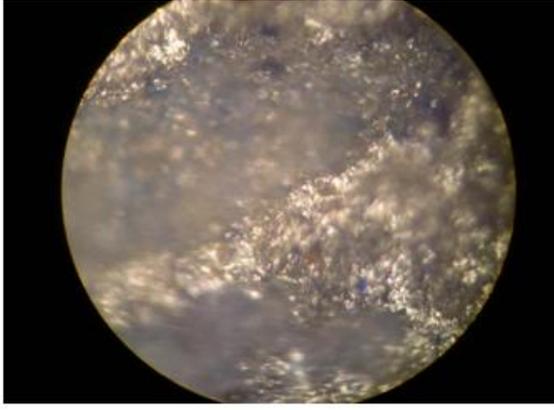
III-6- دراسة مجهرية لعينات سبيكة الألمنيوم:

لفهم آلية التآكل الحادث ومعرفة نوعه وشكله وكيفية الحماية منه، يجب اللجوء إلى الفحص المجهرى لأن تقنية الكتلة الضائعة لوحدها غير كافية، وذلك بالاعتماد على جهاز المجهر الضوئي.



الشكل III-7- صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد عملية الصقل الميكانيكي

يظهر الشكل III-7-صورة مورفولوجية لسطح سبيكة الألمنيوم تحت المجهر الضوئي بعد عملية الصقل الميكانيكي في غياب المحلول العدوانى والمثبط، السطح متجانس والخطوط التي تظهر راجعة لعملية الصقل الميكانيكي.



ب-



أ-

الشكل III-8- صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد الغمر في وسطين الملحي (أ) والحمضي (ب) لمدة 24 ساعة.

تظهر صورة (أ) في الشكل III-8- سطح سبيكة الألمنيوم تحت المجهر الضوئي بعد الغمر في 40 مل من NaCl لمدة 24 ساعة حيث توضح الصورة اختفاء الشكل الأصلي لسبيكة الألمنيوم أي تلف السطح كما هو متوقع، مع وجود بقع داكنة على السطح مما يدل على انه حدث تآكل نقري نتيجتا لتغلغل ايونات الكلوريد في السطح مما الحق التلف بطبقة الاوكسيد [3-7].

تظهر الصورة (ب) في الشكل III-8- سطح سبيكة الألمنيوم تحت المجهر الضوئي بعد الغمر في 40 مل من محلول HCl لمدة 24 ساعة، حيث تبين شكل السطح المتآكل بعد اختفاء الشكل الأصلي لسطح المعدن، ونرى في الصورة تشكل حفر وتشكل أكاسيد وهيدروكسيدات مما يؤدي إلى تآكل سطح المعدن بشكل غير متجانس [8].



الشكل III-9- صورة مجهرية لسطح سبيكة الألمنيوم بعد الغمر في محلول HCl في وجود المثبط لمدة 24 ساعة.

تظهر الصورة الشكل III-9 سطح سبيكة الألمنيوم تحت المجهر الضوئي بعد الغمر في 40 مل من محلول HCl بإضافة حجم معين من المثبط ذو التركيز (0.4444×10^{-3} g/l) محضر بالطريقة (2) لمدة 24 ساعة، حيث توضح بداية تشكل طبقة مثبطة موزعة بشكل غير متجانس تقريبا على سطح المعدن واختفاء الحفر التي ظهرت في الصورة (ب) ويدل ذلك على تفاعل المثبط على السطح [9]. يفسر اختلاف شكل سطح سبيكة الألمنيوم في وجود المثبط وغيابه في الوسط الحمضي بامتزاز المكونات النشطة للمثبط على سطح المعدن [10].

قائمة المراجع باللغة العربية:

- [1] منال معلول، 'تقدير الفعالية التثبيطية للمستخلص المائي لنبات الصراوي Moltiki Ciliata تجاه تآكل الفولاذ الكربوني XC70 في أوساط حمضية'، مذكرة ماستر، جامعة حمى لخضر الوادي، 2017.
- [2] إعداد /د. عمر بن عبد الله ألهاززي، الفصل الثامن عشر: 'التآكل والسيارة عليه'، الكيمياء الكهربائية
- [3] عبد الواحد كاظم راجح. كاظم فنطيل السلطاني. احمد فاضل حمزة. حماية الالمنيوم من التآكل باستخدام مثبت عضوي جديد. كلية الهندسة-جامعة بابل.
- [7] رولا اليأس جرجور، 'دراسة تجريبية وتحليلية لتآكل الألمنيوم في الصناعات الغذائية'، رسالة مجاستير، 2016 .

قائمة المراجع باللغة الفرنسية:

- [4] Ait Aghzzaf 'Thèse de Doctorat'، l'université de Lorraine، Nancy, 201 A
- [5] Krishnaveni K، Ravichandran J. Effect of aqueous extract of leaves of *Morinda tinctoria* on corrosion inhibition of aluminium surface in HCl medium. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. ; 24 (2014) 2704-2712.
- [6] Latifa HAMADI 'Application des inhibiteurs verts sur la corrosion des aciers en milieu agressifs' These , 2020 Batna 2
- [7] DOB KARIMA, Etude électrochimique de l'efficacité inhibitrice de substances vertes sur la corrosion de l'acier au carbone dans milieu aqueux, These de doctorat, université 20 Aout 1955 Skikda, 2018.
- [8] A. Dehghani et al, A detailed electrochemical/theoretical exploration of the aqueous Chinese gooseberry fruit shell extract as a green and cheap corrosion inhibitor for mild steel in acidic solution, Journal of Molecular Liquids 282, (2019) ,366–384.
- [9] A. Sedik et al, Dardagan Fruit extract as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl: Electrochemical and surface morphological studies, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 107, (2020), 189–200.
- [10] L. Li Liao et al, Corrosion protection for mild steel by extract from the waste of lychee fruit in HCl solution: Experimental and theoretical studies, Journal of Colloid and Interface Science, 520, (2018), 41–49.

الخاتمة العامة:

الخاتمة العامة:

ركزت الدراسة التي أجريت في هذا العمل على تثبيط تآكل سبيكة الألمنيوم الذي لا مفر منه بواسطة المستخلصات العضوية المركبة من نبتة الزعفران في وسطين مختلفين حمض كلور الماء HCl، وكلوريد الصوديوم NaCl .

لإجراء هذه الدراسة، شرعنا أولاً في استخلاص مستخلص الزعفران بطريقتين، المحضر بالطريقة الحرارية (1) والمحضر بطريقة الإذابة في الإيثانول (2)، فقمنا بتغيير التركيز وزمن الغمر ومتابعة تغيرات سرعة التآكل باستخدام طريقة فقدان الوزن، ومعاينة السطح بالمجهر الضوئي، وذلك بهدف دراسة مدى فعالية هذا المثبط.

يمكن تلخيص النتائج المتحصل عليها على النحو التالي:

- لم تظهر فعالية هذا المثبط بشكل كاف خلال زمن الغمر 24 ساعة في محلول كلوريد الصوديوم NaCl.

- محلول حمض كلور الماء HCl له أثر عدوانية أكثر من محلول كلوريد الصوديوم NaCl.
- أظهر المثبط المحضر بالطريقتين كفاءة عالية في التثبيط على سبيكة الألمنيوم في المحلول أحامضي HCl، والطريقة (2) أعطت فعالية أفضل من الطريقة (1) عند زيادة التركيز.

- زيادة كفاءة التثبيط مع زيادة تركيز المثبط.
- أظهر المثبط المحضر بالطريقة الأولى كفاءة عالية عند زمن الغمر 3 ساعات لتتناقص هذه الأخيرة مع الأزمنة الطويلة نوع ما.

- المثبط المستخدم يعمل على تثبيط التآكل بواسطة الامتزاز على سطح المعدن.
- اختبار الفحص المجهرى بين وجود اختلاف على سطح العينات بناء على الأوساط التي غمرت فيها فغاب التآكل الموضعي وتشكلت طبقات من الاوكسيد بامتزاز المكونات النشطة للمثبط على

سطح المعدن.



ملخص

يهدف هذا العمل إلى محاولة معرفة مدى فعالية مثبط جديد مستخلص مائي لعشبه الزعفران المحضر بطريقتين (الطريقة الحرارية وطريقة الإذابة في الإيثانول) لحماية سبيكة الألمنيوم من التآكل في وسطين وسط حمضي ووسط ملحي. فباستخدام تقنية الكتلة الضائعة والمعايمة بالمجهر الضوئي بينت النتائج أن هذا المثبط أثره ضعيف في المحلول الملحي. بينما في المحلول الحمضي له فعالية التثبيط جيدة بالنسبة للطريقتين. وتزداد كفاءته في التثبيط مع زيادة التركيز وتتناقص مع زيادة مدة الغمر. آلية عمل هذه المثبطات العضوية هي الامتزاز وأن جزيئات المثبطات تمتاز على سطح المعدن.

الكلمات الدالة -مثبط طبيعي -تآكل الألمنيوم -تقنية الكتلة الضائعة - محلول NaCl-محلول HCl

Abstract

The aim of this work is to try to find out the effectiveness of a new inhibitor of aqueous extract of saffron prepared by two methods (thermal method and solubility method in ethanol) to protect aluminum alloy from corrosion in acidic medium and saline medium. By using the lost mass technique and visual microscopy, the results showed that this inhibitor has a weak effect in the saline solution. While in acid solution it has good inhibition effect for the two methods. Its damping efficiency increases with increasing concentration and decreases with increasing immersion time. The mechanism of action of these organic inhibitors is adsorption and that the inhibitor molecules adsorb on the surface of the metal.

Keywords - Natural inhibitor - Corrosion of aluminum - Lost mass technique - NaCl solution - HCl soluti

Résumé

Le but de ce travail est d'essayer de découvrir l'efficacité d'un nouvel inhibiteur d'extrait aqueux de safran préparé par deux méthodes (méthode thermique et méthode de solubilité dans l'éthanol) pour protéger l'alliage d'aluminium de la corrosion en milieu acide et en milieu salin. En utilisant la technique de la masse perdue et la microscopie visuelle, les résultats ont montré que cet inhibiteur a un faible effet dans la solution saline. En solution acide, il a un bon effet d'inhibition pour les deux méthodes. Son efficacité d'amortissement augmente avec l'augmentation de la concentration et diminue avec l'augmentation du temps d'immersion. Le mécanisme d'action de ces inhibiteurs organiques est l'adsorption et le fait que les molécules d'inhibiteur s'adsorbent à la surface du métal.

Mots-clés - Inhibiteur naturel - Corrosion de l'aluminium - Technique de la masse perdue - Solution NaCl - Solution HCl

